PROSIDING

ISBN 978-623-91145-5-8

SEMINAR NASIONAL

SAINTEK 2019

"Teknologi dan Rekayasa Ilmu Pengetahuan Berkelanjutan dalam Menghadapi Era Industri 4.0"

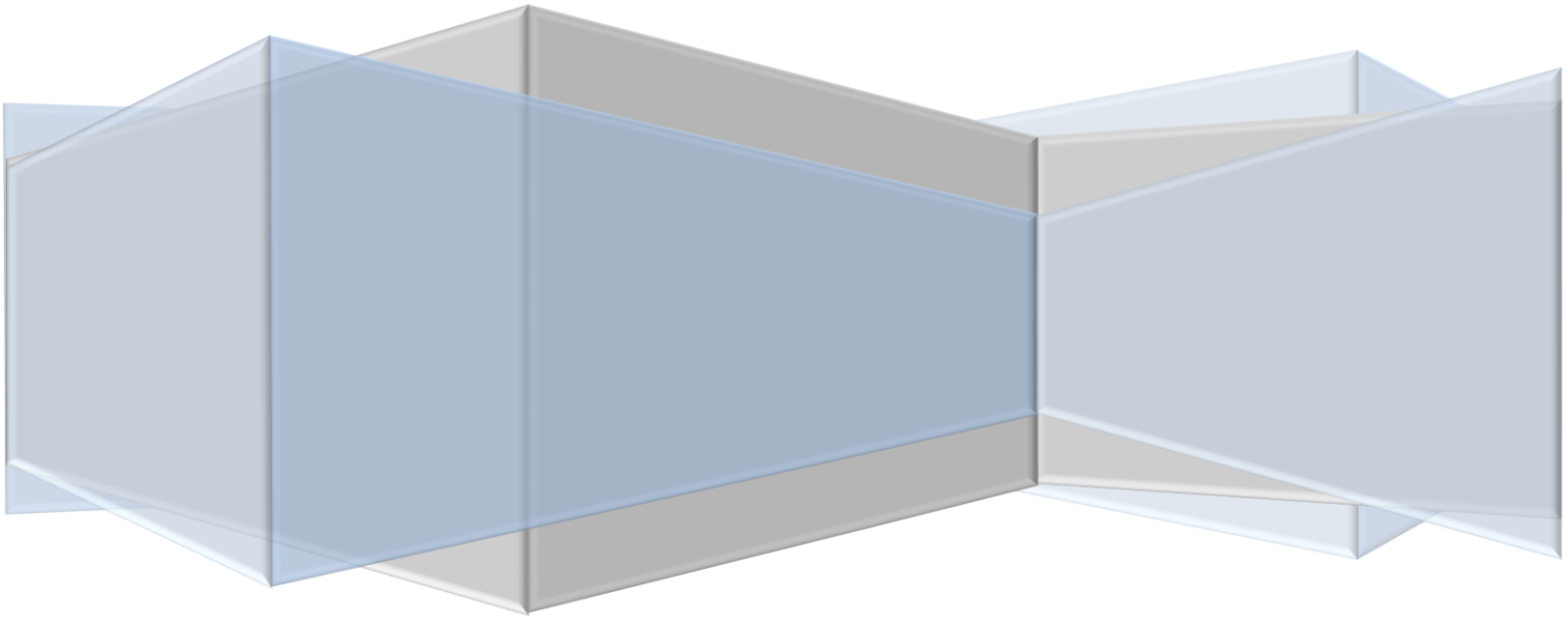
Mataram, 03 Oktober 2019

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Mataram

Muhamad Ali, Ph.D.
Dr. Emmy Yuanita, S.Si., M.Si.
Erin Ryantin Gunawan, Ph.D.

Prosiding
Seminar Nasional SAINTEK 2019

"Teknologi dan Rekayasa Ilmu Pengetahuan Berkelanjutan dalam Menghadapi Era Industri 4.0"



LPPM Universitas Mataram

Prosiding

Seminar Nasional SAINTEK 2019

"Teknologi dan Rekayasa Ilmu Pengetahuan Berkelanjutan dalam Menghadapi Era Industri 4.0"

Aston Inn Hotel, Mataram, 3 Oktober 2019

Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang
Copyright@2019
Penerbit : LPPM Universitas Mataram
ISBN : 978-623-91145-5-8

Steering Committee

Pelindung	: Prof. Dr. Lalu Husni, SH., M.Hum.
Pengarah	: Muhamad Ali, Ph.D.
Penanggung Jawab	: Prof. Dr. Ir. I Gusti Muliarta Aryana, MP.
Mitra Bestari	: 1. Dr. Bambang Budi Santoso, M. Agr. Sc. 2. Dr. I Wayan Sudika, MS. 3. Dr. Nurliah, S.Pi., M.Si. 4. Kadek Wiratama, ST., M.Sc., Ph.D.
Ketua Pelaksana	: Dr. Emmy Yuanita, M.Si.
Sekretaris	**:** Diah Ajeng Setiawati, M.E.S.
Bendahara	
Koordinator	**:** Dr. Nasmi Herlina Sari, MT.
Anggota	: 1. Sukandi 2. Miftahul Mubin, S.E.

Kesekretariatan

Koordinator	**:** Hasan, S.Sos.
Anggota	: 1. Muhamad Tri Ariadi Hendrawan, S.Pd.
	2. Muh. Arya Maulana Syahid, S.Kom.
	3. Suwarjaya

Bagian Acara

Koordinator	: Dr. Maria Ulfa, S.Si., M.Si.
Anggota	: 1. Dr. Ni Komang Tri Dharmayani
	2. Sudirman, M.Si.
	3. Shinta Desiyana Fajarica, S.IP., M.Si.
	4. Rucitra Widiyasari, STP., M.Si.

Bagian Ilmiah

Koordinator	**:** Erin Ryantin Gunawan, Ph.D.
Anggota	: 1. Dr. Yuliadi Zamroni
	2. Irwansyah
	3. Ishak, ST.
	4. Zulkarnaen, ST.

Bagian Konsumsi

Koordinator	**:** Dra. Farida
Anggota	: Fathiyah, SE., M.Ak.

Bagian Transport dan Akomodasi

Koordinator	**:** Dr. Ery Setiawan, ST., MT.
Anggota	: 1. Nadiyasari Aghita, S.Kom., M.MT.
	2. Samanul Husna, A.Md.

Bagian Perlengkapan

Koordinator	**:** I Gusti Ngurah Yudi Handayana, M.Sc.
Anggota	: Juwaidin, S.Pt.

Keynote Speaker : 1. Dr. Zulkieflimansyah (Gubernur NTB)
2. Dedy Suhendra, Ph.D. (Universitas Mataram)
3. Dr. Veinardi Suendo (Institut Teknologi Bandung)
4. Prof. Ir. Totok Agung D.H. (Univ Jend. Sudirman)

Invited Speaker : 1. Muhamad Ali, Ph.D.
2. Prof. I Made Sudarma
3. Dr. Aliefman Hakim
4. Sulaiman Ngongu D., Ph.D.
5. Eko Pradjoko, Ph.D.
6. dr. Hamsu Kadriyan, Sp. THT-KL, M.Kes.

Moderator Sesi Paralel : 1. Dr. I Wayan Sudika
2. Dr. Maria Ulfa
3. Irwansyah
4. Sudirman, M.Si.
5. Erin Ryantin Gunawan, Ph.D.
6. Dr. Nasmi Herlina Sari, MT.
7. Shinta Desiyana Fajarica, S.IP., M.Si.
8. Dr. Yuliadi Zamroni
9. Nadiyasari Aghita, S.Kom., M.MT.
10. Dr. Ni Komang Tri Dharmayani

Penerbit: LPPM Universitas Mataram

Jalan Pendidikan No. 37, Mataram, Nusa Tenggara Barat 83125
Telp 0370-641552, 638265
Fax 0370-638625
e-mail : lppm@unram.ac.id
website : lppm.unram.ac.id
Buku ini dilindungi oleh Hak Cipta

Cetakan Pertama, November 2019
Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang

Kata Pengantar

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Saya atas nama panitia mengucapkan terima kasih kepada semua peserta "Seminar Nasional SAINTEK 2019" yang telah dilaksanakan pada 3 Oktober 2019 yang lalu. Kegiatan ini telah menjadi wadah untuk berbagi ide, pengetahuan, dan pengalaman untuk kemudian membangun jaringan kerjasama penelitian di masa yang akan datang. Hal itulah yang kemudian memungkinkan terbitnya prosiding ini.

Prosiding ini mempublikasikan artikel-artikel dari para pemakalah dan penyaji poster yang dating dari berbagai universitas dan institusi di Indonesia. Artikel-artikel yang diterbitkan ini telah melalui proses review berdasarkan kualitas isi, orisinalitas, dan relevansinya.

Pada kesempatan ini pula panitia menyampaikan terima kasih kepada para *keynote speaker* dan *invited speaker* yang telah menyempatkan diri untuk berbagi hasil riset dan pengalamannya dalam kegiatan ini. Terima kasih pula kami sampaikan kepada Bapak Rektor Universitas Mataram dan Bapak Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdia Kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Mataram yang telah sangat mendukung dalam pelaksanaan seminar nasional ini.

Terakhir, saya sampaikan terima kasih kepada panitia penyelenggara atas komitmen dan kerja kerasnya sehingga kegiatan seminar terlaksana dengan baik dan prosiding ini dapat terselesaikan dengan baik pula. Kemudian, kami sangat mngharapkan kritik dan saran terhadap prosiding ini, sehingga ke depannya dapat dibenahi pada kegiatan seminar di tahun-tahun selanjutnya.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

November 2019
Ketua Panitia Pelaksana

Dr. Emmy Yuanita, S.Si., M.Si.

Daftar Isi

Panitia..... i

Kata Pengantar..... iv

Daftar Isi..... v

Produksi Antibodi Pada Hewan Sebagai Bahan Untuk Profilaktik, Diagnostik, dan Terapetik Penyakit di Masa Depan 1-9
Muhamad Ali, Muhamad Amin, Yunita Sabrina

Produksi Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan Obat 10-13
Aliefman Hakim, Dwi Laksiwati, Eka Junaidi, A. Wahab Jufri

Pengembangan Registrasi Kanker Kepala dan Leher Sebagai Salah Satu Metode Pemanfaatan Big Data pada Era Revolusi Industri 4.0 14-18
Hamsu Kadriyan

Persepsi Laki-laki terhadap Peningkatan Diversifikasi Pangan Rumah Tangga Tani Sebagai Upaya Pengurangan Stunting di Kabupaten Lombok Tengah 19-32
Hayati, Arifuddin Sahidu, Muktasam, Johan Bachri

Uji Pendahuluan Aktivitas Antikanker Senyawa 1,3,6-Trihidroksixanton dengan Metode BSLT 33-36
Baiq Najwa, Made Ganesh Darmayanti, Emmy Yuanita

Pengaruh Inokulasi Mikoriza Dan Penambahan Bahan Organik Terhadap Hasil Beberapa Varietas Sawi
Wahyu Astiko, Sudirman, Mery Windarningsih, Irwan Muthahanas 37-46

Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L*) Secara Hidroponik pada Media Pupuk Organik Cair Biokonversi dan Anorganik Cair ABmix 47-54
Narita Amni Rosadi

Kelimpahan Kerang Darah (Anadara granosa) pada Beberapa Kondisi Kawasan di Pantai Cemara Kabupaten Lombok Barat 55-65

Baiq Hilda Astriana, Ayu Adhita Damayanti, Nanda Diniarti, Ibadur Rahman, Nunik Cokrowati

Rentabilitas Nilai Tambah Usaha Agroindustri Tahu Pasca Gempa di Kabupaten Lombok Utara 66-88
Tajidan, Halil, Efendy, FX Edy Fernandez

Uji Toksisitas Senyawa 1,3-Dihidroksixanton Menggunakan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) 89-94
Baiq Ike Nursofia, Ni Komang Tri Dharmayani, Emmy Yuanita

Senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol sebagai Sensor Floresen Untuk Deteksi Anion Sianida 95-102
R. Rahmawati, Bambang Purwono, Saprizal Hadisaputra, Baiq Fara Dwirani Sofia

Keberadaan Tungau Hama dan Tungau Predatornya pada Agroekosistem Tanaman Kentang *(Solanum tuberosum* Linn*)* yang Berasosiasi dengan Tanaman Refugia di Sembalun Lombok Timur 103-117
M. Sarjan, Taufik Fauzii, Hery Haryanto, Ruth Stella P

Disain Sistem PLTS 12 Vdc untuk Rumah dengan Konsumsi Daya Rendah 118-124
I B F Citarsa, I N W Satiawan, I M B Suksmada, Supriono

Modifikasi Inverter Jembatan-H untuk Perbaikan Sistem Konversi Daya Listrik pada Pembangkit Listrik Bersumber Energi Terbarukan 125-131
I Nyoman Wahyu Satiawan, Ida Bagus Fery Citarsa, I Made Ginarsa

Penentuan Efisiensi Konversi Energi Mesin Termoakustik Dengan Simulasi Parameter Regenerator 132-136
Nurpatria, Syahrul, Pandri Pandiatmi, I Made Adi Sayoga, Arif Mulyanto

Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (TOGA) yang Berkhasiat dalam Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan di Desa Kekeri Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat NTB 137-147
I Gusti Agung Ayu Hari Triandini, Nening Listari

Kualitas Tanah di Bawah Tegakan Agroforestri Tanaman Mahoni dan Sengon di Tanah Pasiran Lahan Sub Optimal Kering (LSOK) Kabupaten Lombok Timur Setelah 17 Tahun Penanaman 148-156
Suwardji, Sukartono, B.H. Kusumo, L.A. Aria Bakti, Putrawan Habibi

Efektifitas Implementasi Skema Kemitraan Kehutanan di Kawasan Hutan Sambelia Kabupaten Lombok Timur 157-166
Markum, Andy C Ichsan, Maiser Saputra, M Rifky Tirta Mudhofir

Rancang Bangun Sistem Informasi Borang Akreditasi Sarjana di Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram 167-177
Moh. Ali Albar, Budi Irmawati, Sri Endang Anjarwani, Ahmad Zafrullah Mardiansyah

Tingkat Adopsi Komponen Teknologi PTT Sebelum dan Sesudah Pendampingan (Studi Kasus di Desa Poto Kabupaten Sumbawa) 178-184
Yuliana Susanti, M. Yasin, Yul Alfian Hadi, Nani Herawati

Pengembangan Model Neural Network Berbasis Wavelet B-Spline sebagai Fungsi Aktivasi dan Penerapan Inferensi Fuzzy pada Proses Pembelajarannya untuk Pemodelan Masalah Hidrologi 185-196
Lailia Awalushaumi, Syamsul Bahri, Nurul Fitriyani

Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+) Terhadap Suhu Di Kota Padang 197-202
Ahmad Mudyanto, Siti Alaa, Susi Rahayu, Alfina Taurida Alaydrus

Potensi Ekstrak Kulit Buah Rukam (Flacurtia rukam Zoll) Sebagai Photosensitizer Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) 203-208
Dian W. Kurniawidi, Heri Andrian, Siti Alaa, Susi Rahayu

Arsitektur Pengaksesan Informasi Berbasis Bot Telegram di Lingkungan Universitas Mataram 209-217
Ariyan Zubaidi, Agus Arimbawa, Andy Hidayat Jatmika, I Gde Putu Wirarama Wedashwara Wirawan

Hubungan Pemberian Asi Eksklusif terhadap Kejadian Perawakan Pendek pada Anak Usia 6-12 Bulan di Lokus Stunting Lombok Tengah, Nusa Tenggara Barat 218-228
Ristania Ellya John, Titi Pambudi Karuniawaty, Ni Komang Ayu Swanitri Wangiyana, Qisthinadia Hazhiyah Setiadi, Ratu Missa Qurani, Lina Nurbaiti, Jeslyn Tengkawan, Zulfikar Ihyauddin, Ayu Anandhika Septisari

Sikap dan Kesadaran Masyarakat Tradisional Desa Segenter Kabupaten Lombok Utara dalam Menerima Informasi Bencana Berbasis Sains dan Teknologi 229-239
Eka Putri Paramita, I Wayan Suadnya

Respon Pertumbuhan dan Hasil Lima Varietas Kedelai di Lahan Sawah Kabupaten Lombok Tengah 240-249
Ai Rosah Aisah, Nani Herawati, Awaludin Hipi

Aplikasi Pupuk Hayati-Fosfat untuk Substitusi Pupuk Anorganik-P dalam Mempengaruhi Pertumbuhan Akar dan Tajuk Tanaman Kedelai 250-259
Lolita Endang Susilowati, Zaenal Arifin

Kajian Kematangan Kompos dengan Berbagai Dekomposer 260-267
Zaenal Arifin, Ni Wayan Dwiani Dulur, I Putu Silawibawa, Lolita E. Susilowati , Mansur Ma'shum

Pengaturan Kecepatan Penggerak Mula Menggunakan Penyearah Terkontrol untuk Sinkronisasi Generator ke Jala-Jala Listrik 268-276
Sultan, I Made Ari Nrartha, Agung Budi Muljono, I Made Ginarsa, Warindi

Analisis Regresi Poisson Inverse Gaussian untuk Mengatasi Overdispersion (Studi Kasus: Jumlah Kasus Data HIV di Indonesia Tahun 2017) 277-287
Qatri D. Amini, Nurul Fitriyani, I Gede Adhitya W. Wardhana

Adaptasi Pertumbuhan Tanaman Bunga Sedap Malam (*Polianthes tuberosa L.*) di Dataran Rendah Pulau Lombok 288-294
Nani Herawati, Ai Rosah Aisah, Muji Rahayu, Baiq Nurul Hidayah

Hubungan Bobot Badan dengan Ukuran Skrotum pada Sapi Bali, Sumbawa dan Persilangannya di Kabupaten Sumbawa 295-305
Arjuna Hasbi, Lestari, Ramha Jan

Evaluasi Kapasitas dan Zonasi Jaringan Drainase Guna Penanggulangan Banjir Terpadu di Sistem Drainase Ancar Kota Mataram 306-318
Agustono Setiawan, Lalu Wirahman W., Bambang Harianto, Salehudin, Agus Suroso

Pertumbuhan dan Daya Hasil Tanaman Jagung (*Zea maize L.*) pada Berbagai Takaran Pupuk Phonska di Lahan Kering Kecamatan Gerung, Lombok Barat 319-332
IGM. Kusnarta, W. Sudika

Karakteritik dan Pemanfaatan Mineral Liat (Clay) dalam Bidang Pertanian dan Non-Pertanian 333-341
Joko Priyono

Transformasi Sosial Ekonomi Program Pemberdyaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR) terhadap Pendapatan dan Penyerapan Tenaga Kerja Petambak Garam di Kawasan Pesisir Lombok Timur 342-353
Syarif Husni, M.Yusuf, Ni Made Nike Z.W., Rizki Ratnasari

Penggunaan Aspal Modifikasi Serbuk SeratPelepah Batang Pisang Pada Beton Aspal Lapis Pengikat (*Asphalt Concrete-Binder Course*) 354-364
Desi Widianty, Ratna Yuniarti, Akmaluddin, Agung Prabowo, Shofia Rawiana

Model Von Bertalanffy Pertumbuhan Panjang Abalon di Sekotong, Lombok Barat 365-375
Marliadi Susanto, Mamika Ujianita Romdhini, Siti Raudhatul Kamali, Laya Zurfani

Kajian Penerapan Teknik Hurdle dalam Pengolahan Perikanan Pesisir Lombok Timur 376-385
Baiq Rien Handayani, Bambang Dipokusumo, Wiharyani Werdiningsih, Tri Isti Rahayu, Asri Iga Siska

Study Karakteristik Sifat Kualitatif dan Morfometrik Ayam Kampung dengan Berbagai Tipe Jengger di Pulau Lombok 386-397
Lestari, Maskur, R. Jan, Rozi,T., L.M. Kasip, M. Muhsinin

Penggunaan Data Satelit Terra Modis Sebagai Dasar Deliniasi Zone Orografis di Pulau Sumbawa 398-410
Mahrup, Padusung, IGM. Kusnarta, I Nyoman Soemeinaboedhy, Fahrudin

Implementasi Single Sign On pada Sistem Informasi Kepuasan Belajar Mengajar Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram 411-417
Fitri Bimantoro, Ario Yudo Husodo, Ida bagus Ketut Widiartha, I Gede Pasek Suta Wijaya

Dampak Gempa terhadap Motivasi dan Kinerja Usahatani Jagung di Lahan Kering Lombok Utara 418-426
I Wayan Suadnya, Agus Purbathin Hadi, Dian Lestari Miharja

Gambaran Kualitas Hidup Pasien Rinosinusitis Kronis Dengan Cuci Hidung Sebagai Terapi Adjuvan 427-433
Eka Arie Yuliyani, Hamsu Kadriyan, Didit Yudhanto

Identifikasi Telur Nematoda Usus Pada Kuku Siswa Sekolah Dasar di Pesisir Pantai 434-439
Eva Triani, Indana Eva Ajmala, Rika Hastuti Setyorini, Eka Arie Yuliyani, Dody Handito

Kajian Perubahan Ragam Genetik Akibat Seleksi Pada Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) 440-451
I W Sudika, I W. Sutresna, D. R. Anugrahwati

Potensi Produksi Mutan Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Asal Sulawesi Tenggara 452-458
Ni Wayan Sri Suliartini

Pengaruh Sistem Irigasi, Biochar, Pupuk Hayati dan Fitosan terhadap Pertumbuhan, Hasil dan Efisiensi Irigasi untuk Tanaman Sorgum di Tanah Pasiran Lahan Sub Optimal Kering di Kabupaten Lombok Utara 459-466
Sukartono, Suwardji, M.Khairul Azmi

Karakter Kuantitatif dan Kadar Prolin Tanaman Kacang Tanah pada Kondisi Cekaman Kekeringan 467-476
A. Farid Hemon , Kisman, Sumarjan, Uyek Malik Yakop, Lestari Ujianto

Perencanaan Sistem Arsitektur Enterprise untuk Optimalisasi Infrastruktur dan Sistem Informasi pada Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram dengan *Zachman Framework* 477-491
Nadiyasari Agitha, Royana Afwani, Arik Aranta, Gibran Satya Nugraha

Peningkatan Produktivitas Jagung dengan Aplikasi Paket Pemupukan Berbasis Pupuk Hayati Mikoriza dan Bahan Organik di Lahan Kering 492-502
Wahyu Astiko, I Made Sudantha, Mery Windarningsih, Irwan Muthahanas

Karakter Agronomi Galur Padi Sawah Beras Merah Tipe Ideal 503-511
IGP Muliarta, AAK Sudharmawan, W. Sri Suliartini

Heritabilitas Karakter Kuantitatif Galur-Galur Padi Beras Hitam Hasil Seleksi Pedigree 512-518
I Gusti Putu Muliarta Aryana, Bambang Budi Santoso, AAK Sudharmawan, Ni Made Laksmi Ernawati, I Gusti Ayu Utari Aryani

Prediksi Efisiensi Inhibisi Korosi Senyawa Imidazol Pada Baja Karbon Berdasarkan Teori Fungsional Kerapatan 519-533
Saprizal Hadisaputra, Dina Asnawati, Zohrul Iskandar

Bioaktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Kulit Batang Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) 534-539
Dian Lestari, Ni Made Sudewianingsih, Surya Hadi, Ni Komang Tri Dharmayani

Pendekatan Faktor Parameter Tanah dan Beban Repetisi Kendaraan dalam Menangani Kerusakan Jalan Paska Gempa 7.0 SR di Kabupaten Lombok Utara 540-561
Wayan Suteja, IAO Suwati Sideman, I D G Wira Pariangga

Ideal Prima pada Bilangan Bulat Gauss Modulo $\mathbb{Z}_{12}[i]$ 562-566
Wahyu Ulyafandhie Misuki, I Gede Adhitya Wisnu Wardhana

Pengaruh Ukuran Partikel dan Tekanan Kempa terhadap Karakteristik Briket Arang Bambu Duri (*Bambusa blumeana BI. Ex Schult. F*) 567-573
Dwi Sukma Rini, Febriana Tri Wulandari, Andi Tri Lestari, Kornelia Webliana

Rasio Bobot Benih yang Dilapisi Pupuk Organomineral terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Tanah 574-580
A A K Sudharmawan, Joko Priyono, Amrul Wahyudi

Perubahan Iklim dan Potensi Energi Terbarukan di Lombok 581-591
Suci Agustiarini], Afriyas Ulfah, Dewo Sulistio Adi Wibowo, Anas Baihaqi, Restu P Megantara

Model Penyediaan Benih Padi Melalui Sekolah Lapang Desa Mandiri Benih dalam Menghadapi Era Industri 4.0 di Nusa Tenggara Barat 592-600
Hiryana Windiyani, Yuliana Susanti, Ai Rosah Aisah, Awaludin Hipi

Produksi Antibodi Pada Hewan Sebagai Bahan Untuk Profilaktik, Diagnostik, dan Terapetik Penyakit di Masa Depan

Antibody Production in Animals as Material for Prophylactic, Diagnostics, and Therapeutic Diseases in the Future

Muhamad Ali[1], Muhamad Amin[2], dan Yunita Sabrina[3*]

[1]Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Fakultas Peternakan, Universitas Mataram,
[2]Jurusan Manajemen Kesehatan Ikan dan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga
[3]Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Mataram

**email: yunitasabrina@yahoo.com*

ABSTRAK

Antibodi merupakan salah satu temuan dan hadiah terbesar para ilmuwan bioteknologi untuk melindungi manusia dari serangan aneka penyakit yang akhir-akhir ini semakin beragam. Molekul imunoprotektif tersebut memiliki aneka manfaat, baik untuk pencegahan, deteksi, maupun untuk pengobatan berbagai jenis penyakit. Selain itu, antibodi juga semakin banyak dipergunakan di bidang riset untuk mengetahui interaksi antar molekul-molekul baru pada mahluk hidup. Pesatnya penggunaan antibodi tersebut menuntut pengembangan teknologi produksi dan rekayasa guna menghasilkan antibodi dalam jumlah dan bentuk sesuai kebutuhan. Pada review ini akan diulas teknologi-teknologi terkini dalam menghasilkan antibodi pada aneka hewan, terutama pada ternak unggas yang dapat menghasilkan antibodi melalui telur sehingga dapat mencegah pengambilan darah yang harus dilakukan ketika menghasilkan antibodi pada hewan lain. Selain itu, juga akan dipaparkan pemanfaatan antibodi untuk tujuan mencegah, mendeteksi, dan mengobati suatu penyakit.

Kata kunci: antibodi, hewan, monoklonal, poliklonal, unggas

ABSTRACT

Antibodies are among the greatest inventions of biotechnology scientists to protect human life from infection of various diseases which are lately increasing. This immune-protective molecule has various benefits, for prevention, detection, and the treatment of various diseases. In addition, antibodies are also increasingly used in the field of research to determine the interaction between new molecules in living things. The rapid use of these antibodies requires development of production and engineering

technologies to produce antibodies. This article reviewed the latest technologies in antibody generation in many animals including poultry which can produce antibodies through eggs. This platform can avoid previous technologies using animal blood. In addition, the use of antibodies for profilactic, diagnostic, and theraupetic agents would be explained.

Keywords: antibody, animal, monoclonal, polyclonal, poultry

PENDAHULUAN

Antibodi atau imunoglobulin merupakan salah satu maha karya dan temuan terbesar para ilmuwan bioteknologi untuk umat manusia. Lebih dari satu abad yang lalu, Paul Ehrlich pertama kali menemukan fungsi dari sebuah protein spesifik yang ada pada sistem pertahanan tubuh kita. Protein yang dihasilkan oleh sel B plasma tersebut kemudian dikenal sebagai antibodi atau imunoglobulin. Penemuan tersebut memberikan penghargaan Nobel pada tahun 1908 kepada Paul Ehrlich bersama Elie Metchnikoff berkat kerjasamanya menghasilkan teori kekebalan tubuh.

Pada abad ke-20, banyak peneliti berhasil mendapatkan hadiah Nobel berkat penemuannya dalam penggunaan antibodi untuk berbagai keperluan. Pada tahun 1972, penemuan struktur kimia antibodi oleh Porter dan Edelman telah memberikan hadiah Nobel untuk kedua peneliti tersebut. Penggunaan antibodi untuk radioimunoasay pada tahun 1977 telah menyumbangkan hadiah Nobel untuk Yalow. Demikian juga dengan penemuan teknologi hibridoma untuk menghasilkan antibodi monoklonal telah memberikan hadiah Nobel untuk Kohler dan Milstein pada tahun 1984. Pada tahun 1987, Tonegawa mempelajari mekanisme pengaturan gen yang berada di dalam sel selama produksi antibodi di sel B.

Penggunaan antibodi semakin luas untuk berbagai keperluan, termasuk untuk deteksi penyakit (diagnosis), pencegahan guna melindungi manusia dari serangan aneka penyakit yang akhir-akhir ini semakin beragam, maupun untuk keperluan pengobatan berbagai jenis penyakit (Hansel, *et al*., 2010). Untuk penelitian biologi molekuler, antibodi dipergunakan untuk mengetahui interaksi antar molekul-molekul baru pada mahluk hidup (Chadd dan Chamow, 2001; Krauss, 2003). Yau, *et al*., (2003), menyatakan bahwa antibodi yang memiliki afinitas dan spesifisitas tinggi merupakan kunci keberhasilan untuk imunodiagnostik dan imunoterapi. Lebih lanjut dijelaskan bahwa pada masa lampau, antibodi poliklonal yang dihasilkan dari hewan yang diimunisasi maupun antibodi monoklonal yang dihasilkan dengan teknologi hibridoma telah digunakan secara luas di dunia pengobatan maupun teknologi imunologi.

Pesatnya penggunaan antibodi tersebut menuntut pengembangan teknologi produksi dan rekayasa guna menghasilkan antibodi dalam jumlah dan bentuk sesuai kebutuhan. Dilihat dari segi kuantitas, antibodi rekombinan dan fragmennya mewakili 30% dari semua protein yang sedang mengalami uji coba klinik saat ini (Hudson, 1998). Demikian pula dengan semakin pesatnya teknologi rekayasa telah menghasilkan aneka bentuk dan variasi antibodi untuk memenuhi kebutuhan.

Pada review ini akan diulas perkembangan teknologi dalam menghasilkan antibodi pada aneka hewan, terutama pada ayam petelur yang dapat menghasilkan antibodi melalui telur sehingga dapat mencegah pengambilan darah yang harus dilakukan ketika menghasilkan antibodi pada hewan lain. Selain itu, juga akan dipaparkan penggunaan antibodi untuk berbagai keperluan terutama untuk mencegah, mendeteksi, dan mengobati penyakit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Antibodi Pada Hewan

Antibodi dapat dihasilkan pada berbagai jenis hewan yang memiliki sistem kekebalan (imunitas) terhadap partikel asing berupa bakteri, virus, maupun patogen lainnya. Tubuh hewan tersebut akan memberikan tanggapan terhadap masuknya racun maupun partikel asing ke dalam tubuh. Hewan-hewan yang telah digunakan untuk menghasilkan antiobodi diantaranya mencit, kelinci, domba, babi, sapi, kuda, ayam, unta, maupun ikan (Yau, *et al*., 2003).

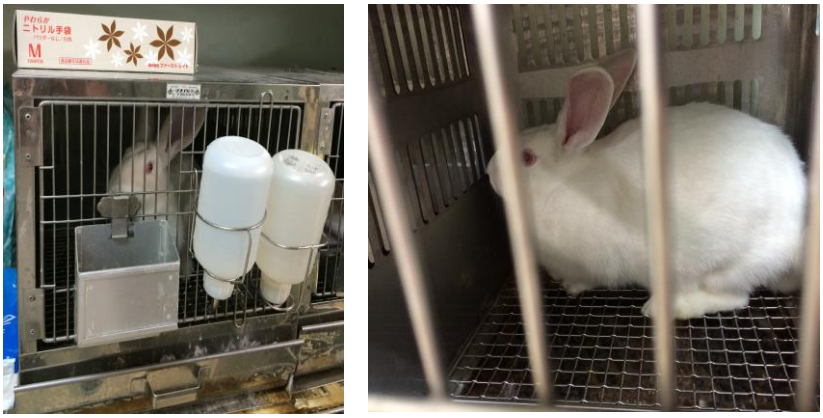
Pada tahun 1890-an, Emil von Behring dan Paul Erlich bekerja bersama untuk menghasilkan antibodi pada sapi perah dan kuda (Graham and Ambrosino, 2015). Kerja kedua peneliti ini berlanjut hingga untuk melakukan standarisasi terhadap produksi serum untuk pengobatan dipteria. Behring kemudian menggunakan kelinci untuk menghasilkan serum yang mengandung antibodi untuk mencegah tetanus pada kelinci. Kelinci yang diimunisasi dengan racun tetanus tersebut menghasilkan antiodi sehingga Behring dan rekan kerjanya Shibasaburo Kitasato mendapat hadiah Nobel pertama di bidang Fisiologi dan Kedokteran pada tahun 1901. Gambar 1 menampilkan penggunaan kelinci sebagai penghasil antibodi.

Keberhasilan pembuatan antibodi pada hewan telah mendorong para ahli untuk meningkatkan spesifikasi serta affinitas antibodi yang dihasilkan. Untuk itu, para ahli menghasilkan antibodi dari sel B klon tunggal yang dinamakan antiobodi monoklonal. Mencit merupakan hewan pertama yang digunakan untuk menghasilkan antibodi monoklonal untuk terapi. Tabel 1 menampilkan hewan-hewan yang digunakan untuk menghasilkan antibodi.

Tabel 1. Hewan penghasil antibodi dak karakteristik antibodi yang dihasilkan

Hewan penghasil antibodi	Aktifitas antibodi	Target antibodi
Mencit	Supresi imun	Anti-TNFα
Kuda poni	Anti-toksin	Dipteria
Sapi	Anti-toksin	*Clostridium difficile* colitis
Kuda	Antiviral	Rabies
Domba	Netralisasi obat	Toksin digoxin
Kelinci	Antibakteri	Pneumococcus

Sumber: Casadevall (1999)



Gambar 1. Penggunaan kelinci sebagai penghasil antibodi

Produksi antibodi pada hewan-hewan mamalia di atas disinyalir memiliki beberapa kelemahan, seperti i) memerlukan multi injeksi (*booster*) dengan antigen dan adjuvan, ii) biaya lebih mahal akibat membutuhkan antigen dan adjuvan yang lebih banyak, iii) membutuhkan prosedur sampling darah yang berulang-ulang (Muller *et al*., 2015). Hal ini mendorong para ahli untuk mencari hewan lain untuk mereduksi kelemahan-kelemahan di atas.

Ayam merupakan hewan yang semakin banyak digunakan untuk menghasilkan antibodi dalam 10 tahun terakhir (Gilgunn, *et al*., 2016; Ali, *et al*., 2018). Hof, *et al*., (2007) menyatakan bahwa secara filognetik, ayam memiliki kekerabatan yang lebih jauh dengan manusia dibandingkan antara manusia dengan tikus maupun mencit. Untuk itu, penggunaan ayam akan dapat menghasilkan antibodi yang lebih spesifik untuk manusia dibandingkan dengan penggunaan hewan mamalia lainnya. Jika dibandingkan dengan IgG yang diproduksi pada kelinci, IgY memiliki beberapa kelebihan: 1) tidak memerlukan pembedahan, hanya koleksi telur setelah imunisasi, 2) isolasi IgY lebih cepat dan mudah, 3) membutuhkan sedikit antigen untuk menghasilkan IgY yang memiliki titer tinggi (Tini, *et al*., 2002; Ali, 2017).

Imunisasi ayam petelur akan menghasilkan antibodi baik melalui serum maupun pada telur. Thu, *et al*., (2017) menyatakan bahwa Imunoglobulin kuning telur (Immunoglobulin Yolk/IgY) merupakan antibodi utama (75%) yang banyak terdapat pada kuning telur ayam. Untuk itu, antibodi tersebut dapat diperoleh melalui pemurnian pada kuning telur yang divaksin dengan antigen tertentu.

Keuntungan utama penggunaan ayam karena biaya murah, antibodi dapat diperoleh pada telur dari ayam yang telah diimunisasi, sehingga koleksi darah dapat dihindari (Li, *et al*., 2015). Selain itu, produktifitas ayam jauh lebih tinggi dibandingkan dengan produksi antibodi pada hewan lain dalam berat badan yang sama (Diraviyam, *et al*., 2014; Li, *et al*., 2015). Hasil penelitian tersebut merupakan rintisan penggunaan antibodi untuk tujuan profilaktik.

IgY dapat dimanfaatkan baik sebagai bahan untuk tes diagnostik (Hau, *et al*., 2005) maupun untuk obat pada hewan maupun manusia. IgY dari ayam yang telah diimunisasi dengan enterotoxin B rekombinan dari *Stapilococcus* telah digunakan untuk mengevaluasi pangan dari kontaminasi *Staphylococcus aureus* (Mudili, *et al*., 2015). Hof, *et al*., (2007) menyatakan bahwa IgY dapat dimanfaatkan untuk terapi penyakit pada manusia.

Antibodi Untuk Profilaktik

Penggunaan antibodi untuk pencegahan penyakit dari infeksi patogen telah dilakukan lebih dari 1 abad yang lalu. Berawal dari penelitian Paul Erlich pada tahun 1891 yang berhasil menemukan munculnya kekebalan terhadap bakteri tertentu dengan melakukan injeksi menggunakan antigen bakteri tersebut dengan jumlah dosis yang ditingkatkan. Hasil penelitian ini menjadi dasar dilakukannya penggunaan antibodi pada serum untuk imunisasi aktif dan pasif yang menyebabkan Erlich mendapatkan hadiah Nobel kedua pada tahun 1908 tentang sistem kekebalan humoral.

Emil A. Von Behring dan Shibasaburo Kitasato telah menghasilkan serum yang mengandung antibodi untuk menetralisir racun dari bakteri *Clostridium tetani* dan *Corynebacterium diphtheriae*. Imunisasi kuda dengan toksin kedua bakteri tersebut dapat menghasilkan serum yang mengandung antibodi untuk menetralisir racun dari kedua bakteri di atas (Hey, 2015).

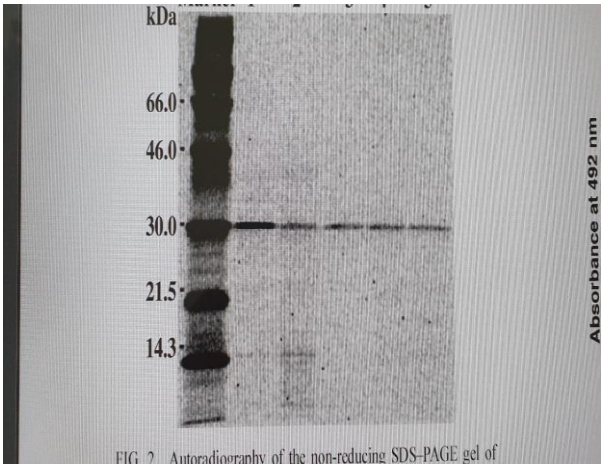
Imunisasi kuda untuk mendapatkan anti toksin bakteri juga telah berhasil menemukan penggunaan adjuvan. Beberapa ilmuwan yang memulai riset adjuvan dari dinding sel bakteri diantaranya adalah Frechman, Gaston Ramon. Pada tahun 1996, telah dihasilkan sebuah antibodi poliklonal untuk mencegah serangan virus yang menginfeksi paru-paru dan saluran pernapasan. Penggunaan antibodi tersebut dapat menurunkan jumlah pasien rawat inap (41%) serta lama waktu pasien dirawat di rumah sakit (53%) (Graham and Ambrosini, 2015).

Penggunaan antibodi untuk tujuan profilaktik berkurang setelah Fleming menemukan antibiotik pada tahun 1928 serta ditemukannya beberapa antibiotik yang lebih murah dan aman pada tahun 1930-an. Namun kelemahan penggunaan antibiotik yang mencuat belakangan adalah bermunculannya patogen yang kebal akibat penggunaan antibiotik yang tidak tepat. WHO mencatat lebih dari 25.000 orang di negara-negara Uni Eropa dan jumlah yang sama di Amerika Serikat meninggal dunia setiap tahun akibat infeksi patogen yang kebal antibiotik. Saat ini, antibodi telah digunakan baik untuk pencegahan maupun pengobatan penyakit akibat virus hepatitis B, virus rabies, virus saluran pernapasan, *Clostrisium tetani*, *Clostridium botulinum*, virus vaccinia, echovirus, dan enterovirus (Hey, 2015). Sampai pertengahan tahun 2016, lebih dari 650 penelitian melaporkan efektifitas IgY untuk meningkatkan sistem pertahanan tubuh. IgY sangat bermanfaat bagi seseorang yang tubuhnya tidak memberikan respon yang cukup terhadap vaksinasi (Thu, *et al*., 2017).

Antibodi Pada Hewan Sebagai Bahan Untuk Diagnostik

Diagnosis berbasis antibodi, diantaranya seperti imunoasay, telah diterima secara luas karena sangat sensitif dan mudah digunakan dibandingkan dengan teknik kromatografi konvensional (Yau, *et al*., 2003). Lebih lanjut dijelaskan bahwa imunoasay telah digunakan untuk memonitor adanya kontaminan bahan kimia organik seperti pestisida, bahan pengawet pada pangan, maupun adanya antibiotik di bidang pertanian maupun industri pangan. Semakin berkembangnya teknologi rekayasa antibodi untuk menghasilkan aneka jenis antibodi sesuai dengan tujuan tertentu, semakin meningkatkan pula penggunaan antibodi untuk diagnostik (Yau, *et al*., 2003).

Teknologi pengecatan dengan antibodi (*immuno-staining*) telah menggunakan antibodi untuk mengidentifikasi protein-potein lain. Untuk tujuan radioimunoasay, antibodi dipergunakan untuk melacak antigen yang dilabel dengan unsur isotop tertentu. Adapun unsur isotop yang sering digunakan diantaranya ^{3}H, ^{14}C, ^{32}P, ^{35}S dan ^{125}I, namun ^{3}H dan ^{14}C yang paling banyak digunakan untuk penelitian karena rendah energi emisi. Ali, *et al*., (2005) telah menggunakan asam amino yang dilabel dengan ^{14}C untuk mendeteksi antibodi yang terbentuk dengan komponen penyusun asam amino tersebut (Gambar 2). Pada penggunaan mikroskop elektron, antibodi yang dilabel dengan emas akan masuk ke sel dan berikatan dengan antigen yang sesuai. Antigen virus hepatitis B dapat dideteksi dengan teknologi radioimunoasay walaupun dengan konsentrasi sangat rendah (1 ng/ml) dalam darah (Rose, *et al*., 1986).



Gambar 2. Ban antibodi yang dihasilkan dengan asam amino yang dilabel ^{14}C.
(Sumber: Ali, *et al*., 2005)

Metode laboratorium lain yang menggunakan antibodi untuk deteksi protein lain adalah metode ELISA (Enzyme-linked Immunosorbent Assay). Metode tersebut pertama kali digunakan oleh Ercegovich pada tahun 1971 untuk mendeteksi senyawa tertentu pada sampel. Sampai saat ini, metode ini sangat poluler dan banyak digunakan untuk mendeteksi molekul-molekul kecil. Lain halnya dengan metode radioimunoasay, ELISA tidak menggunakan radisoisotop sehingga lebih mudah dan aman dalam pelaksanaannya. Selain itu, intensitas warna yang terbentuk pada metode ELISA mudah dideteksi dan dikuantitasi. Warna tersebut terbentuk karena antigen atau antibodi akan dilabel dengan enzim yang mampu memecah substrat. Substrat yang terpecah tersebut akan menimbulkan warna untuk memudahkan proses deteksi secara kuantitatif.

Antibodi Untuk Terapetik

Kemampuan antibodi untuk mengikat dan menetralkan bakteri maupun racun dari binatang merupakan alasan penggunaan antibodi untuk pengobatan penyakit yang disebabkan oleh racun. Senyawa-senyawa antibakteri dapat membunuh atau menghambat bakteri penghasil racun, sehingga antibodi telah digunakan untuk pengobatan penyakit dipteria, tetanus, botulism, maupun penyakit akibat gigitan hewan beracun (Casadevall, 1999).

Menurut Walker dan Burton (2018), antibodi digunakan sejak lebih dari 100 tahun yang lalu untuk terapi aneka jenis penyakit infeksi. Menurut Casadevall (1999), penggunaan antibodi untuk terapi pertama kali digunakan pada tahun 1890-an guna mengobati infeksi tertentu pada hewan coba. Stix (2001) menyebut antibodi sebagai "peluru magis" untuk menyembuhkan aneka jenis penyakit. Akhir-akhir ini, terapi berbasis antibodi telah menjadi pilihan utama terhadap infeksi virus, kelainan inflamasi, maupun penyakit ganas.

Antibodi monoklonal pertama yang telah digunakan untuk terapi dihasilkan dari mencit. Saat ini, banyak obat berbasis antibodi telah disetujui penggunaannya untuk pengobatan beberapa jenis penyakit termasuk kanker sampai penyakit autoimun. Fang, *et al*., (2005) melaporkan bahwa monoklonal antibodi banyak digunakan untuk pengobatan jangka waktu lama untuk kanker dengan dosis tinggi.

Menurut Yau, *et al*., (2003), pesatnya penggunaan berbagai jenis obat berbasis antibodi disebabkan karena teknologi untuk menghilangkan efek samping antibodi monoklonal yang

dihasilkan dari mencit semakin berkembang. Teknologi tersebut diantaranya teknologi okulasi (*grafting*) pada "*complementarity determining regions* (CDRs)" antibodi yang dihasilkan pada mencit dengan antibodi manusia dan teknologi mencit trangenik yang mampu menghasilkan antibodi manusia. Selain itu, semakin berkembangnya teknologi DNA rekombinan telah berhasil meningkatkan spesifikasi maupun afinitas antibodi sesuai dengan tujuan penggunannya.

Antibodi juga telah digunakan untuk pengobatan penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus. Antibodi yang spesifik akan dihasilkan dengan adanya serangan virus, sehingga antibodi akan menetralkan virion, mengganggu penempelan virus pada jaringan tubuh, dan mekanisme lainnya. Antibodi poliklonal yang dihasilkan pada serum manusia dapat digunakan untuk mengobati penyakit-penyakit yang disebabkan oleh virus hepatitis B, sitomegalovirus, maupun rabies. Pengobatan HIV dengan antibodi masih mengalami tantangan karena adanya variasi antigen HIV.

Keuntungan penggunaan antibodi untuk pengobatan diantaranya adalah antibodi dapat direkayasa secara cepat untuk melawan penyakit baru ataupun penyakit yang muncul kembali (*reemergent disease*). Dasar penggunaan antibodi untuk pengobatan kanker adalah kemampuan antibodi untuk berikatan dengan jaringan inang yang selanjutnya dapat memediasi kerusakan jaringan yang diikat tersebut melalui aktivasi sistem komplemen. Herceptin merupakan antibodi yang dihasilkan dengan rekayasa yang mampu berikatan dengan protein yang ditemukan pada kanker payudara. Pollyblank dan Monson (1997) melaporkan bahwa antibodi telah berhasil digunakan untuk pengobatan kanker kolon.

KESIMPULAN

Antibodi dapat dihasilkan oleh semua mahluk hidup yang memiliki sistem kekebalan, seperti mencit, kelinci, domba, babi, sapi, kuda, ayam, unta, ikan, bahkan manusia. Antibodi memiliki manfaat yang sangat luas, baik untuk pencegahan (profilaktik), diagnosis, terapi, hingga untuk keperluan riset. Teknologi terkini tentang rekayasa antibodi telah memperluas manfaat dan penggunaan antibodi di atas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) yang telah mendanai pelaksanaan penelitian dari skim Penelitian Terapan. Demikian pula kepada kolega-kolega di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Fakultas Peternakan maupun Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Mataram.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, M., Suzuki, H., Fukuba, T., Jiang, X., Nakano, H., and Yamane, T. 2005. Improvements in the cell-free production of functional antibodies using cell-extract from protease-deficient *Escherichia coli*. J. Biosci. Bioeng., 99, 181-186.

Ali, M., Ichsan, M., dan Sabrina Y. 2018. Ayam petelur sebagai bioreactor untuk menghasilkan immunoglobulin yolk sebagai reagen untuk deteksi dan terapi penyakit. Prosiding Seminar Nasional Saintek, Mataram.

Ali, M. 2017. Pengantar Bioteknologi. University of Mataram Press, Mataram.

Casadevall, A. 1999. Passive antibody therapies: progress and continuing challenges. Clin. Immun., 93, 1, 5-15.

Chadd, HE., and Chamow, SM. 2001. Therapeutic antibody expression technology. Curr Opin Biotechnol 12, 188-194.

Diraviyam, T., Zhao, B., Wang, Y., Schade, R., Michael, A., and Zhang, X. 2014. Effect of chiecken egg yolk antibodies (IgY) against diarhea in domesticated animals: a systematic review and meta-analysis. PLOSone, 9, 5.

Fang, J., Qian, J.J., Yi, S., Harding, T.C., Tu, G.H., VanRoey, M., Jooss, K. 2005. Stable antibody expression at therapeutic levels using the 2A peptide. Nat Biotech., 23, 5, 584-590.

Gilgunn, S., Martin, S.M., Worlmad, M.R., Zapatero-Rodriguez, J., Conroy, P.J., O'Kennedy, R.J., Rudd, P.M., and, Saldova, R. 2016. Comprehensive N-glycan profiling of avian immunoglobulin. PLOSone, DOI: 10.1371/journal.pone.0159859.

Graham, B.S., and Ambrosino, D.M. 2015. Histroy of passive antibody administration for prevention and treatment of infectious disease. Curr. Opin. HIV AIDS., 10, 3; 129-134.

Hansel, TT., Kropshofer, H., Singer, T., Mitchell, J.A., George, A.J. 2010. The safety and side effects of monoclonal antibodies. Nat Rev. Drug Discovery, 9, 325-338.

Hau, J., and Hendriksen, C.F.M. 2005. Refinement of policlonal antibody production by combining oral immunization of chickens with harvest of antibodies from the egg yolk. ILAR J., 46, 294-299.

Hey, A. 2015. History and practice: antibodies in infectious diseases. Microbiol. Spectrum, 3, 1-15.

Hof, D., Hoeke, MO., and Raats, J.M.H. 2007. Multiple-antigen immunization of chickens facilitates the generation of recombinant antibodies to autoantigens. Clin. Exp. Immun., 151, 367-377.

Hudson, P.J. 1998. Recombinant antibody fragments. Current opinion in biotechnology, 9, 395-402.

Krauss, J. 2003. Recombinnat antibodies for the diagnosis and treatment of cancer. Mol. Biotechnol., 25, 1-17.

Li, X., Wang, L., Zhen, Y., Li, S., Xu, Y. 2015. Chicken egg yolk antibodies (IgY) as non-antibiotic production enhancers for use in swine production: a review. J. Anim. Sci. Biotech., 6:40.

Mudili, V., Makam, S.S., Sundararaj, N., Siddaiah, C., Gupta, V.K., and Rao, P.V.L. 2015. A Novel IgY-aptamer hybrid system for cost-effective detection of SEB and its evaluation on food and clinical samples. Sci. Rep. 5, 15151.

Muller, S., Schubert, A., Zajac, J., Dyck, T., and Oelkrug, C. 2015. IgY antibodies in human nutrition for disease prevention. Nutrition J., 14: 109.

Pollyblank, A.M., and Monson, J.R.T. 1997. Monoclonal antibody treatment of colorectal cancer. Br. J. Surg., 84, 1511-1517.

Rose, NR., Friedman, H., Fahey, J.L. 1986. Mansla of clinical laboratory immunology. Washington DC., American Society for Microbiology.

Stix, G. 2001. The mice that warred. Sci. Am., 284, 6, 34-35.

Tini, M., Jewell, U.R., Camenisch, G., Chilov, D., Gassmann, M. 2002. Generation and application of chicken egg-yolk antibodies. Comparative Biochem. Physiol., 131, 569-574.

Thu, H.M., Myat, T.W., Win, M.M., Thant, K.Z., Rahman, S., Umeda, K., Nguyen, S.V., Icatlo, F.C., Higo-Moriguchi, K., Taniguchi, K., Tsuji, T., Oguma, K., Kim, SJ., Bae, HS., and Choi, H.J. 2017. Chicken egg yolk antibodies (IgY) for prophylaxis and treatment of rotavirus diarrhea in human and animal neonates: a concise review. Korean J. Food Sci. An. 37; 1-9.

Walker, L.M., and Burton, D.R. 2018. Passive immunotherapy of viral infections: 'super-antibodies' enter the fray. Nat Rev Immunol.;18(5):297-308.

Yau, K.Y.F., Lee, H., and Hall, J.C. 2003. Emerging trends in the synthesis and improvemnet of hapten-specific recombinant antibodies. Biotechnology advances, 21, 599-637.

Produksi Senyawa Metabolit Sekunder dari Tumbuhan Obat

Production of Secondary Metabolites from Medicinal Plants

Aliefman Hakim*, Dwi Laksiwati, Eka Junaidi, A. Wahab Jufri

FKIP, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62 Mataram 83125

*email: aliefmanhakim27@gmail.com

ABSTRAK

Senyawa metabolit sekunder sangat diperlukan oleh peneliti sebagai bahan baku obat, bahan baku sintesis molekul target, senyawa bioaktif dan senyawa model. Namun sampai saat ini, belum ada produsen yang memasok senyawa metabolit sekunder di Indonesia, sehingga sangat sulit menemukannya di pasar dalam negeri. Kebutuhan akan senyawa metabolit sekunder selama ini dibeli dari luar negeri dengan harga yang sangat mahal. Dilain pihak, Indonesia memiliki banyak keanekaragaman tumbuhan yang menjadi sumber dari senyawa metabolit sekunder. Modifikasi beberapa prosedur isolasi senyawa metabolit sekunder telah dilakukan dalam rangka produksi senyawa metabolit sekunder.

Kata kunci: produksi, senyawa metabolit sekunder, tumbuhan obat

ABSTRACT

Secondary metabolites were needed by researchers as raw materials for drugs, raw materials for synthesis of target molecules, bioactive compounds and model compounds. But until now, there were no producers that supply secondary metabolite compounds in Indonesia, so it is very difficult to find them in the domestic market. The need for secondary metabolite compounds has been purchased from abroad at very high prices. On the other hand, Indonesia has a lot of plant diversity which is the source of secondary metabolite compounds. Modification of several procedures for isolation of secondary metabolites has been carried out in the framework of the production of secondary metabolites.

Keywords: Production, secondary metabolites, medicinal plants

PENDAHULUAN

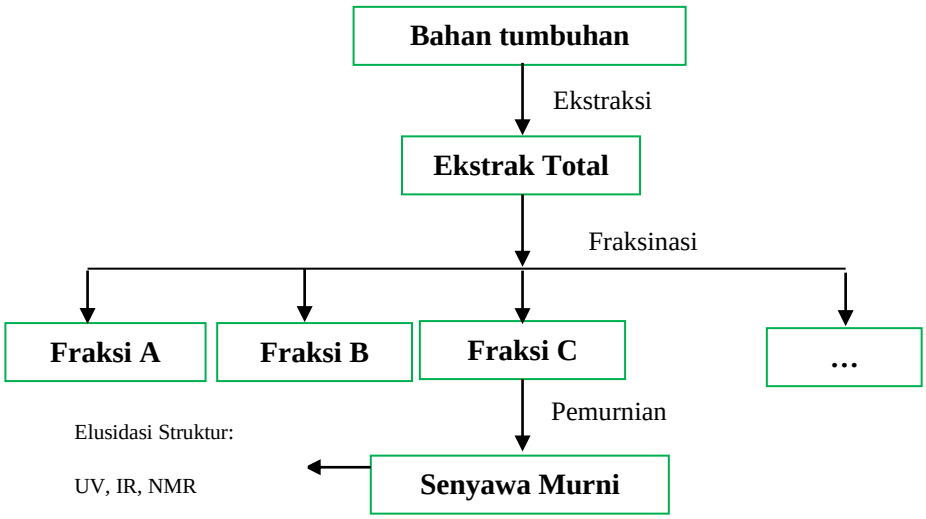
Senyawa metabolit sekunder sangat sulit ditemukan dipasaran Indonesia. Sampai saat ini, konsumen senyawa metabolit sekunder di Indonesia biasanya membeli senyawa metabolit sekunder via online dari luar negeri, seperti dari Sigma-Aldrich (www.sigmaaldrich.com), Dhgate (http://www.dhgate.com), dan Chemazone (http://www.chemazone.com). Kelangkaan senyawa metabolit sekunder dipasar dalam negeri tersebut menyebabkan peneliti di perguruan tinggi (dosen dan mahasiswa) atau di lembaga penelitian dan pengembangan harus membeli senyawa metabolit sekunder dari luar negeri

dengan harga yang sangat mahal. Bahkan beberapa senyawa metabolit sekunder organisme asli Indonesia sulit ditemukan dipasaran luar negeri karena adanya kekhasan senyawa yang dikandung oleh organisme tersebut.

Kimia bahan alam merupakan bidang ilmu khusus yang mengkaji tentang metabolit sekunder (Hakim, *et al.*, 2016[a]; Hakim, *et al.*, 2016[b]; Hakim, *et al.*, 2012). Program studi pendidikan kimia, FKIP, Universitas Mataram melaksanakan perkulihan kimia bahan alam yang didukung dengan kegiatan praktikum (3(1) sks). Pelaksanaan praktikum tersebut disusun berdasarkan hasil riset tentang cara mengisolasi metabolit sekunder dari berbagai spesies tumbuhan. Beberapa riset yang telah dilakukan oleh Ketua Tim (Dr. Aliefman Hakim, M.Si) yang didanai oleh Dikti menyangkut prosedur isolasi metabolit sekunder telah banyak melakukan modifikasi dan inovasi terkait dengan cara mengisolasi metabolit sekunder dari berbagai spesies tumbuhan (Hakim, 2008[a]; Hakim, 2008[b]; Hakim, 2009[a], 2009[b]; Hakim, 2010; Hakim, *et al.*, 2010; Hakim & Jufri, 2011; Hakim, *et al.*, 2016[a]; Hakim, *et al.*, 2016[b]). Modifikasi dan inovasi prosedur isolasi metabolit sekunder tersebut telah berhasil memyederhanakan dan menurunkan biaya yang dibutuhkan untuk setiap tahapan isolasi metabolit sekunder dari berbagai spesies tumbuhan.

BAHAN DAN METODE

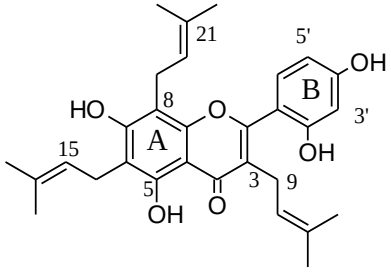
Produk senyawa metabolit sekunder diisolasi dari berbagai spesies organisme asli Indonesia. Senyawa metabolit sekunder tersebut diperoleh melalui langkah-langkah isolasi metabolit sekunder. Meskipun secara umum proses isolasi metabolit sekunder dapat diuraikan menjadi tahap ekstraksi, fraksinasi, pemurnian, dan elusidasi struktur, namun setiap senyawa metabolit sekunder memiliki langkah isolasi dan identifikasi yang berbeda. Senyawa metabolit sekunder yang sama dapat diisolasi dengan cara yang berbeda-beda. Berdasarkan hal tersebut, maka modifikasi untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder dari suatu spesies tumbuhan sangat mungkin dilakukan. Modifikasi tersebut dapat dilakukan pada pelarut, eluen, metode ekstraksi, fraksinasi, maupun pemurniannya. Secara umum metode isolasi senyawa metabolit sekunder dapat dilihat dalam Gambar 1 (Hakim, *et al.*, 2016[a]).



Gambar 1. Prosedur umum isolasi metabolit sekunder

HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu produk senyawa metabolit sekunder yang telah dihasilkan yaitu: senyawa artelastisin dari terep (*Artocarpus scortechinii)*. Struktur senyawa artelastisin dapat dilihat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Struktur produk senyawa metabolit sekunder

Senyawa metabolit sekunder ini dapat dimanfaatkan untuk penelitian, tugas akhir (skripsi, tesis, atau disertasi), atau keperluan lainnya. Alternatif pemanfaatan senyawa metabolit sekunder dapat dijabarkan sebagai berikut.

1. Bioaktivitas (antibakteri, antijamur, antimalaria, sitotoksik dan lain-lain)
    - Membandingkan bioaktivitas senyawa metabolit sekunder dengan ekstrak total tumbuhan (studi literatur bioaktivitas, golongan, dan jalur biogenesis senyawa metabolit sekunder, studi literatur tumbuhan penghasil senyawa metabolit sekunder, uji antibakteri atau antijamur senyawa metabolit sekunder dan ekstrak total tumbuhan)
    - Membandingkan bioaktivitas suatu senyawa metabolit sekunder dengan senyawa metabolit sekunder lainnya (studi literatur bioaktivitas, golongan, dan jalur biogenesis dua atau lebih senyawa metabolit sekunder, uji antibakteri atau antijamur dua atau lebih senyawa metabolit sekunder)
2. Bahan baku sintesis kimia
    - Melakukan transformasi gugus fungsi suatu senyawa metabolit sekunder (Kajian rancangan sintesis molekul target dari bahan baku senyawa metabolit sekunder, retrosintesis, mekanisme reaksi molekul target, transformasi molekul target di laboratorium, identifikasi molekul target yang dihasilkan)
    - Membandingkan bioaktivitas suatu senyawa metabolit sekunder sebelum transformasi gugus fungsi dan setelah transformasi gugus fungsi
3. Kemotaksonomi

Mengkaji keberadaan senyawa metabolit sekunder dalam spesies tumbuhan yang tergabung dalam satu genus dan spesies tumbuhan yang berbeda genus. (Senyawa metabolit sekunder digunakan sebagai penanda dalam spesies tumbuhan tertentu berdasarkan nilai Rf dalam KLT).

KESIMPULAN

Tim telah mampu memproduksi senyawa metabolit sekunder. Salah satunya senyawa artelastisin dari *Artocarpus scortechinii*. Senyawa metabolit sekunder tersebut dapat

dimanfaatkan untuk kegiatan penelitian, tugas akhir (skripsi, tesis, atau disertasi), atau keperluan lainnya seperti uji bioaktivitas, bahan baku sintesis kimia, kajian kemotaksonomi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada Kementrian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan bantuan pendanaan pada riset ini.

DAFTAR PUSTAKA

Hakim, A. 2008[a]. Kudraflavon C dari kayu batang *Artocarpus scortehinii* King. *Makalah*. Disampaikan pada Seminar Nasional PMIPA FKIP Universitas Mataram. Mataram, 17 Mei 2008.

Hakim, A. 2008[b]. "Asam 5-metoksi salisilat dari kayu batang *Artocarpus scortehinii* King." *Jurnal Pijar MIPA*. 3, (2), 34-39.

Hakim, A. 2009[a]. "A Prenylated Flavone from The Heartwood of *Artocarpus Scortechinii* King *(Moraceae)"*. *Indonesian Journal of Chemistry*. 9, (1), 146-150.

Hakim, A. 2009[b]. Scrining Phytochemistry on The Heartwood and The Root Bark of The *Artocarpus camasi* (Moraceae) *Proceeding of The Third International Seminar on Science Education ISBN:* 978-602-8171-14-1 *"Challenging Science Education in The Digital Era" October 17th 2009.*

Hakim, A., Junaidi, E., & Sani, Y.A. 2010. "Antimalarial Activity and Chemical Analysis of A Secondary Metabolite from Heartwood and Root Bark of *Artocarpus camansi* Blanco. (Moraceae)". *Jurnal Ilmu Farmasi Indonesia.* 8, (2), 135-137.

Hakim, A. 2010. "Diversity of secondary metabolites from Genus *Artocarpus* (Moraceae)". *Nusantara Bioscince*. 2, (3), 146-156.

Hakim, A. & Jufri, W. 2011. "Aktivitas Antimalaria dan Analisis Metabolit Sekunder Kayu dan Kulit Batang *Artocarpus odoratissimus* Blanco. (Moraceae)". *Jurnal Bahan Alam Indonesia*. 7, (6), 302-305.

Hakim, A., Liliasari, Kadarohman, A. 2012. "Student understanding of Natural Product Concept of Primary and Secondary Metabolites Using CRI Modified". *International Online Journal of Educational Sciences*. 4, (3), 544-553.

Hakim, A., Liliasari, Kadarohman, A., Syah, Y.M. 2016[a]. Making a Natural Product Chemistry Course with a Mini Project Laboratory. *J. Chem. Educ., 93* (1), 193–196.

Hakim, A., Liliasari, Kadarohman, A., Syah, Y.M. 2016[b]. Effects of the Natural Product Mini Project Laboratory on the Students Conceptual Understanding. *Journal of Turkish Science Education.* 13 (2), 27-36.

Pengembangan Registrasi Kanker Kepala dan Leher Sebagai Salah Satu Metode Pemanfaatan *Big Data* pada Era Revolusi Industri 4.0

The Development of Head and Neck Cancer Registry as One of the Methods to Utilize a Big Data in the Industrial Revolution 4.0 Era

Hamsu Kadriyan
Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat. Tel. +62-370-623171

**email: hamsu@unram.ac.id*

ABSTRAK

Kasus kanker kepala dan leher merupakan kasus yang sering ditemukan di Indonesia, tetapi sistem pencatatan rekam medik masih perlu disempurnakan. Hal ini memunculkan peluang untuk mengembangkan sistem registrasi untuk kasus-kasus tersebut untuk menunjang rekam medik. Tujuan penelitian ini adalah untuk menggali peluang pengembangan registrasi kanker kepala dan leher di Indonesia untuk meningkatkan angka publikasi retrospektif. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah telaah literatur. Hasil yang diperoleh menunjukan bahwa registrasi pasien kanker kepala dan leher dapat digunakan untuk merekam berbagai karakteristik seperti demografi, karakteristik klinis, diagnosis, penatalaksanaan dan prognosis. Hal ini akan memudahkan untuk menjadikan data dasar tersebut sebagai bahan untuk publikasi khususnya dengan menggunakan data retrospektif.

Kata kunci: kanker kepala dan leher, publikasi, registrasi

ABSTRACT

Head and neck cancer cases were frequently found in Indonesia, however, the quality of medical records system remain need to be increase. Due to this problem, there was an opportunity to developed head and neck cancer registry to support the medical records. The aim of this study was to explore the opportunity to developed head and neck cancer registry in Indonesia to increase the number of retrospective publication. The methods on this study was literature review. The result of this study showed that head and cancer registry could be used for recording several characteristics such as demography, clinical characteristics, diagnosis, treatment, and prognosis. This registry could aid the researcher to use the databased to increase the number of publication especially with the retrospective data.

Keywords: head and neck cancer, publication, registry

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara di dunia dengan penduduk terbesar di dunia setelah China, India, dan Amerika Serikat. Jumlah penduduk Indonesia saat ini berjumlah lebih dari 250 juta orang (Roser, *et.al.*, 2019). Berdasarkan WHO, 95% dari penduduk dunia akan mengalami keadaan sakit dalam setiap tahunnya. Sakit yang diderita dapat berupa sakit ringan yang hanya butuh rawat jalan sampai dengan sakit berat yang membutuhkan rawat inap dan tindakan dengan alat-alat canggih. Sekitar 31% penduduk dunia akan kehilangan hari kerja akibat sakitnya tersebut (Organization, 2015).

Berdasarkan jumlah penduduk Indonesia saat ini, diperkirakan dalam satu tahun terdapat 77 juta orang yang sakit dan kehilangan waktu kerjanya. Bahkan menteri kesehatan pada tahun 2015 mengatakan jumlah penduduk Indonesia yang sakit sebanyak 65% (Noviani, 2015). Jumlah kasus tersebut tentu bukan jumlah yang sedikit dan tentu akan terdapat banyak variasi kasus di dalamnya, salah satuya adalah kasus keganasan. Ditemukan juga banyak kasus-kasus spesifik di Indonesia karena letak geografisnya di daerah tropis. Kasus-kasus spesifik seperti malaria dan dengue sangat dominan (Yi, 2017). Demikian juga kasus kanker nasofaring yang dominan di negara-negara asia bagian selatan dan asia tenggara termasuk Indonesia dibandingkan negara-negara eropa (Adham, *et al.*, 2012).

Sayangnya, dibalik jumlah pasien dan variasi kasus yang banyak tersebut, dokumentasi kasus di Indonesia masih kurang baik. Demikian juga dengan kepatuhan mengisi rekam medis masih kurang walaupun dengan sistem akreditasi rumah sakit maupun pusat pelayanan kesehatan tingkat pertama telah berjalan dengan baik (Andarini, 2015).

Hal ini berdampak pada publikasi internasional di jurnal terindeks scopus yang relative rendah, khususnya penelitian retrospektif, bila dibandingkan negara-negara sekitar seperti Malaysia, Thailand dan singapura (Nasution, 2018). Berdasarkan hal tersebut pada tulisan ini bertujuan untuk menggali peluang pengembangan registrasi kanker kepala dan leher di Indonesia untuk meningkatkan angka publikasi retrospektif.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan telaah pustaka (*review article*) yang dilakukan dengan menelusuri referensi-referensi terkait registrasi pada pasien kanker kepala dan leher maupun kaitannya dengan revolusi industri 4.0 yang telah terpublikasi pada berbagai jurnal baik nasional maupun internasional. Pada beberapa bagian ditambahkan dengan beberapa pendapat penulis yang diperoleh berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama berkiprah baik sebagai dokter, dosen, peneliti maupaun sebagai pimpinan dalam institusi pendidikan tinggi.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Kanker kepala dan leher merupakan kanker yang sering ditemukan di negara-negara berkembang termasuk Indonesia. Kanker ini merupakan keganasan terbanyak ke 6 di dunia yang dapat berupa kanker nasofarings, kanker sinonasal, kanker larings, ataupun kanker orofarings. Khusus kanker nasofarings, kanker ini merupakan kanker yang banyak ditemukan di negara- negara asia termasuk Indonesia (Bray, *et al.*, 2018). Dalam beberapa tahun terakhir ini terjadi peningkatan jumlah kasus kanker kepala dan leher. Kasus ini seringkali ditemukan dalam stadium lanjut (Shield, *et al.*, 2017).

Kadriyan (2019) menjelaskan dalam bukunya terkait karakteristik masyarakat pada masa revolusi industri 4.0, antara lain penggunaan internet dan *gadget* yang begitu luas. Hal ini berdampak pada informasi tentang kesehatan dapat diperoleh dengan sangat mudah. Demikian juga dengan pelayanan kesehatan, informasinya dapat dengan mudah diperoleh, termasuk informasi tentang penyakit atau gejala penyakit yang dialami oleh seseorang. Saat ini beberapa rumah sakit juga telah menerapkan pelayanan kesehatan berbasis daring, misalnya untuk pendaftaran pasien dapat dilakukan secara daring sehingga dapat mengurangi antrian di pendaftaran (Kadriyan, 2019).

Bila merujuk pada perkembangan teknologi saat ini, dimana telah terjadi perubahan yang besar dalam penggunaan internet, dokter pada masa revolusi industri 4.0 ini memiliki beberapa tantangan. Tantangan tersebut antara lain, dokter harus menyesuaikan diri dengan kemampuan masyarakat dalam mencari informasi terkait kesehatan. Jangan sampai pengetahuan pasien lebih baik dibandingkan dokter, sehingga dapat menimbulan rasa kurang percaya pasien terhadap dokter. Hal sebaliknya bisa terjadi pada pasien, dimana mereka menjadi tertekan atau depresi akibat salah mencari informasi di dunia maya. Dalam kondisi tersebut dokter harus dapat mengambil peran dalam memberi pandangan kepada pasien. Tantangan lainnya adalah berkembangnya kecerdasan buatan, dimana masyarakat diamanjakan dengan berbagai perangkat lunak yang dapat membantu melakukan deteksi terhadap kondisi kesehatan mereka, serta dapat juga digunakan untuk mencari obat-obat yang diperlukan untuk mengatasi masalah kesehatan yang dialami. Hal ini perlu diadaptasi oleh dokter untuk mengikuti perkembangan teknologi, baik untuk diagnosis, penatalaksanaan, pemantauan maupun rehabilitasi pasien. Namun untuk menyesuaikan diri tersebut tentu memerlukan biaya yang tidak sedikit. Hal ini merupakan tantangan tersendiri yang harus dihadapi oleh seorang dokter (Kadriyan, 2019).

Dibalik semua tantangan tersebut, timbul beberapa peluang antara lain, perkembangan teknologi ini dapat dimanfaatkan dengan adanya data yang begitu besar, baik untuk hasil pengobatan, perbaikan pelayanan kesehatan, deteksi dini penyakit dan lain-lain. Kedua, data pasien dapat diorganisir dengan menggunakan berbagai perangkat lunak. Ketiga, perkembangan tenologi ini juga dapat mempersingkat waktu pelayanan. Terakhir, dengan adanya teknologi semacam ini, dapat membangun kolaborasi anatara dunia kesehatan dengan bidang lainnya (Kadriyan, 2019).

Berdasarkan pada uraian di atas, seharusnya kasus-kasus kanker kepala dan leher yang banyak ditemukan di Indonesia khususnya dan di dunia secara umum dapat direkam dengan perangkat lunak yang terkoneksi internet (daring) maupun tanpa koneksi. Selanjutnya data tersebut dapat diorganisir dan digunakan untuk kepentingan penelitian, kemanusiaan, pembuatan kebijakan dan keperluan lainnya, tentu dengan tidak melanggar prinsip-prinsip hak azasi manusia dan otonomi pasien (Hartmann-Johnsen, *et al.*, 2019), (Lankarani, *et al.*, 2013).

Registrasi kanker kepala dan leher merupakan metode pencatatan pasien sehingga menjadi sebuah data dasar. Pada beberapa negara, system registrasi ini sudah berjalan dengan baik. Di Amerika sudah dilakukan sejak tahun 2004 (Murphy, *et al.*, 2007). Di Indonesia sebenarnya sudah dikembangkan oleh kelompok studi onkologi bedah kepala dan leher yang merupakan salah satu cabang ilmu di bagian telinga hidung tenggorok Indonesia, tetapi system ini masih diuji coba sehingga hasilnya masih belum dipublikasikan.

Contoh pada kanker lain seperti kanker payudara dan saluran cerna, sistem registrasi dapat dibuat untuk merekan berbagai karakteristik pasien seperti demografi berupa umur, jenis

kelamin, dan asal daerah. Karakteristik klinis seperti gejala kilinis dan hasil pemeriksaan fisik serta karakeristik hasil pemeriksaan penunjang seperti hasil laboratorium, histopatologi, radiologi dan pemeriksaan penunjang lainnya juga penting untuk direkam. Penentuan diagnosis dan stadium penyakit yang diderita merupakan karakteristik yang tidak pentingnya untuk direkam selain penatalaksanaan yang diberikan serta bagaimana hasil pengobatan tersebut setelah penatalaksanaan, demikian juga rehabilitasi yang dilakukan serta prognosis penyakit dan masih banyak lagi karakteristik yang dapat direkam (Hartmann-Johnsen, *et al.*, 2019), (Maharaj, *et al.*, 2019).

Registrasi ini dapat menjadi penunjang rekam medis yang sudah ada saat ini. Rekam medis di Indonesia sebagian besar masih menggunakan metode manual, belum menggunakan rekam medis elektronik atau berbasis teknologi digital. Akibatnya, data menjadi kurang tertata. Sehingga ada peluang untuk mengembangkan perangkat lunak untuk mengatasi masalah tersebut. Perangkat lunak yang dikembangkan haruslah mudah dioperasionalkan, tidak memakan waktu yang lama dan akhirnya dapat menjadi pelengkap rekam medis. Registrasi kanker berdasarkan sebuah penelitian di Amerika, menunjukkan bahwa validitasnya dalam mengukur kualitas layanan penderita kanker payudara lebih tinggi secara signifikan diabndingkan menggunakan data rekam medis (Malin, *et al.*, 2002). Namun, bila rekam medis sudah baik, mungkin registrasi ini dapat saja tidak diperlukan lagi. Seperti pengalaman di Iran, penerapan registrasi kanker ternyata sangat membantu dalam melengkapi beberapa data dasar pasien (Lankarani, *et al.*, 2013).

Terdapat beberapa hambatan yang mungkin dapat menjadi permasalahan seperti isu terkait persetujuan medis (*informed consent*) yang nantinya diperlukan pada saat akan mempublikasikan kasus tersebut. Isu lainnya adalah risiko kebocoran data yang mungkin saja dapat terjadi dan dimanfaatkan oleh orang-orang yang tidak bertanggung jawab, sehingga keamanan dan kerahasiaan data menjadi sebuah keniscayaan dalam pengembangan aplikasi tersebut (Kadriyan, 2019).

KESIMPULAN

Registrasi kanker kepala dan leher perlu dikembangkan dalam menunjang pelayanan dan penellitian serta publikasi dalam bidang tersebut. Namun perlu diingat bahwa pemanfaatan data perlu kehati-hatian mengingat adanya hak azasi manusia yang mungkin terganggu dan berpotensi menjadi masalah hukum.

DAFTAR PUSTAKA

Adham, M., Kurniawan, A.N., Muhtadi, A.I., Roezin, A., Hermani, B., Gondhowiardjo, S., Tan, I.B. & Middeldorp, J.M. 2012. Nasopharyngeal carcinoma in Indonesia: epidemiology, Incidence, sign, and symptoms at presentation. Chin J Cancer. 31(4):185–96.

Andarini, N.L.K.S. 2015. Analsis Kepatuhan Dokter Spesialis Dalam Pengisian Berkas Rekam Medis di Instalasi Rawat Inap Rumah Sakit Daerah dr. Soebandi Jember. Airlangga University.

Bray, F., Ferlay, J., Soerjomataram, I., Siegel, R.L., Torre, L.A. & Jemal, A. 2018. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: a cancer journal for clinicians. 68(6):394–424. DOI:

10.3322/caac.21492.

Hartmann-Johnsen, O.J., Kåresen, R., Schlichting, E., Naume, B. & Nygård, J.F. 2019. Using clinical cancer registry data for estimation of quality indicators: Results from the Norwegian breast cancer registry. International Journal of Medical Informatics. 125(August 2018):102–109. DOI: 10.1016/j.ijmedinf.2019.03.004.

Kadriyan, H. 2019. *Pelayanan kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala dan Leher pada Masa Revolusi* Industri *4.0: Refleksi dan Studi Kasus di NTB*. 1st ed. Mataram: Mataram University Press.

Lankarani, K.B., Khosravizadegan, Z., Rezaianzadeh, A., Honarvar, B., Moghadami, M., Faramarzi, H., Mahmoodi, M., Farahmand, M., et al. 2013. Data coverage of a cancer registry in southern Iran before and after implementation of a population-based reporting system: A 10-year trend study. BMC Health Services Research. 13(1):1–7. DOI: 10.1186/1472-6963-13-169.

Maharaj, A.D., Holland, J.F., Scarborough, R.O., Evans, S.M., Ioannou, L.J., Brown, W., Croagh, D.G., Pilgrim, C.H.C., et al. 2019. The Upper Gastrointestinal Cancer Registry (UGICR): a clinical quality registry to monitor and improve care in upper gastrointestinal cancers. BMJ Open. 9(9):e031434. DOI: 10.1136/bmjopen-2019-031434.

Malin, J.L., Kahn, K.L., Adams, J., Kwan, L., Laouri, M. & Ganz, P.A. 2002. Validity of cancer registry data for measuring the quality of breast cancer care. Journal of the National Cancer Institute. 94(11):835–844. DOI: 10.1093/jnci/94.11.835.

Murphy, B., Chen, A., Harari, P., Curran, W., Wong, S., Bellm, L., Gamber, D., Dawson, D., et al. 2007. Longitudinal Oncology Registry of Head and Neck Carcinoma (LORHAN), A New National Cancer Registry. International Journal of Radiation Oncology Biology Physics. 69(2):S138-139.

Nasution, M.K. 2018. Jurnal *Terakreditasi Secara Nasional*. Available: https://www.researchgate.net/publication/332351716_Jurnal_Terakreditasi_Secara_Nasional [2019, November 17].

Noviani, A. 2015. Menkes : 65 % Penduduk Sakit , Klaim BPJS Membengkak. *Bisnis.com*.

Organization, R. 2015. Over 95 percent of the world's population has health problems -- with over a third having more than 5 ailments. The Lancet.

Roser, M., Ritchie, H. & Ortiz-ospina, E. 2019. World Population Growth How is the global population distributed across the world ? Our World in Data. on-line ed(May):1–62. Available: https://ourworldindata.org/world-population-growth.

Shield, K.D., Ferlay, J., Jemal, A. & Sankaranarayanan, R. 2017. The Global Incidence of Lip , Oral Cavity , and Pharyngeal Cancers by Subsite in 2012. 67(1):51–64. DOI: 10.3322/caac.21384.

Yi, M.J. 2017. *The Most Common Diseases in Indonesia*. Available: https://borgenproject.org/common-diseases-in-indonesia/ [2019, November 17].

Persepsi Laki-laki terhadap Peningkatan Diversifikasi Pangan Rumah Tangga Tani Sebagai Upaya Pengurangan Stunting di Kabupaten Lombok Tengah

Male Perception on Increasing Household Food Diversification As an Effort to Reduce Stunting in Central Lombok District

Hayati[1*], Arifuddin Sahidu[2], Muktasam[3], Johan Bachri[4]

[1)] Fakultas Pertanian Unram, Jalan Pendidikan No. 62 Mataram
[2)] Fakultas Pertanian Unram, Jalan Pendidikan No. 62 Mataram
[3)] Fakultas Pertanian Unram, Jalan Pendidikan No. 62 Mataram

No. telp/HP dan Email: 087870990573 dan hayatizakaria75@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis persepsi laki-laki terhadap diversifikasi pangan rumah tangga tani sebagai upaya pengurangan *stunting* dan hubungannya dengan faktor karakteristik demografi, social ekonomi, intensitas penyuluh dan stereotype gender . Penelitian dilakukan di dua kecamatan di Kabupaten Lombok Tengah yang memiliki permasalahan *stunting*, yaitu Kecamatan Batukliang Utara dan Batukliang. Penelitian ini merupakan penelitian yang menggunakan metode penelitian survei dengan sampel sebanyak 60 responden yang terdiri dari masing-masing 30 responden yang tidak dan memiliki permasalahan *stunting* dalam rumah tangganya. Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan wawancara yang menggunakan kuisioner, wawancara mendalam dan FGD. Analisis data dilakukan dengan statistik deskriptif, statistik inferensial korelasi pearson, dan uji beda Mann Whitney Test. Hasil penelitian adalah persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga tergolong dalam kriteria rendah, tidak terdapat perbedaan persepsi antara responden yang rumah tangganya memiliki permasalahan *stunting* dan yang tidak; dan faktor yang berhubungan nyata dengan persepsi terhadap total diversifikasi pangan rumah tangga adalah karakteristik sosial yaitu keterdedahan media dan intensitas penyuluhan. Sementara itu, faktor yang berhubungan dengan diversifikasi produksi pangan dan susunan jenis pangan adalah stereotipe jender, serta faktor yang berhubungan dengan persepsi terhadap konsumsi pangan rumah tangga adalah karakteristik demografi yaitu pendidikan, karakteristik ekonomi yaitu pendapatan, dan karakteristik sosial yaitu keterdedahan media, kekosmopolitan dan intensitas penyuluhan. Untuk membangun persepsi laki-laki yang positif terhadap peningkatan diversifikasi pangan rumah tangga untuk mengurangi permasalahan stunting dibutuhkan informasi melalui kegiatan penyuluhan kepada laki-laki sebagai kepala keluarga dan banyak pihak tentang diversifikasi pangan, jumlah konsumsi pangan dan susunan jenis pangan yang sesuai kebutuhan anggota rumah tangga.

Kata kunci: persepsi, rumah tangga, penyuluhan, diversifikasi pangan, produksi pangan, konsumsi pangan.

ABSTRACT

The objective of the study was to analyze male perceptions on diversification of household food as an effort to reduce stunting and to analyse correlation between perception and demographic, socio-economic characteristics, extension worker intensity and gender stereotype. The study was conducted in two sub-districts in Central Lombok Regency which had stunting problems, namely North Batukliang and Batukliang Districts. This research is a research that uses a survey research method with a sample of 60 respondents which consisted of 30 respondents each whose households had stunting problem and who did not. Data collection is done by conducting interviews using questionnaires, in-depth interviews and FGDs. Data were analysed with descriptive statistics, Pearson's correlation inferential statistics, and Mann Whitney Test. The results of the study showed that male perception on household food diversification classified as low criteria; there was no difference in perception between respondents whose households had stunting problems and those who did not; and perceptions on total household food diversification were associated with social characteristics, namely media vulnerability and extension intensity. Perseptions on diversification of food production and composition of types of food was associated with gender stereotypes, and perceptions on food consumption were associated with demographic characteristics namely education, economic, income, and social characteristics namely media vulnerability, cosmopolitan and extension intensity. To build positive male perceptions of increasing household food diversification to reduce the problem of stunting, information is needed through extension activities for men and stakehollders about food diversification, the amount of food consumption and composition of food types according to the needs of household members.

Keywords: perception, household, extension, food diversification, food production, food consumption

PENDAHULUAN

Di Kabupaten Lombok Tengah, perempuan berperan utama dalam menyediakan, menyiapkan dan mendistribusikan makanan kepada semua anggota rumah tangga. Namun, perempuan belum mampu meningkatkan penganekaragaman pangan bergizi dan berimbang yang dikonsumsi oleh setiap anggota rumah tangga. Status ketahanan pangan rumah tangga tani di Kabupaten Lombok Tengah tergolong kurang tangan pangan dan tingkat konsumsi energi (TKE) rumah tangga tani sebesar 1.726,6 Kkal/kapita/hari adalah tergolong sangat rawan pangan. Artinya, anggota rumah tangga belum dapat memenuhi kebutuhan pangan dan gizi untuk dapat hidup sehat dan beraktifitas (Hayati, *et al.* 2018a,c). Kondisi ini akan mempengaruhi kualitas hidup sumber daya manusia ke depannya. Jayarni dan Sumarmi (2018) mengatakan bahwa ketahanan pangan rumah tangga berhubungan nyata dengan status gizi balita. Buletin Pemantauan Ketahanan Pangan (2017) juga menguatkan bahwa kerawanan pangan rumah tangga berhubungan dengan kekurangan asupan makanan dan kekurangan energi serta berhubungan dengan *stunting* yaitu sebuah kondisi dimana pertumbuhan pada anak terganggu akibat kekurangan gizi kronis sehingga mengakibatkan anak terlalu pendek untuk usianya. Kekurangan makanan yang bergizi bagi ibu hamil dan balita akan menimbulkan masalah *stunting.* Dinas Kesehatan Provinsi NTB (2017) mencatat bahwa di Kabupaten Lombok Tengah memiliki permasalahan stunting yang tertinggi di Pulau Lombok, yaitu 39,1 %.

Upaya penganekaragaman pangan dan gizi yang dikonsumsi anggota rumah tangga terkait dengan persepsi. Sumaryanto (2009) dalam Azhari (2013) mengatakan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi kebiasaan makan adalah budaya, persepsi individu, keluarga dan masyarakat. Oleh karena itu, merubah persepsi merupakan langkah awal untuk mewujudkan diversifikasi pangan, dan akhirnya dikatakan oleh Firmansyah (2010) dapat meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Selain itu, upaya penganekaragaman pangan dan gizi juga menuntut perubahan perilaku laki-laki sebagai kepala keluarga (Hayati, *et al.* 2018a,b,c; Hayati, *et al.* 2014; Hayati, *et al* (2015a). Laki-laki harus turut mengawasi pendistribusian makanan yang beraneka ragam dan bergizi kepada setiap individu dalam rumah tangga, terutama ibu yang sedang mengandung dan balita. Hayati, *et al.* (2018a,c) menemukan bahwa dukungan kepala keluarga dalam memberikan arahan kepada perempuan untuk memilih, menyiapkan dan mendistribusikan makanan yang beragam dan bergizi dalam rumah tangga berpengaruh terhadap indeks ketahanan pangan rumah tangga dan TKE rumah tangga. Arida (2015) dan Smith (2000) bahwa tingkat konsumsi pangan dan gizi akan dipengaruhi oleh pengetahuan kepala rumah tangga

Berdasarkan uraian di atas penting untuk mengetahui sejauhmana Persepsi Kepala Keluarga terhadap Peningkatan Diversifikasi Pangan dalam Rumah Tangga Tani sebagai Upaya Pengurangan *Stunting* di Kabupaten Lombok Tengah. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menganalisis persepsi kepala keluarga terhadap peningkatan diversifikasi pangan dalam rumah tangga tani sebagai upaya pengurangan *stunting* dan hubungannya dengan faktor karakteristik demografi, sosial ekonomi dan budaya.

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei--September 2019 di dua kecamatan di Kabupaten Lombok Tengah yang memiliki permasalahan *stunting*, yaitu Kecamatan Batukliang Utara dan Kecamatan Batukliang.

Sampel Penelitian

Sampel penelitian adalah laki-laki sebagai kepala rumah tangga tani. Jumlah kepala keluarga yang menjadi responden yaitu sebanyak 60 responden yang terdiri dari 30 responden yang memiliki permasalahan stunting dan 30 responden yang tidak memiliki permasalahan *stunting* dalam rumah tangganya.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini adalah: 1) Karakteristik demografi yang terdiri dari umur, pendidikan formal, pendidikan non formal, dan ukuran keluarga; 2) Karakteristik sosial ekonomi terdiri dari pendapatan, keterdedahan media komunikasi, kekosmopolitan; 3) Intensitas penyuluh; 4) Stereotype gender; dan 5) Persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan terhadap 60 orang laki-laki sebagai kepala keluarga dengan menggunakan kuisioner tertutup dan dibuat berdasarkan skala Likert dengan 3 skala; wawancara mendalam dilakukan kepada beberapa responden kepala keluarga, tokoh kunci (key informan), dan *focus group discussion* (FGD) dilakukan untuk mendukung data yang diperlukan. Peserta FGD adalah perwakilan dari laki-laki sebagai kepala keluarga, tokoh masyarakat, dan juga tokoh perempuan.

Analisis Data

Data karakteristik demografi dan karakteristik sosial ekonomi, intensitas penyuluh, stereotipe gender dan persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga dianalisis dengan statistik deskriptif. Hubungan antara variabel karakteristik demografi dan sosial ekonomi dengan persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga dianalisis dengan statistik inferensial korelasi *Pearson*, dan uji beda *Mann Whitney Test*. Transformasi data yang berskala ordinal menjadi data berskala interval dilakukan untuk kepentingan pengujian secara statistic, dengan mengikuti rumus sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah skor yang dicapai – jumlah skor maksimum}}{\text{Jumlah skor maksimum- skor minimum}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Demografi

Karakteristik demografi kepala keluarga yang diamati terdiri dari usia, pendidikan forml, pendidian non formal dan ukuran keluarga. Uraian mengenai karakteristik demografi dapat dilihat pada table 1 berikut.

Usia kepala keluarga di Lombok Tengah termasuk dalam kategori dewasa awal atau masuk dalam usia produktif yaitu 15-65 tahun (100 persen) dengan rata-rata usia 40 tahun. Kepala keluarga dengan kategori ini berpotensi untuk dimanfaatkan secara baik untuk mengubah pola konsumsi pangan masyarakat melalui program penyuluhan pangan dan gizi. Jika usia lebih tua atau semakin tua, cenderung menolak ide baru, termasuk diversifikasi pangan (Azhari, 2013).

Selain usia, tingkat pendidikan formal juga dapat menentukan persepsi dan kemampuan berpikir dan analisis seseorang, serta berhubungan dengan penguasaan ilmu pengetahuan serta keterampilan sesorang dalam menentukan konsumsi yang bergizi untuk keluarganya sehingga dapat mendukung ketahanan pangan rumah tangganya. Namun, kondisi tingkat pendidikan formal rensponden kepala keluarga tani adalah tergolong rendah yaitu rata-rata mengikuti pendidikan formal selama 9 (sembilan) tahun atau tamat sekolah menengah pertama (SMP).

Rendahnya tingkat pendidikan formal dapat diatasi dengan peningkatan pendidikan non formal melalui program penyuluhan/pelatihan terkait diversifikasi pangan rumah tangga. Tetapi, responden kepala keluarga juga memiliki akses yang sangat rendah terhadap pendidikan non formal atau kegiatan penyuluhan tentang penganekaragaman pangan dalam rumah tangga. Hanya terdapat 12 persen kepala keluarga yang merupakan anggota kelompok

tani mengikuti kegiatan penyuluhan dengan materi penyuluhan mengenai obat-obatan pertanian, budidaya tanaman hortikultura dan penyuluhan tentang pembuatan pestisida organik. Uji beda *Mann Whitney* menunjukkan bahwa responden yang memiliki permasalahan stunting lebih banyak yang mengikuti penyuluhan atau pelatihan dari pada yang tidak, dengan nilai signifikansi sebesar 0,049.

Ukuran keluarga juga dapat berhubungan dengan pola konsumsi dan penganekaragaman pangan dalam rumah tangga. Semakin besar ukuran keluarga maka semakin banyak pula kebutuhan konsumsinya. Ukuran keluarga yang ada di Kabupaten Lombok Tengah adalah 4 (empat) orang dan berada pada kategori keluarga menengah dengan persentase 71 persen.

Tabel 1. Sebaran Responden Menurut Karakteristik Demografi di Kabupaten Lombok Tengah, tahun 2019

No.	Karakteristik Demografi	Stunting		Non Stunting		Total		Uji beda *Mann Whitney*
		∑	%	∑	%	∑	%	Signifikan
1.	Usia (Tahun)							0.125
	a. < 15	-	-	-	-	-	-	
	b. 15-65	30	100	30	100	60	100	
	c. > 65	-	-	-	-	-	-	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	37		42		40		
2.	Pendidikan Formal (Tahun)							0.792
	a. 0 – 6	12	40	11	37	23	38	
	b. 7 – 12	16	53	19	63	35	58	
	c. 13 – 16	2	7	-	-	2	4	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	9		9		9		
3.	Pendidikan Non Formal							0.049*
	a. Penyuluhan dan Pelatihan Pertanian	4	13	3	10	7	12	
	b. Pelatihan Bahasa Inggris	-	-	2	7	2	3	
	c. Pelatihan Karate	-	-	1	3	1	2	
	d. Perbengkelan	1	3	-	-	1	2	
	e. Tidak Mengikuti Pendidikan Non Formal	25	84	24	80	49	81	
	Total	30	100	30	100	60	100	
4.	Ukuran Anggota							0.778
	a. 1 – 2	-	-	-	-	-	-	
	b. 3 – 4	21	70	22	73	43	71	
	c. 5 – 6	8	27	8	27	16	27	
	d. 7 – 8	1	3	-	-	1	2	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	4		4		4		

Karakteristik Sosial Ekonomi

Karakteristik sosial ekonomi kepala keluarga yang diamati terdiri dari pendapatan, keterdedahan terhadap media komunikasi dan kekosmopolitan. Uraiannya dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

Hasil uji beda *Mann Whitney* menunjukkan adanya perbedaan rata-rata pendapatan rumah tangga perbulan antara responden yang memiliki permasalahan stunting dan yang tidak. Rata-rata pendapatan rumah tangga stunting di Lombok Tengah tergolong rendah yaitu Rp. 1.945.883,- sedangkan untuk rumah tangga non stunting tergolong sedang yaitu Rp. 2.855.433,-. Perbedaan ini disebabkan jumlah dan jenis pekerjaan sampingan yang dilakukan oleh kepala keluarga dan juga istri.

Tabel 2. Sebaran Responden Menurut Karakteristik Sosial Ekonomi di Kabupaten Lombok Tengah, tahun 2019

No.	Karakteristik Sosial Ekonomi	Stunting		Non Stunting		Total		Uji beda *Mann Whitney*
		∑	%	∑	%	∑	%	Signifikan
1.	Pendapatan							0.045*
	a. < 2.500.000 (Rendah)	29	97	27	90	56	93	
	b. 2.500.000 – 3.500.000 (Sedang)	1	3	2	7	3	5	
	c. > 3.500.000 (Tinggi)	-	-	1	3	1	2	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	1.945.883		2.855.433		2.400.658		
2.	Keterdedahan Terhadap Media Komunikasi							0.416
	a. 0 – 33,3 (Rendah)	30	100	30	100	60	100	
	b. 33,4 – 66,7 (Sedang)	-	-	-	-	-	-	
	c. 66,8 – 100 (Tinggi)	-	-	-	-	-	-	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	1,7		0,3		1		
3.	Kekosmopolitan							0.945
	a. 0 – 33,3 (Rendah)	30	100	30	100	60	100	
	b. 33,4 – 66,7 (Sedang)	-	-	-	-	-	-	
	c. 66,8 – 100 (Tinggi)	-	-	-	-	-	-	
	Total	30	100	30	100	60	100	
	Rataan	2,4		3,8		3,1		

Sumber: Data Primer diolah

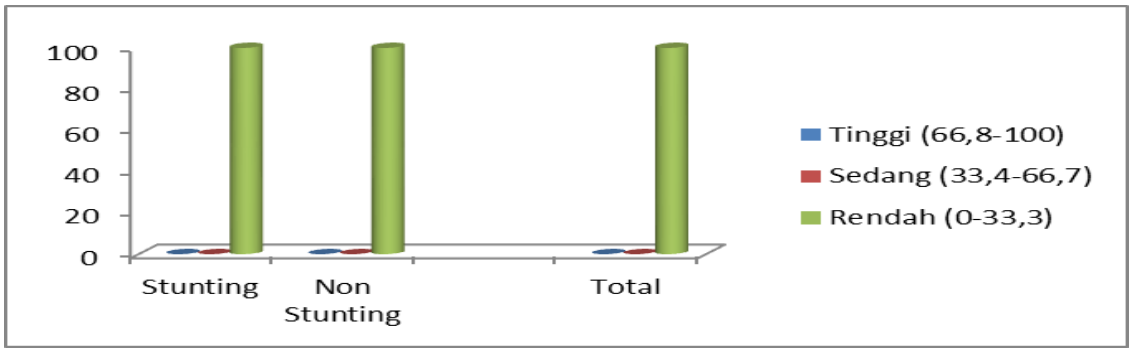
Keterdedahan terhadap media komunikasi juga masih tergolong rendah baik pada rumah tangga yang memiliki permasalahan stunting maupun yang tidak. Hal ini disebabkan oleh media komunikasi yang ada seperti, majalah, koran dan siaran televisi tidak banyak memberikan dan menampilkan informasi mengenai penganekaragaman pangan dan konsumsi pangan yang bergizi sehingga hanya digunakan sebagai media hiburan saja. Hal ini juga didukung oleh Mulyandari (2005) mengatakan bahwa media interpersonal merupakan media yang paling dominan yang digunakan dalam mengakses informasi yang dibutuhkan.

Informasi melalui media cetak dan audio visual relatif jarang dapat diakses, selain ketersediaan yang terbatas juga kedua media tersebut jarang memberikan informasi sesuai dengan yang dibutuhkan. Pada umumnya kepala keluarga sudah mengaplikasikan media komunikasi dengan mudah, misalnya telepon genggam untuk menelepon atau mengirim pesan, namun untuk fasilitas media yang lain memadai belum dimanfaatkan secara maksimal oleh kepala keluarga. Hal ini dikarenakan ketidakmampuan kepala keluarga untuk menggunakan teknologi informasi baru khususnya internet.

Tingkat kekosmopolitan kepala keluarga juga tergolong rendah (100 %). Hal ini dikarenakan responden kepala keluarga tidak memiliki pemahaman dan kesadaran bahwa diversifikasi produksi dan konsumsi pangan itu penting, sehingga tidak merasakan sebagai kebutuhan akan informasi mengenai diversifikasi produksi dan konsumsi pangan. Responden kepala keluarga sangat jarang melakukan interaksi, berkomunikasi formal dan non formal untuk memperoleh informasi atau pesan terkait dengan ketahanan pangan baik tentang diversifikasi produksi pangan maupun diversifikasi konsumsi pangan. Kepala keluarga lebih sering mencari informasi terkait harga produksi tanaman kepada sesama petani, tetangga, petani didalam maupun luar desa, pengurus kelompok tani, PPL dan sumber-sumber lain yang diyakini memiliki informasi yang dapat dipercaya.

Intensitas Penyuluh

Gambar 1 memperlihatkan bahwa penilaian responden terhadap intensitas penyuluh tergolong rendah (100 %) dengan nilai rata-rata skor sebesar 3,3. Artinya, penyuluh tidak pernah membangun kesepakatan untuk melakukan pertemuan periodik dan tidak aktif membangun komunikasi terhadap responden terkait dengan penyuluhan mengenai keragaman sumber pangan pokok beras dan non beras; sumber pangan pendamping sayuran, buah-buahan, biji-bijian/kacang-kacangan, sumber pangan hewani; susunan jenis pangan dan jumlah makanan yang beragam, bergizi dan berimbang yang sesuai kebutuhan; pentingnya mengkonsumsi makanan yang beragam, bergizi dan berimbang; serta keadilan gender dalam distribusi pangan dalam rumah tangga.



Gambar 1. Skor intensitas penyuluh dalam menyelenggarakan penyuluhan ketahanan pangan rumah tangga di Kabupaten Lombok Tengah, 2019.

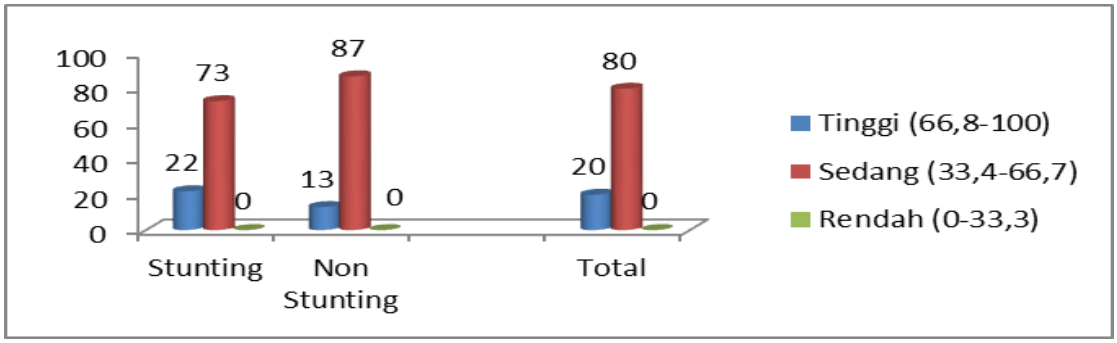
Penyebab rendahnya skor intensitas penyuluh adalah: 1) Penyuluhan pertanian hanya diberikan kepada anggota kelompok tani dan materi yang diterima bukanlah materi

penyuluhan terkait dengan diversifikasi produksi pangan pokok dan pangan pendamping; 2) Terkait dengan penyuluhan diversifikasi pangan terutama pada aspek konsumsi pangan, penyuluh berpandangan bahwa hal itu adalah bukan tugas penyuluh pertanian, melainkan tugas penyuluh kesehatan; 3) Pandangan masyarakat bahwa jika ada kegiatan penyuluhan mengenai diversifikasi konsumsi pangan, perempuan yang lebih pantas untuk mengikuti kegiatan penyuluhan tersebut dari pada laki-laki. Dengan demikian, dibutuhkan dukungan dari penentu kebijakan penyuluhan terhadap penyuluh agar memiliki pemahaman yang menyeluruh mengenai ketahanan pangan, serta memiliki sikap dan komitmen yang tinggi untuk mendukung tercapainya ketahanan pangan rumah tangga (Suprapto, 2010 dan Hayati, 2018b).

Stereotipe Gender

Stereotipe gender adalah pandangan yang membedakan antara laki-laki dan perempuan dalam peran, fungsi, hak, tanggung jawab dan perilaku yang dibentuk oleh tata nilai sosial, budaya dan adat istiadat dari kelompok masyarakat yang dapat berubah menurut waktu serta kondisi setempat. Tanggung jawab dan perilaku yang dibentuk oleh tata nilai sosial, budaya dan adat istiadat dari kelompok masyarakat yang dapat berubah menurut waktu serta kondisi setempat (Puspitawati, 2013).

Jika dibandingkan antara responden yang memiliki permasalahan stunting dan yang tidak, hasil uji beda *Mann Whitney* bahwa ada perbedaan dengan nilai signifikansi 0.023*. Responden yang tidak memiliki permasalahan stunting terdapat yang memiliki pandangan yang tidak bias gender. Responden memandang bahwa tidak harus selalu terjadi pembedaan peran yang kaku antara laki-laki dan perempuan. Hal ini tergantung kondisi yang ada, misalnya ketika anak tidak berani ke posyandu karena akan disuntik (divaksin), maka laki-laki sebagai ayah kerap menggantikan peran istrinya untuk ke posyandu; perempuan tidak selalu lemah dan laki-laki tidak selalu kuat ada kalanya perempuan menjadi kuat dan sebaliknya; jika ada kesempatan, perempuan juga boleh bekerja untuk memperoleh pendapatan apalagi jika perempuan itu berpendidikan tinggi.



Gambar 2. Sebaran responden berdasarkan pandangannya mengenai stereotipe gender di Kabupaten Lombok Tengah, 2019

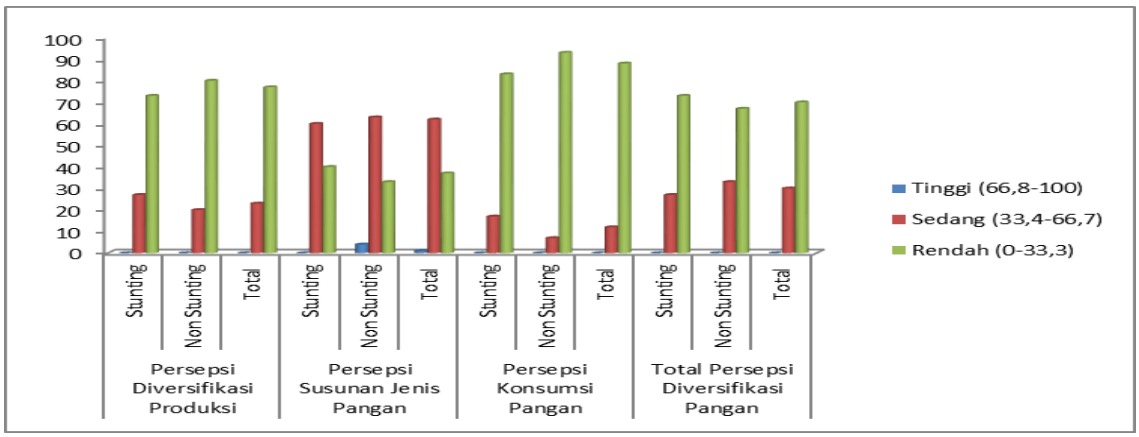
Gambar 2 menunjukkan bahwa sebagian besar responden (80%) memiliki pandangan mengenai stereotipe gender masuk dalam kategori sedang, dan sebagian kecil responden (20%) masuk dalam kategori tinggi. Hal ini berarti, responden masih meyakini atau

menyetujui adanya pandangan yang membedakan antara laki-laki dan perempuan dalam peran, fungsi, hak, tanggung jawab dan perilaku. Misalnya, masyarakat memiliki pandangan bahwa ada tugas rumah tangga yang harus dikerjakan oleh laki-laki atau perempuan dan tidak boleh ditukar perannya untuk melaksanakan tugas tersebut. Misalnya, menentukan menu, memasak dan menyiapkan makanan, ikut penyuluhan makanan sehat dan bergizi bagi bayi dan anak adalah tugas seorang istri; perempuan melayani sedangkan laki-laki dilayani; perempuan sebagai istri harus nurut dan mengalah pada suami dalam segala hal; laki-laki wajib mencari nafkah untuk keluarga dan perempuan bekerja hanya untuk mencari nafkah tambahan saja. Fakih (2013) mengatakan bahwa peran yang dimainkan oleh laki-laki dan perempuan tidaklah sama, bahkan perempuan memainkan peran yang lebih banyak dibandingkan laki-laki. Hal ini membuktikan bahwa peran gender ternyata menimbulkan masalah yakni ketidakadilan gender, yaitu marginalisasi perempuan, subordinasi pererempuan, stereotipe terhadap perempuan, kekerasan terhadap perempuan, dan beban ganda bagi perempuan.

Persepsi Kepala Keluarga terhadap Diversifikasi Pangan Rumah Tangga

Indikator persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga meliputi; diversifikasi produksi pangan dan konsumsi pangan yang terdiri dari susunan jenis pangan dan jumlah konsumsi pangan yang sesuai tahapan dan kebutuhan yaitu bayi, balita, remaja, ibu hamil, ibu menyusui. Uraiannya dapat dilihat pada gambar 3 berikut.

Secara umum, persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan pangan rumah tangga tergolong rendah dengan rataan skor total 28,7. Uji beda *Mann Whitney* menghasilkan bahwa tidak ada perbedaan antara persepsi responden terhadap diversifikasi pangan rumah tangga baik dalam produksi dan konsumsi pangan antara rumah tangga yang memiliki permasalahan stunting dengan yang tidak, dengan nilai signifikansi 0.151.



Gambar 3. Persepsi Kepala Keluarga terhadap Diversifikasi Pangan Rumah Tangga di Kabupaten Lombok Tengah, tahun 2019

Pertama, pada aspek diversifikasi produksi pangan, perolehan skor persepsi kepala keluarga tergolong rendah dengan rataan skor 28,3. Artinya, kepala keluarga menilai bahwa lebih baik menanam satu jenis tanaman di lahannya yaitu padi. Hal ini dikarenakan, biaya produksi padi tidak terlalu banyak dan harga produksinya selalu stabil. Selain itu, karena

jarangnya sosialisasi atau penyuluhan dari penyuluh pertanian tentang pentingnya menanam tanaman yang beragam di lahan. Biasanya tanaman sayur hanya ditanam sebagai tanaman pekarangan dan tanaman pagar, tidak untuk dibudidayakan, sedangkan untuk pemeliharaaan hewan ternak kepala keluarga hanya memelihara ayam atau bebek dalam jumlah sedikit dan lebih sering untuk dijual untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari dari pada dikonsumi untuk melengkapi susunan jenis pangan, yakni protein hewani.

Kedua, pada aspek total konsumsi pangan, perolehan skor persepsi kepala keluarga tergolong rendah dengan rataan skor 32,2. Skor persepsi pada susunan jenis pangan Artinya, kepala keluarga memiliki pemikiran bahwa tidak harus setiap anggota rumah tangga mengkonsumsi makanan yang beragam, bergizi dan berimbang. Makan dengan nasi, pangan nabati dan atau sejenis sayuran sudah dinilai cukup. Susunan jenis makanan yang dikonsumsi harus disesuaikan dengan kondisi ekonomi dan selera keluarga terhadap makanan yang dikonsumsi.

Selain itu, kepala rumah tangga juga menilai bahwa jumlah pangan yang harus dikonsumsi setiap anggota keluarga tidak harus berbeda menurut tahapan dan kebutuhan balita, anak, remaja, ibu hamil dan menyusui, kecuali bayi yang hanya minum ASI saja. Seringkali, terutama pada anak-anak dan remaja, makanan yang disajikan tidak sesuai dengan selera mereka, sehingga mereka lebih senang jajan di luar yang sesuai dengan selera mereka. Hal ini, tidak sesuai dengan standar kesehatan dan untuk memenuhi kebutuhan asupan gizi mereka. Mereka sering mengkomsumsi makanan yang tidak aman bagi kesehatan, misalnya makanan dan minuman yang banyak menggunakan pengawet dan penguat rasa, misalnya es, snack, cilok dan lainnya.

Selera dan kebiasaan makan sangat terkait dengan persepsi individu, keluarga dan masyarakat terhadap pangan yang mereka makan (Sumaryanto, 2009). Untuk mengubah pola konsumsi masyarakat, dibutuhkan upaya untuk mempengaruhi persepsi masyarakat terhadap pangan yang mereka konsumsi (Azhari, 2013). Selain itu, Manoppo (2017) menyatakan bahwa dalam memperluas pilihan masyarakat dalam kegiatan konsumsi pangan, tidak hanya sekedar pemenuhan kebutuhan jumlah pangan yang dikonsumsi, namun juga harus memperhatikan kandungan gizi yang seimbang agar dapat hidup sehat.

Faktor yang Berhubungan dengan Persepsi Kepala Keluarga terhadap Diversifikasi Pangan Rumah Tangga

Hasil analisis mengenai hubungan karakteristik kepala keluarga dengan diversifikasi pangan dapat digambarkan pada tabel 3. Secara keseluruhan, karakteristik kepala keluarga yaitu usia, pendidikan, pendapatan dan ukuran keluarga tidak berhubungan dengan persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga. Namun, secara parsial, pendidikan dan pendapatan berhubungan dengan persepsi kepala keluarga terhadap jumlah konsumsi pangan yang sesuai dengan tahapan dan kebutuhan setiap individu anggota keluarga. Artinya, semakin tinggi pendapatan dan pendidikan maka semakin tinggi pula persepsi kepala keluarga terhadap jumlah konsumsi pangan yang sesuai dengan tahapan dan kebutuhan setiap individu anggota keluarga.

Hal ini dikarenakan bahwa kepala keluarga dengan pendapatannya yang tinggi maka dapat merencanakan dan menyediakan pangan yang beragam untuk keluarganya. Kepala

keluarga merupakan bagian penting dalam upaya mengurangi kelaparan dan kekurangan gizi, kepala keluarga juga harus mampu mengakses pangan yang beragam dan bergizi kapada setiap anggota keluarganya. Braun (1992) mengatakan bahwa tingkat pendapatan rumah tangga dapat menentukan akses terhadap pangan, dimana pendapatan rumah tangga merupakan proxy untuk daya beli rumah tangga. Dengan demikian dipandang perlu untuk meningkatkan pendapatan kepala keluarga untuk mendukung keberagaman pangan rumah tangga sehingga dapat mengurangi stunting. Tingkat pendidikan berkaitan dengan kemampuan dan pola pikir seseorang dalam mengambil suatu keputusan yang berpengaruh dalam kehidupan rumah tangganya. Notoatmodjo (2003) menyatakan bahwa tingkat pendidikan yang tinggi cenderung memiliki wawasan dan pengetahuan yang lebih luas, karena dianggap mampu menyerap dan mengolah berbagai informasi yang ada, terlebih bila akan menyebabkan seseorang lebih respon terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungannya. Dengan demikian, upaya yang harus didorong oleh pemerintah adalah meningkatan akses masyarakat laki-laki dan perempuan terhadap pendidikan formal. pendidikan

Tabel 3. Koefisien Korelasi Karakteristik dengan Persepsi Diversifikasi Pangan

No.	Profil Sosial Ekonomi	Koefisien Korelasi			
		Persepsi Diversifikasi Produksi	Persepsi Susunan Jenis Pangan	Persepsi Jumlah Konsumsi Pangan	Total
1.	**Karakteristik Demografi**				
	Umur	0.411	0.369	0.743	0.580
	Pendidikan	0.436	0.432	0.000*	0.142
	Pendapatan	0.267	0.194	0.032*	0.250
	Ukuran Keluarga	0.381	0.372	0.387	0.975
2.	**Karakteristik Sosial**				
	Keterdedahan Produksi	0.121	0.180	0.021*	0.046*
	Keterdedahan Susunan Jenis Pangan	0.104	0.116	0.006*	0.006*
	Keterdedahan Jumlah Konsumsi Pangan	0.155	0.168	0.170	0.137
	Total Keterdedahan	0.122	0.129	0.022*	0.024*
	Kekosmopolitan Diversifikasi Produksi	0.498	0.467	0.318	0.099
	Kekosmopolitan Diversifikasi Konsumsi Pangan	0.132	0.682	0.333	0.088
	Total Kekosmopolitan	0.228	0.506	0.048*	0.050*
	Intensitas Penyuluh	0.068	0.064	0.001*	0.007*
	Stereotipe Gender	0.004*	0.006*	0.128	0.779

**) Berbeda nyata pada α=0.05*

Secara keseluruhan, keterdedahan terhadap media komunikasi, kekosmopolitan dan intensitas penyuluh berhubungan dengan persepsi kepala keluarga terhadap total diversifikasi pangan rumah tangga, dan jumlah konsumsi pangan yang sesuai tahapan dan kebutuhan.. Artinya bahwa semakin tinggi kepala keluarga memiliki akses terhadap media, kekosmopolitan, dan intensitas penyuluh maka semakin tinggi pula persepsi kepala keluarga untuk meningkatkan diversifikasi pangan rumah tangganya dan jumlah konsumsi pangan yang sesuai tahapan dan kebutuhan setiap individu anggota keluarganya. Hal ini menunjukkan bahwa akses kepala keluarga terhadap informasi mengenai diversifikasi pangan, terutama mengenai jumlah konsumsi pangan sesuai tahapan dan kebutuhan menjadi sangat penting dalam mempengaruhi persepsi kepala keluarga untuk meningkatkan keberagaman konsumsi pangan rumah tangganya. Dengan demikian, upaya peningkatan akses terhadap informasi mengenai diversifikasi konsumsi pangan harus diberikan kepada laki-laki sebagai kepala keluarga, melalui kegiatan penyuluhan, pelatihan, dan pengembangan dan pengoptimalan media masa, pengembangan kompetensi penyuluh mengenai materi diversifikasi pangan, khususnya konsumsi pangan.

Pelibatan laki-laki kepala keluarga sebagai sasaran dalam kegiatan penyuluhan mengenai pentingnya diversifikasi pangan untuk menyeimbangkan peran antara laki-laki dan perempuan. Pandangan masyarakat selama ini bahwa sasaran penyuluhan dengan materi terkait dengan pangan dan gizi, kesehatan khususnya kesehatan ibu dan anak, adalah hanya perempuan. Terkesan kalau laki-laki sebagai kepala keluarga tidak harus berperan dan bertanggung jawab untuk meningkatkan status kesehatan dan kualitas hidup setiap anggota keluarga. Padahal, diperlukan keterlibatan banyak pihak, termasuk kaum laki-laki sebagai kepala keluarga untuk mengurangi dan mencegah stunting. Azhari (2013) mengatakan bahwa pelatihan yang diberikan masih belum bisa memperkuat kemampuan pada aspek peran, hal ini karena selain pelatihan dan penyuluhan jarang dilakukan, juga karena tidak adanya pelatihan khusus yang memadai untuk ditujukan pada penguatan kapasitas kemampuan melakukan diversifikasi pangan.

Secara parsial, stereotipe gender berhubungan dengan persepsi pada aspek diversifikasi produksi dan diversifikasi pangan pada aspek susunan jenis pangan. Artinya, semakin baik pandangan kepala keluarga terhadap keseimbangan peran dan tanggung jawab serta perilaku antara laki-laki dan perempuan terkait dengan diversifikasi pangan rumah tangga, semakin baik persepsinya mengenai keseimbangan peran, tanggung jawab dan perilakunya dalam peningkatan diversifikasi produksi pangan dan susunan jenis pangan yang ideal atau yang memenuhi kriteria beragam, bergizi dan berimbang. Stereotype gender dapat berubah menurut waktu serta kondisi setempat. Dengan demikian, dipandang perlu melakukan untuk melakukan sosialisasi dan pelathan kesadaran gender bagi kaum laki-laki sebagai kepala keluarga dan juga kepada tokoh agama, tokoh masyarakat, tokoh perempuan, kader posyandu, serta penyuluh pertanian.

KESIMPULAN

Karakteristik demografi individu kepala keluarga dicirikan oleh usia yang tergolong dewasa awal atau masuk dalam usia produktif; tingkat pendidikan formal tergolong rendah dengan rata-rata lama sekolah 9 (sembilan) tahun; memiliki akses yang rendah terhadap

penyuluhan mengenai diversifikasi produksi dan konsumsi pangan; dan ukuran keluarga yang tergolong menengah dengan rata-rata 4 (empat) orang. Karakteristik sosial ekonomi individu kepala keluarga dicirikan oleh rata-rata pendapatan rumah tangga yang rendah yaitu Rp 2.400.658,-/bulan; keterdedahan media dan kekosmopolitan yang tergolong rendah.

Persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga tergolong rendah yang dicirikan oleh: Kepala keluarga menilai lebih baik menanam satu jenis tanaman pokok yaitu padi, tidak perlu menanam beragam sayuran di pekarangan dan di sawah karena pemasaran sulit, ternak ayam dan bebek dipelihara bukan untuk dikonsumsi melainkan dijual untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga sehari-hari; Kepala keluarga menilai tidak harus setiap anggota rumah tangga mengkonsumsi makanan yang beragam, bergizi dan berimbang; kepala rumah tangga juga menilai bahwa jumlah pangan yang harus dikonsumsi setiap anggota keluarga tidak harus berbeda menurut tahapan dan kebutuhannya.

Terdapat hubungan antara pendidikan, pendapatan, keterdedahan media, kekosmopolitan, intensitas penyuluh dan stereotype gender dengan persepsi kepala keluarga terhadap diversifikasi pangan rumah tangga.

Perlu membangun persepsi yang positif bagi laki-laki sebagai kepala keluarga terhadap peningkatan diversifikasi pangan rumah tangga untuk mengurangi permasalahan stunting. Upaya yang dapat dilakukan adalah meningkatkan pengetahuan dan kesadaran tidak hanya bagi laki-laki, melainkan juga bagi tokoh agama, tokoh masyarakat, pelaku pendidikan, penyuluh pertanian dan penyuluh kesehatan mengenai pentingnya meningkatkan diversifikasi pangan rumah tangga, khususnya jumlah konsumsi pangan yang sesuai dengan tahapan dan kebutuhan individu anggota rumah tangga. Kegiatan peningkatan pengetahuan dan kesadaran dilakukan melalui kegiatan sosialisasi, penyuluhan, dan pelatihan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Peningkatan Kapasitas dengan sumber dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram Tahun anaggaran 2019 dengan nomor kontrak: 2627F/UN18.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Arida, Agustina. 2015. Analisis Ketahanan Pangan Rumah Tangga Berdasarkan Proporsi Pengeluaran Pangan dan Konsumsi Energi. Jurnal Agrisep Vol. 16 No.1,2015.

Azhari, Rafnel; Muljono, Pudji; Tjitropranoto, Prabowo. 2013. Peran Penyuluh dalam Peningkatan Diversifikasi Pangan Rumah Tangga. *Jurnal Agro Ekonomi* Volume 31 No. 2, Oktober. 181—198.

Buletin Pemantauan Ketahanan Pangan Indonesia. 2017. Fokus khusus: Situasi ketahanan pangan di 100 kabupaten prioritas pengurangan stunting. Iklim, ketahanan pangan dan nutrisi. Volume 9, Desember 2017. https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000051320/ Diunduh: 14 Februari 2019.

Braun, JV von, Bouis H, Kumar, S, dan Pandya-Lorch R. 1992. *Improving Food Security of The Poor: concept, policy and program.* Washington, D.C: International Food Policy Research Institute.

Dinas Kesehatan Provinsi NTB, 2017. Monev Terpadu Intervensi Stunting di Kabupaten Lombok Tengah. https://dinkes.ntbprov.go.id/berita/gizi/ monev-terpadu-interverens... Diunduh: 14 Februari 2019.

Fakih, Achmad. 2013. Peranan Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) dalam Pemberdayaan Kelompok Tani (Studi Kasus pada Kelompok Tani Tanaman Pangan di Pesisir Pantai Kabupaten Cirebon). [Disertasi] Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Firmansyah, Afzalani, Farhan M. 2010. Keanekaragaman dan kecukupan konsumsi pangan hewani dalam hubungannya dengan kualitas sumberdaya manusia keluarga di Provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi: Seri Humaniora*12(1):63-70. Tersedia pada: http://online-journal.unja.ac.id/index.php/humaniora /article/view/215/191.

Hayati, *et al*. 2018a. Peranan Penyuluh dan Perilaku Perempuan Tani dalam Mendukung Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Lahan Sawah dan Lahan Kering di Kabupaten Lombok Tengah. Fakultas Pertanian. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Mataram . Mataram.

Hayati, *et al*. 2018b. Peranan Penyuluh dan Perilaku Perempuan Tani dalam Mendukung Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Lahan Sawah dan Lahan Kering di Kabbupaten Lombok Tengah. Dimuat dan Dipublikasikan di Prosiding Seminar Nasional Saintek 2018. ISBN: 987-602-53669-0-1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Mataram.

Hayati, *et al*. 2018c. Pengaruh Karakteristik Personal dan Sosial Ekonomi Perempuan Tani Terhadap Peningkatan Ketahanan Pangan Rumah Tangga di Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah. Dimuat dan Dipublikasikan di Prosiding Seminar Nasional Saintek 2018. ISBN: 987-602-53669-0-1. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat. Universitas Mataram.

Hayati, 2015 a. Partisipasi Perempuan Tani Dalam Mencapai Ketahanan Pangan Rumah Tangga (Kasus di Kabupaten Lombok Timur Provinsi Nusa Tenggara Barat). Disertasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Hayati, *et al*. 2014.Participation of Female Farmers in Achieving Household Food Security. *Asian Journal of Agricultural and Food Sciences (AJAFS)*, Vol.2, No. 6. ISSN: 2321 – 1571. Asian Online Journals (www.ajouronline.com)

Manoppo, CN. 2017. Kompetensi Perempuan dalam Mendukung Pemanfaatan Pekarangan Guna Mendukung Diversifikasi Pangan. Disertasi Repository IPB.

Mulyandari RSH. 2005. Cyber extension sebagai media komunikasi dalam pemberdayaan petani sayuran [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Notoatmodjo, S. 2003. Pendidikan dan Perilaku Kesehatan. Jakarta : Rineka Cipta

Puspitawati, Herien. 2013. *Gender dan Keluarga: Konsep dan Realita di Indonesia*. Bogor: IPB Press.

Smith LC. 2000. *The Use of Household Expenditure Surveys for the Assessment of Food Security*. International Scientific Symposium on Measurement and Assesment of Food Deprivation and Under-Nutrition. Rome: FAO

Sumaryanto. 2009. Diversifikasi Sebagai Salah Satu Pilar Ketahanan Pangan (makalah disampaikan dalam seminar memperingati Hari Pangan Sedunia yang diselenggarakan di Jakarta pada 1 Oktober 2009). Jakarta: Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Departemen Pertanian.

UJI PENDAHULUAN AKTIVITAS ANTIKANKER SENYAWA 1,3,6-TRIHIDROKSIXANTON DENGAN METODE BSLT

Preliminary Test of The Anticancer Activity of 1,3,6-Trihydroxyxanthone Coumpound using BSLT Method

Baiq Najwa, Made Ganesh Darmayanti, Emmy Yuanita*

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, West Nusa Tenggara-Indonesia
**email: emmy_yuanita@unram.ac.id*

ABSTRAK

Senyawa 1,3,6-trihidroksixanton disintesis dari asam resorsinat dan floroglusinol dengan reagent Eaton sebagai katalis. Persen hasil yang didapatkan sebesar 47,54%. Karakterisasi senyawa 1,3,6-trihidroksixanton menggunakan spektroskopi IR menunjukkan adanya serapan khas pada bilangan gelombang 1288 cm^{-1} dan 1180 cm^{-1}. Serapan tersebut merupakan serapan eter yang menjadi kunci terbentuknya cincin xanton. Xanton dan turunannya memiliki berbagai aktivitas biologis, salah satunya sebagai antikanker. Pada penelitian ini, uji pendahuluan untuk mengetahui aktivitas antikanker senyawa 1,3,6-trihidroksixanton dilakukan menggunakan metode BSLT. Hasil uji toksisitas 1,3,6-trihidroksixanton dinyatakan memiliki aktivitas sebagai antikanker yang ditunjukkan dengan nilai LC_{50} sebesar 123,31 ppm.

Kata kunci: antikanker, 1,3,6-trihidroksixanton, LC_{50}, BSLT

ABSTRACT

1,3,6-trihydroxyxanthone compounds are synthesized from resorcinol acid and phloroglucinol with Eaton reagent as catalyst. The percentage of results obtained is 47.54%. Characterization of 1,3,6-trihydroxyxanthone compounds using IR spectroscopy showed typical absorption at wavenumbers of 1288 cm^{-1} and 1180 cm^{-1}. This absorption is the typical absorption of the ether group that characterizes the formation of the xanthone ring. Xanthone and its derivatives have a variety of biological activities, one of which is as an anticancer. As for this study, a preliminary test to determine the anticancer activity of 1,3,6-trihydroxyxanthone was carried out using the BSLT method. Toxicity test results show that 1,3,6-trihydroxyxanthone has anticancer activity with LC_{50} values of 123.31 ppm.

Keywords: anticancer, 1,3,6-trihydroxyxanthone, LC_{50}, BSLT

PENDAHULUAN

Kanker merupakan penyakit yang disebabkan oleh pembelahan sel secara abnormal yang dapat mengganggu organ yang lain dan dapat menyebabkan kematian. Berdasarkan data WHO (2015) terdapat 14,1 juta kasus penyakit kanker dengan angka kematian mencapai 8,8 juta (62%). Penanganan yang umum dilakukan untuk mengobati penyakit kanker adalah kemoterapi. Salah satu obat kemoterapi yang digunakan saat ini adalah doksorubisin. Doksorubisin merupakan turunan hidroksil dari daunorubisin yang termasuk antibiotik antrasiklin. Namun permasalahan yang terjadi saat ini adalah obat kemoterapi tersebut tidak bekerja secara selektif dan sensitif lagi sehingga menyebabkan sel kanker resisten (Housman, *et al.*, 2014). Oleh karena itu, perlu dilakukan pencarian bahan aktif baru yang berpotensi sebagai obat.

Langkah yang dilakukan, yaitu melalui eksplorasi bahan alam terutama tanaman yang secara tradisional digunakan untuk obat dan melakukan modifikasi struktur molekul kerangka senyawa yang telah diketahui memiliki aktivitas yang diinginkan. Salah satu kelompok senyawa yang diketahui aktivitas biologisnya yaitu senyawa xanton. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa senyawa xanton memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan dan antikanker, dimana *α-mangostin* memicu apoptosis (kematian sel) pada sel leukemia yaitu dengan memaksa sel mengeluarkan cairan dalam mitokondria sehingga sel kanker mati (Menasria, *et al.*,2008).

Xanton umumnya diperoleh dari bahan alam. Akan tetapi isolasi senyawa turunan xanton dari bahan alam dianggap kurang menguntungkan karena hasil rendemen yang didapatkan sedikit. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lee, *et al.* (2005) hasil isolasi senyawa hidroksi xanton terprenilasi dari *Garcinia* yang didapat hanya mencapai 0,02 – 0,1%, bahkan untuk beberapa isomer α-mangostin sangat kecil yaitu sekitar <0,007% (Han Ah-reum, *et al*., 2009). Cara lain yang dilakukan untuk mendapat hasil rendemen yang lebih banyak, yaitu dengan sintesis. Salah satu senyawa turunan xanton yang telah banyak disintesis dan dikaji sebagai bahan antikanker adalah hidroksixanton. Sintesis xanton merupakan suatu upaya untuk memperoleh xanton dari gabungan dua senyawa atau lebih dengan bantuan reagen untuk mereaksikan kedua senyawa awal tersebut menjadi xanton yang merupakan senyawa yang berpotensi menjadi antikanker.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Labu leher tiga 100 mL, *hot plate*, *stopwatch*, termometer, spatula, batang pengaduk, desikator, pipet tetes, alat-alat gelas kimia dan gelas ukur, neraca analitik, pipet ukur 1, 5, 10 mL, *rubber bulb*, *magnetic stirrer*, pipa kapiler, *chamber*, erlenmeyer vakum, corong *Buchner*, botol vial, pinset, akuarium, pompa air, aluminium *foil*, alat tulis, UV-Vis (Spectroline Model CM-10), dan IR.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam resorsinat, floroglusinol, pereaksi *Eaton* (P_2O_5/CH_3SO_3H), akuades, es batu, kertas saring, air laut, dimetil sulfoksida (DMSO) dan telur *Artemia salina L.*

Sintesis Senyawa 1,3,6-Trihidroksixanton

Sintesis 1,3,6-trihidroksixanton dilakukan dengan memodifikasi kondisi reaksi yang telah dilakukan Yuanita, *et al.* (2018) dari 3 jam menjadi 30 menit. Sintesis dilakukan dengan mereaksikan asam resorsinat dan floroglusinol (1:1) menggunakan pereaksi *Eaton* (P_2O_5/CH_3SO_3H) sebagai katalis. Campuran senyawa dimasukkan ke dalam labu leher tiga dan dipanaskan pada suhu (80±3)^oC. Campuran kemudian didiamkan hingga suhu kamar, lalu dituangkan ke air es hingga terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk diaduk selama 1 jam, disaring dan dicuci dengan akuades. Padatan dikeringkan dalam desikator selama 24 jam. Produk reaksi selanjutnya dikarakterisasi dengan IR.

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Uji toksisitas dilakukan menggunakan larva *Artemia salina* L. Larva udang yang hidup sebanyak 10 ekor dimasukkan ke dalam tabung vial yang berisi 5 mL larutan uji yang telah dipersiapkan. Larutan uji dibuat dengan variasi konsentrasi 10, 100, dan 1000 ppm. Larutan diaduk sampai homogen dan setiap konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Larutan kontrol dibuat tanpa penambahan larutan sampel. Tabung vial yang berisi sampel uji dihitung jumlah larva yang mati setelah diamati 24 jam di bawah sinar penerangan. Data persentase kematian larva yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan analisis probit untuk memperoleh nilai $LC_{50.}$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Senyawa 1,3,6-Trihidroksixanton

Hasil sintesis senyawa 1,3,6-trihidroksixanton berupa padatan berwarna kuning kemerahan dengan persen hasil sebesar 47,54%. Karakterisasi dengn KLT menunjukkan nilai Rf sebesar 0,73 dengan eluen *n*-heksan:etil asetat (3:7). Sintesis senyawa 1,3,6-trihidroksixanton melalui dua tahap yaitu reaksi kondensasi aldol dan siklisasi. Mekanisme pembentukan dimulai dengan reaksi kondensasi yang menyebabkan terbentuknya karbokation pada gugus karbonil asam resorsinat dan dilanjutkan dengan reaksi siklisasi dengan floroglusinol membentuk kerangka xanton. Reaksi diakhiri dengan pelepasan H_2O yang diikat oleh fosfor pentaoksida yang berada di reagent Eaton yang berfungsi sebagai agent pendehidrasi.

Karakterisasi IR (KBr, υ, cm^{-1}) diperoleh spektrum yang mengindikasikan gugus fungsi hidroksixanton yaitu pada bilangan gelombang 1288 (asimetrik) dan 1180 (simetrik) (C-O-C), 1465 (C=C), 1612 (C=O) dan 3487 (OH).

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Toksisitas senyawa 1,3,6-trihidroksixanton dianalisis dengan metode BSLT sebagai uji pendahuluan untuk mengetahui aktivitasnya sebagai antikanker. Hasil uji potensi aktivitas antikanker dapat diketahui dari jumlah kematian larva udang *Artemia salina* L. karena pengaruh ekstrak atau senyawa bahan alam dari dosis yang telah ditentukan. Sifat toksik tersebut diketahui berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Meyer, *et al.* (1982) bahwa suatu ekstrak dianggap berpotensi sebagai antikanker apabila memiliki toksisitas dengan nilai LC_{50} <1000 ppm sedangkan untuk senyawa murni dikatakan berpotensi sebagai antikanker apabila memiliki nilai toksisitas LC_{50} nya <200 ppm. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai LC_{50}

senyawa 1,3,6-trihidroksixanton sebesar 123,31 ppm yang menunjukkan bersifat toksik dan memiliki aktivas antikanker.

KESIMPULAN

Senyawa 1,3,6-trihidroksixanton telah berhasil disintesis dengan persen hasil sebesar 47,54% dan memiliki nilai LC_{50} sebesar 123,31 ppm.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Dasar Kompetitif Nasional tahun 2019 dengan nomor kontrak 1830/UN18.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Housman, G., Byler, S., Heerboth, S., Lapinska, K., Longacre, M., Snyder, N., Sarkar, S. 2014. Drug Resistance in Cancer: An Overview, Cancers, 6, 1769-1792.

Han, A.H, Kim, J.A., Lantvit D.D., Kardono, L.B.S., Riswan, S., Chai H., de Blanco, E.C.J., Farnsworth, N.R., Swanson, S.M., Kinghorn, A.D. 2009. Cytotoxic Xanthone Constituents of the Stem Bark of Garcinia mangostana (Mangosteen), J. Nat. Prod. 72: 2028–203.

Lee, B.W., Lee, J.H., Lee, S-T., Lee, H.S., Lee, W.S., Jeong, T-S., Park, K.H. 2005. Antioxidant and Cytotoxic activities of xanthones, Bioorg. Med. Chem. Lett., 15, 5548–5552.

Menasria, F., Azebaze, A.G.B., Billard, C. Faussat, A.M. Nkengfack, A.E., Meyer, M. Kolb, J.P. 2008. Apoptotic effects on B-cell chronic lymphocytic leukemia (B-CLL) cells of heterocyclic compounds isolated from Guttiferaes. Leukemia Research, 32, 1914–1926.

Meyer, B., Ferrigni, N., Putnam, J., Jacobsen, L., Nichols, D., Mc Laughlin, J. 1982. Brine Shrimp : A Convinient General Bioassay for Active Plant Constituents, J. Med. Plants Res., 45, 31–34.

Yuanita, E., Pranowo, H.D., Siswanta, D., Swasono, R.T., Mustofa, Zulkarnain, A.K., Syahri, J., Jumina. 2018. One-pot Synthesis, Antioxidant Activity and Toxicity Evaluation of Some hydroxyxanthones, Chem. Chem. Technol., 12, 290-295.

World Health Organization. 2015. (http://www.who.int/cancer/en/) diunduh jam 10.05, 15/11/2018.

Pengaruh Inokulasi Mikoriza Dan Penambahan Bahan Organik Terhadap Hasil Beberapa Varietas Sawi

(Effect Of Micorrhiza Inoculation And Organic Matter On The Yield Of Some Mustard Varieties)

Wahyu Astiko [*], Sudirman, Mery Windarningsih dan Irwan Muthahanas
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Lombok, Indonesia, 83125
*) Corresponding author: astiko@unram.ac.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh inokulasi mikoriza dan penambahan bahan organik terhadap hasil beberapa varietas sawi *(Brassica juncea* L). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 6 perlakuan varietas sawi, yaitu: V0 = varietas lokal (kontrol) V1 = varietas Dora, V2 = varietas Nauli F1, V3 = Tosakan, V4 = varietas Sinta, V5 = varietas Kumala, V6 = varietas Gardena. Perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga seluruhnya diperoleh 18 pot percobaan. Parameter yang diamati adalah bobot biomassa basah tajuk dan akar, bobot biomassa kering tajuk dan akar, status hara N dan P tanah, serapan hara N dan P tanaman, jumlah spora mikoriza dan persentase infeksi mikoriza pada akar. Hasil penelitian menunjukan bahwa varietas Kumala (V5) memberikan hasil terbaik dan berbeda nyata dengan varietas lokal (kontrol).

Kata kunci: mikoriza, bahan organik, sawi, varietas

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of mycorrhizal inoculation and organic matter on the yield of some mustard varieties (Brassica juncea L). The study used a Completely Randomized Design with 6 treatments of mustard variety, namely: V0 = local variety (control) V1 = Dora variety, V2 = Nauli F1 variety, V3 = Tosakan, V4 = Sinta variety, V5 = Kumala variety, V6 = Gardena variety. The treatment was repeated 3 times, so that in all 18 pot experiments were obtained. The parameters observed were wet biomass weight of root and shoots, dry biomass weight of root and shoots, soil nutrient (N-total and available P), nutrient uptake (N and P), percentage of infection and number of spores Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF). The results showed that the Kumala variety (V5) gave the best results and was significantly different from the local varieties (control).

Keywords*: mycorrhiza, organic matter,mustard, varieties*

PENDAHULUAN

Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura sayuran daun yang banyak digemari oleh masyarakat karena rasanya enak, mudah didapat, dan budidayanya tidak terlalu sulit. Tanaman sawi banyak mengandung vitamin dan gizi yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia.

Produksi sawi di Indonesia dari tahun 2008-2011 mengalami fluktuasi yang dapat dilihat secara berturut-turut 565,636 ton (2008), 562,838 ton (2009), 583,770 ton (2010) dan 580,969 ton (2011) (Badan Pusat Statistik, 2011). Direktur Pengembangan Usaha dan Investasi Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian (PPHP) Kementerian Pertanian menyatakan saat ini konsumsi buah dan sayur nasional kurang lebih 40kg/kapita/tahun. Tingkat konsumsi tersebut masih di bawah standar kecukupan pangan terhadap buah dan sayur yang ditetapkan FAO yakni 65,75 kg/kapita/tahun.

Rendahnya tingkat konsumsi tersebut berkaitan dengan minimnya tingkat produksi yang dihasilkan oleh petani. Hasil sawi yang menurun antara lain disebabkan karena lahan yang digunakan untuk budidaya sawi umumnya didominansi Ultisol, serta input teknologi yang diterapkan masih kurang memadai. Secara umum Utisol mempunyai kendala untuk pengembangan usahatani karena tingkat kesuburan fisika, kimia, dan biologi yang rendah, yaitu memiliki kemasaman dan kejenuhan Al yang tinggi, kandungan hara dan bahan organik yang rendah, serta peka terhadap erosi. Berbagai kendala tersebut dapat diatasi dengan penerapan teknologi seperti pengapuran, pemupukan, dan penambahan bahan organic (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006).

Bahan organik berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat tanah dan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman termasuk tanaman sawi. Rendahnya kandungan bahan organik tanah menyebabkan struktur tanah menjadi buruk, kemampuan retensi hara dan air rendah, kemampuan penyanggaan tanah *(buffering capacity)* rendah sehingga pertukaran dan penyediaan hara menjadi tidak efisien (Perner *et al*., 2007) dan berkurangnya aktifitas mikroba (Khalvati *et al.*, 2010). Melalui peranannya sebagai pemantap agregat tanah, bahan organik dapat mempertahankan kondisi fisik tanah dengan bantuan organisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber energi. Populasi organisme tanah akan berkurang dengan menurunnya kandungan bahan organik tanah. Adanya penurunan organisme tanah berarti reaksi biokimia dalam tanah akan menjadi terhambat. Bahan organik yang paling mudah didapat adalah pupuk kandang sapi. Pada kondisi tanah tertentu pupuk kandang dapat dimanfaatkan tanaman atau mikro organisme tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara dari hasil dekomposisinya, memantapkan agregat tanah karena asosiasi senyawa organik dengan partikel primer tanah, sebagai penyangga perubahan pH tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, dan sebagai sumber energi bagi aktivitas mikroorganisme tanah seperti mikoriza (Smith *et al*., 2010).

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah kekurangan air pada pertumbuhan tanaman adalah penggunaan teknologi berbasis mikroba, seperti mikoriza arbuskular (MA). Mikoriza adalah simbiosis mutualisme antara cendawan dengan akar tumbuhan tingkat tinggi (Rao, 1994). Mikoriza dapat meningkatkan penyerapan hara terutama P dan hara lainnya (N, K, Ca, Mg, Cu, Mn dan Zn), produksi hormon dan zat pengatur tumbuh, serta

ketahanan terhadap kekeringan, patogen akar (Fakuara dan Setiadi 1986) dan logam berat (Paul dan Clark, 1996).

Mikoriza mampu berasosiasi dengan berbagai jenis tanaman kehutanan, perkebunan, pangan dan hortikultura. Mikoriza berpengaruh positif terhadap padi gogo, mikoriza meningkatkan bobot kering akar 122,8% dan bobot gabah 27,7% dibanding kontrol (Kabirun, 2002). Mikoriza sangat berpengaruh positif terhadap tanaman yang mengalami stres air. Mikoriza dapat meningkatkan potensial air daun pepaya (Cruz, 1998), adaptasi tanaman nilam terhadap kekeringan hingga kadar air tanah 50% kapasitas lapang (Mawardi dan Djazuli, 2006).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan ketersediaan hara tanah (P), serapan unsur hara oleh tanaman (P), infeksi mikoriza, jumlah spora mikoriza, dan hasil tanaman sawi.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan pertengahan Agustus 2019 di Dusun Muncuk Kelurahan Rembiga Mataram. Pengamatan mikoriza dan status hara tanah dilakukan di Laboratoriom Mikrobiologi dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitia ini adalah Oven, Timbangan Analitik, Microskop inokuler, Magnetic , Gelas Ukur, Cawan Petri, kantong plastik (polibag), dan alat tulis menulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit sawi (Varietas local, Varietas Dora, Varietas Nauli-F1, Varietas Tosaka, varietas Sinta dan Varietas Kembang), pupuk TSP, pupuk Phonska, pupuk kandang sapi, pupuk Urea, contoh tanah, sampel akar tanaman, Metilin Blue, KOH10%, Sukrosa, Aquades, Kertas Saring.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan percobaan pot dengan menggunakan kantong plastik (polybag) dengan kapasitas 10 kg sebagai unit percobaan di rumah plastik.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan varietas sawi yaitu: V0 : Varietas lokal (Kontrol), V1 : Varietas Dora, V2 : Varietas Nauli F1, V3 : Varietas Tosaka, V4 : Varietas Sinta, V5 : Varietas Kumala, V6 : Gardena. Perlakuan tersebut diulangan 3 kali sehingga seluruhnya diperoleh 18 pot percobaan.

Persiapan dan Pelaksanaan Percobaan

1. Tanah

Tanah yang digunakan dalam percobaan ini ialah tanah Grumusol yang diambil dari lahan petani di Desa Penan Kecamatan Ampenan Mataram.

Tanah diambil sampai kedalaman 30 cm. Tanah kemudian diayak dengan ayakan lolosaring 2 mm. Selanjutnya tanah dikeringkan. Setelah kering, tanah tidak steril ini ditimbang sebanyak 10 kg kemudian dimasukan ke dalam polibag.

Untuk mngetahui hara awal khususnya P total dan N tersedia, diambil contoh tanah secara komposit sebanyak 200 g serta jumlah spora mikoriza awal per 100 g tanah untuk

dilakukan analisis tanah di Laboratorium Kimia dan Mikrobiologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

2. Inokulum MA Indigenus

Inokulum MA yang akan digunakan pada percobaan ini adalah koleksi Dr. Ir. Wahyu Astiko MP dengan nama isolat M_{AA001} yang merupakan isolat mikoriza indigenus dari Lombok Utara..dalam bentuk powder atau tepung.

3. Inokulasi MA dan pemberian pukan

Inokulasi MA dilakukan dengan meletakan inokulum pada kedalaman 10 cm merata membentuk satu lapisan di bawah benih sawi. Inukulum yang digunakan adalah campuran akar, spora mikoriza, hifa dan tanah yang mengandung mikoriza yang sudah dalam bentuk tepung sebanyak 20 g per lubang tanam dan pemberian pupuk kandang dengan dosis 12 ton/ ha (setara dengan 50 g/polibag) dengan cara disebar merata pada saat tanam.

4.Penanaman.

Penanaman benih sawi dilakukan dengan cara di sebar dengan merata pada setiap pot perlakuan bersaman dengan permberian pupuk kandang.

5.Pemupukan.

Pemberian pupuk anorganik (Urea, dan Phonska), diberikan sesuai dosis rekomendasi untuk tanaman sawi. (urea 50 kg/ha dan phonska 100 kg /ha) atau setara dengan 0,15 g dan 0,3 g /polybag. Urea dan phonska 1/3 dosis diberikan pada 10 hari setelah tanam (hst) dengan cara dicampur dengan air kemudian disiram dengan merata. Adapun 2/3 dosis pupuk urea dan phonska diberikan pada 20 hari setelah tanam (hst) dengan cara dicampur dengan air kemudian disiram dengan merata.

6.Pemeliharaan tanaman.

Penyiraman dilakukan tergantung kondisi tanah di polibag.yaitu pada kondisi kapasitas lapang dan dilakukan penambahan air jika kondisi tanah dirasa sangat kering. Penyiraman dilakukan pada pagi hari atau sore hari. Penyiangan dilakukan pembersihan dari gulma dengan cara mencabutnya. Penyiangan dilakukan disesuaikan dengan keberadaan gulma. Jika diperlukan, pada saat penyiangan, dilakukan pula penggemburan tanah.

7.Perlindungan tanaman.

Perlindungan tanaman dilakukan dengan menggunakan pestisida organik Azadirachtin dengan nama dagang OrgaNeem dengan konsentrasi 5 ml per liter air dengan cara disemprot 3 hari sekali.

8.Panen.

Pemanenan tanaman sawi dengan cara di cabut dalam bentuk segar dilakukan setelah tanaman berumur 45 hst, daun sawi sudah berwarna hijau pekat berarti sudah siap untuk dipanen, yaitu daun dan batangnya segar dan belum keluar bunga.

9. Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati adalah sebagai berikut :

a. Jumlah spora mikoriza.

Jumlah kepadatan spora dilakukan diskruptik pada umur 0-45 hst pada masing –masing seri pot tanaman. Pengamatan jumlah spora dihitung dengan menghitung jumlah spora yang terkandung dalam 100 gr tanah yang diambil di sekitar rizosfer tanamn dgn saling sampler diameter 2,5 cm. jumlah tanah diambil di di sekitar rizosfer tanaman dgn menggunkan soil sampler diameter 2/5 cm. pada saat ekstraksi tanah di ambil daln 400 ml air dalm gelas tabung

kemudian dikocok dengan maknetic estieer selama 10 menit, kemudian Supratan disaring memiliki dan 30 µm. hasil saringan pada saringan terakhir(30 µm) dicuci oleh alir mengalir sampai bersih. Supranatan diambil, kemudian ditambah larutan sukrosa lalu di putar dalam sentrifuse dgn kecepatan 300 rpm (Daniel dan Skipper, 1982) Selma 10 menit. Spora yag di peroleh ditaruh di cawan Petri utk dilihat hasilnya per 100 gr tanah dibawah mikroskop binokuler dgn pembesaran 40x.

b. Pengamatan persentase kolonisasi pada akar

Penghitungan variabel persentase infeksi dilakukan dengan metode *clearing and staining* (Kormanik dan Graw, 1982) yang dimodifikasi. Akar dicuci bersih dan dipotong-potong sekitar $\pm$ 1 cm lalu direndam dalam larutan KOH 10% pada suhu 121^{O}C selama 15 menit. Setelah itu akar dibilas pada air mengalir dan sisa larutan KOH dibuang lalu direndam dalam H_2O_2 selama lima menit. Akar kemudian dicuci kembali sampai bersih dan direndam dalam HCl 5% selama lima menit, lalu dicuci kembali. Untuk pewarnaan dilakukan dengan merendam akar dalam *lactophenol cotton blue* 5% dan dipanaskan sampai mendidih selama $\pm$10 menit. *Lactophenol cotton blue* yang tersisa dibuang dan akar disimpan dalam botol film yang berisi *lactophenol*. Akar yang telah diwarnai, diamati di bawah *compound microscope* untuk dihitung persentase infeksinya. Persentase infeksi dihitung menggunakan teknik *Gridline Intersect* (Giovenneti dan Mosse, 1980) di bawah mikroskop binokuler dengan pembesaran 40x.

c. Pengamatan hara N dan P tanah

untuk mngthui terhadap serapan N total dengan metode Kjeldahl dan P tersedia dengan metode Bray 1.

d. Serapan hara N dan P tanaman

Pengamatan variabel serapan N dan P tajuk yang nantinya digunakan untuk dasar menduga serapan N dan P total bagian pucuk tanaman dilakukan dengan cara destruksi basah menggunakan H_2SO_4 pekat dan HNO_3 berdasarkan prosedur Linder dan Warley (*dalam* Sudjadi dan Widjik, 1971), dan penentuannya dilakukan menggunakan alat *Automatic Absorbtion Spectrophotometer* (AAS).

e. Hasil tanaman per pot

Pengamatn hasil tanaman dilakukann terhadap hasil bobot biomassa basah dan kerimg pada tajuk dan akar tanaman per pot tanaman pada saat panen umur 45 hst dengan menimbang berat segar tanaman, sedangkan bobot kering dilakukan menimbang berat setelah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60 ^{0}C selma 24 jam untuk mnghilangkan kadar air shingga diperoleh bobot kering konstan.

10. Analisis Data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan menggunakan program *Minitab* versi 16. Jika terdapat perbedaan yang nyata dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5 %. Sedangkan untuk mengetahui hubungan antar parameter dilakukan analisis regresi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status hara tanah dan serapan hara tanaman

Pengaruh perlakuan varietas memberikan pengaruh yang nyata terhadap status hara tanah N dan P. Dimana nilai tertinggi dan berbeda nyata terlihat pada perlakuan varietas

Kumala dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan pada saat panen (45 hst) peningkatan status hara N dan P varietas Kumala sebesar 40,47% dan 16,96% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata status hara N total dan P tersedia tanah ($mg.kg^{-1}$) di rizosfer pada beberapa varietas sawi saat panen

Varietas	Status hara ($mg.kg^{-1}$)	
	N Total	P Tersedia
V0 (Lokal)	$0,42^{d}$	$10,08^{d}$
V1 (Dora)	$0,53^{bc}$	$15,46^{c}$
V2 (Nauli F1)	$0,56^{c}$	$17,15^{b}$
V3 (Toska)	$0,57^{ab}$	$17,21^{a}$
V4 (Sinta)	$0,55^{bc}$	$17,22^{a}$
V5 (Kumala)	$0,59^{a}$	$17,24^{a}$
V6 (Gardena)	$0,56^{b}$	$17,15^{b}$
BNJ 5%	0,02	0,05

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Fakta tersebut di atas menunjukkan bahwa perferensi atau kesukaan inang mikoriza terhadap vaarietas Kumala (V5) adalah lebih disukai dibandingkan dengan varietas lokal. Hal ditunjukakan dengan meningkatnya status hara tanah yang dapat dipicu oleh inokulasi MA yang disertai dengan pemberian pupuk organik. Pengaruh perlakuan varietas Kumala menunjukkan nilai kandungan unsur hara N dan P yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Peningkatan nilai kandungan kedua unsur hara tersebut mencapai nilai tertinggi pada varietas Kumala jika dibandingkan dengan varietas lokal sebagai perlakuan kontrol pada saat tanaman sawi di panen.

Selain meningkatkan status hara tanah, varietas Kumula juga meningkatkan serapan hara N dan P tanaman tertinggi dan berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol (V0). Hal ini terlihat pada pengamatan umur 45 hst yang secara nyata meningkatkan serapan hara N dan P tanaman. Rata-rata peningkatan serapan hara N dan P tanaman sebesar 48,10% dan 83,41% bila dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata serapan N dan P tanaman ($mg.g^{-1}$ bobot kering tanama) pada beberapa varietas sawi saat panen

Varietas	Serapan N dan P($mg.g^{-1}$ bobot kering tanaman)	
	N	P
V0 (Lokal)	$6,34^{c}$	$2,11^{b}$
V1 (Dora)	$7,65^{b}$	$3,17^{a}$
V2 (Nauli F1)	$7,24^{b}$	$3,21^{a}$
V3 (Toska)	$7,64^{b}$	$3,18^{a}$
V4 (Sinta)	$7,21^{b}$	$3,13^{a}$
V5 (Kumala)	$9,39^{a}$	$3,87^{a}$
V6 (Gardena)	$7,43^{b}$	$3,23^{a}$
BNJ 5%	0,7	0,92

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Peningkatan status hara tanah dan serapan hara tanaman ini diduga berkaitan dengan kemampuan mikoriza yang dapat meningkatkan jangkauan akar untuk mendapatkan unsur hara N dan P di dalam tanah dengan bantuan hifa eksternal, khususnya pada varietas Kumala (Drew *et al*., 2003). Nampak pada varietas Kumala terjadi asosiasi yang baik dan menunjukkan kesukaan inang mikoriza pada varietas Kumala dibandingkan varietas lokal. Fakta ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Gianinazzi *et al*. (2010) yang mengemukakan bahwa inokulasi MA yang disertai dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan status hara tanah dan serapan hara tanaman.

Jumlah spora dan kolonisasi mikoriza

Pengaruh perlakuan varietas Kumala memberikan pengaruh yang nyata dan tertinggi terhadap jumlah spora dan persentase kolonisasi pada akar dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan jumlah spora per 100 g tanah pada umur 45 hst adalah sebesar 151,07% dan 53,33% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata jumlah spora (spora per 100 g tanah) dan nilai kolonisasi (%-kolonisasi) pada beberapa varietas sawi saat panen

Varietas	Jumlah spora	Kolonisasi
V0 (Lokal)	731,00^{d}	30,00^{c}
V1 (Dora)	1041,33^{c}	34,00^{b}
V2 (Nauli F1)	1310,33^{b}	35,00^{b}
V3 (Toska)	1434,33^{b}	34,00^{b}
V4 (Sinta)	1352,33^{b}	36,00^{b}
V5 (Kumala)	1835,33^{a}	46,00^{a}
V6 (Gardena)	1321,66^{b}	36,33^{b}
BNJ 5%	6,78	3,43

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi MA pada varietas Kumala diduga dapat memicu sporulasi spora mikoriza dan membentuk koloni dalam akar yang lebih baik dibandingkan dengan varietas lokal. Diduga dengan inokulasi MA pada varietas Kumala mampu memproduksi banyak propagul dalam bentuk spora dan akar terkolonisasi sehingga mampu meningkatkan jumlah spora dan kolonisasi pada akar. (Barrios, 2007; Doud dan Johnson, 2007).

Hasil tanaman

Pengaruh vareietas Kumala memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot biomassa basah dan kering akar pada 45 hst. Hal ini terlihat dari peningkatan biomassa basah dan kering akar tertinggi dan berbeda nyata pada umur 45 hst yang mencapai 206,07% dan 400% dibandingkan kontrol. Sedangkan untuk bobot biomassa basah dan kering pucuk juga memberikan pengaruh yang nyata dan tertinggi pada umur 45 hst dengan peningkatan bobot sebesar 228,57% dan 220% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata bobot biomassa basah dan kering akar dan pucuk (g/tanaman) pada beberapa varietas sawi saat panen

Varietas	Bobot biomassa basah dan kering (g/tanaman)			
	Akar Basah	Akar Kering	Pucuk Basah	Pucuk Kering
V0 (Lokal)	1,81[c]	0,1[c]	4,2[c]	0,5[d]
V1 (Dora)	3,33[b]	0,3[b]	9,8[b]	0,9[c]
V2 (Nauli F1)	4,51[ab]	0,3[b]	8,3[b]	1,3[c]
V3 (Toska)	4,64[ab]	0,4[a]	8,2[b]	1,2[c]
V4 (Sinta)	5,24[a]	0,4[a]	10,3[b]	0,8[d]
V5 (Kumala)	5,54[a]	0,5[a]	13,8[a]	1,6[a]
V6 (Gardena)	5,02[a]	0,3[b]	8,1[b]	1,5 [b]
BNJ 5%	1,50	0,13	3,42	0,33

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Diduga peningkatan bobot biomassa basah dan kering akar serta pucuk tanaman berhubungan dengan serapan unsur N oleh tanaman. Dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, nitrogen merupakan suatu unsur yang paling banyak dibutuhkan tanaman[8]. Unsur ini dijumpai dalam jumlah besar pada bagian jaringan tanaman yang muda dari pada jaringan tanaman yang tua, terutama berakumulasi pada bagian daun. Nitrogen merupakan unsur penyusun setiap sel hidup. Dengan demikian jumlah nitrogen yang diserap tanaman dari dalam tanah berhubungan langsung dengan bobot basah dan bobot kering tanaman. Nampak varietas Kumala memberikan bobot biomassa basah dan kering tertinggi dibandingkan varietas lokal. Namun hasil ini masih belum maksimal jika dibandingkan dengan produksi standar produksi per tanaman. Diduga energi yang dihasilkan hanya cukup digunakan oleh tanaman utuk memenuhi kebutuhan energinya untuk dapat tumbuh normal karena tanaman tumbuh dalam tekanan lingkungan sehingga penyimpanan dalam bentuk bahan kering hanya sedikit (Fitter dan Hay, 1998).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan varietas Kumala dapat meningkatkan status hara N dan P sebesar 40,47% dan 16,96% dan meningkatkan serapan hara N dan P tanaman sebesar 48,10% dan 83,41% dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan varietas Kumala dapat meningkatkan jumlah spora dan persentase kolonisasi pada akar sebesar 151,07% dan 53,33% dibandingkan dengan kontrol. Varietas Kumala mampu meningkatkan bobot biomassa basah dan kering akar sebesar 206,07% dan 400% serta bobot biomassa basah dan kering pucuk sebesar 228,57% dan 220% dibandingkan dengan kontrol (varietas lokal).

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Sayuran di Indonesia. http://www.bps.go.id [30/11/2015]

Cruz, R. E. D. 1988. General Lectures on Mycorrhizae. Publ. by Workshop on Myco. Inoc. Com. UPBL. The Philippine. pp. 8

Daniels, B.A. dan H.D. Skipper. 1982. Methods for recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In N.C. Scenck (Eds.). Methods and principle of mycorrhiza research. APS, St. Paul MN. p. 29-36

Douds, D,D, Jr, dan N.C. Johnson. 2007. Contributions of arbuscular mycorrhizas to soil biological fertility. Di dalam: Abbott LK, Murphy DV. (editor). Soil Biological Fertility - A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. New York: Springer Science+Business Media. p. 129-162

Drew, E.A., R.S. Murray and S.E. Smith. 2003. Beyond the rhizosphere: growth and function of arbuscular mycorrhizal external hyhae in sands of varying pore size. Plant Cell Environ. 251: 105-114

Fakuara, Y. dan Y. Setiadi. 1986. Peranan mikroba bagi tanaman kehutanan. Dalam Diskusi terbatas tentang beberapa aspek pembangunan Hutan Tanaman. Jakarta. pp. 21

Fitter, A.H, dan R.K.M. Hay. 1998. Fisiologi Lingkungan Tanaman. Penerjemah

Gianinazzi, S., A. Gollotte, M.N. Binet, D. van Tuinen, D. Redecker dan D. Wipf. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza. 20:519–530

Giovannetti, M. dan B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhiza infection in roots. New Phytol. 84: 489-500.

Kabirun, S. 1988. VAM Research Activity in Indonesia. Publ. by Workshop on Myco. Inoc. Com. UPLB. The Philippine. pp. 3

Kormanik, P.P dan A.C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhiza in plant roots. In N.C. Scenk (Eds). Methods and principles of mycorrhizal research. The American Phytopathologycal Society. St. Paul. Minnesota. pp. 244

Khalvati, M., B. Bartha, A. Dupigny dan P. Schröder. 2010. Arbuscular mycorrizal asociation is beneficial for growth and detoxificiation of xenobiotics of barley under drouht stress. J Soils Sediments. 10: 54-64

Mawardi dan M. Djazuli. 2006. Pemanfaatan pupuk hayati mikoriza untuk meningkatkan toleransi kekeringan pada tanaman nilam. Jurnal Littri 12(1):38-43.

Paul, E.A. dan F.W. Clark. 1989. Soil microbiology and biochemistry. Academis Press. Inc. San Diego. California. pp. 273

Perner, H., D. Schwarz, C. Bruns, P. Mader dan E. George. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowering of pelargonium plants. Mycorrhiza. 17: 469-474

Prasetyo, B.H dan D.A.Suriadikarta. 2006. Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian 25 (2): 39-47

Rao, S.N.S. 1994. Mikroorganisme tanah dan pertumbuhan tanaman. Edisi Kedua. Penerbit Universitas Indonesia. pp. 158

Smith, S.E., E Facelli, S. Pope dan F.A Smith. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant soil. 326: 3-20

Sudjadi, M. dan I.M. Widjik. 1971. Penentuan analisis tanaman. LPT. Bogor. pp. 56

Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea L*) Secara Hidroponik pada Media Pupuk Organik Cair Biokonversi dan Anorganik Cair ABmix .

The Growth of Mustard Plant (*Brassica Juncea L*) Hydroponically in The Media of Organic Fertilizer Liquid, Bioconversion Liquid And Inorganic Liquid ABmix

Narita Amni Rosadi[1,*]

[1]Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Al-Azhar, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
**corresponding author, email:*
heru.narita@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara Agraris yang sebagian penduduknya bermata pencarian sebagai petani sayuran,sayuran banyak digemari masyarakat karena sayuran merupakan sumber vitamin, mineral protein, nabati dan serat. Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian saat ini sangat cepat dengan terciptanya inovasi-inovasi baru yang dapat meningkatkan produktivitas kualitas hasil pertanian. Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki beberapa keuntungan yaitu pertumbuhan tanam dapat dikontrol, tanaman yang diproduksi lebih berkualitas, tanaman jarang terserang hama penyakit, pemberian larutan unsur hara lebih efektif dan efesien. salah satu sumber nutrisi yang digunakan dalam budidaya hidroponik adalah dengan menggunakan pupuk dan umunya menggunakan pupuk anorganik salah satunnya adalah larutan nutrisi AB mix. Kandungan dari pupuk organik cair biokonversi adalah: Bakteri Azotobacteri, Bactri Azosprillum SP, Bacteria lactobacillus, Bacteri, trichoderma, penambatan phospat, Nitrogen, logam berat, salmonella E.Coli. Penelitian ini dilakukan di green house kelompok wanita tani pejeruk Ampenan., dilakukan pada Agustus 2019 sampai September 2019. Metode yang di gunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan acak Lengkap (RAL) satu factor yaitu O1 (pupuk organic Biokonversi volume 1500 ml). A (pupuk anorganik ABmix volume1500 ml). Tahap awal pelaksanakan penelitian ini adalah membuat konsetrat pupuk cair organic Biokonversi dengan perbandingan 3 ml per 1500 ml air, dan konsetrat pupuk cair ABmix 3 ml per 1500 ml/liter air .Ada pengaruh pemberian media pupuk organik cair biokonversi dan pupuk anorganik cair ABmix , dimana perlakuan media pupuk organik cair biokonversi lebih efektif terhadap perumbuhan jumlah daun, sedangkan media pupuk anorganik cair ABmix berpengaruh terhadap tinggi batang tanaman.

Kata Kunci: Hidroponik, media pupuk cair organik Biokonversi, anorganik cair ABmix, Sawi

ABSTRACT

Indonesia is an agrarian country which most of the population its livelihood as vegetable farmer. The people very like vegetables because they are a source of vitamins, minerals, protein and fiber. Today, The development of technology in agriculture is very fast with the new creation of innovations that can improve the quality of agricultural products. Hydroponic plant cultivation has several advantages, namely controlled plant growth, quality plants, plants are rarely attacked by diseases, the provision of nutrient solutions is more effective and efficient.One source of nutrients used in hydroponic cultivation is fertilizer and inorganic in generally. The one of fertilizer is the ABmix nutrient solution.. Reserve from organic fertilizer is bioconversi :BakteriAzotobacteri, Bactri AzosprillumSP, Bacteria lactobacillus, Bacteri pseudomonas, trichoderma, phospat, Nitrogen, logamberat, salmonella E.Coli.This study conducted in green house orange farmer women's grup, Ampenan, in August to September 2019.The method used in this study is an exsperimental method by a completely randomized desain factorial pattern cosist of one factor, namely treartmentof O1 (bioconversi organic fertilizer by volume 1500 ml).A (ABmix organic fertilizer by volume 1500 ml). First step in this research is makingbioconversion organic fertilizer concentrate by comparsion 3ml per 1500 ml water and ABmix organic fertilizer concentrate3ml per 1500 ml water. There is an influence when giving media of liquid organic fertilizer bioconversion andABmix liquid inorganic fertilizer,where the treatment of liquid bioconversion organic fertilizer media is more effective against growing the number of leaves,while ABmix liquid inorganic fertilizer media influences plant stem height.

Keywords: Hydroponics, Media of bioconversion organic liquid fertilizer, ABmix liquid inorganic, mustard

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara Agraris yang sebagian penduduknya bermata pencaharian sebagai petani sayuran. sayuran banyak digemari masyarakat karena sayuran merupakan sumber vitamin, mineral protein, nabati dan serat (Subandi, 2015). Petani Indonesia umumnya masih sering menggunakan pupuk anorganik dibandingkan dengan pupuk organik. Kebutuhan pupuk untuk pertanian semakin banyak tidak sebanding dengan produksi pupuk, mahalnya harga pupuk anorganik. Petani masih meragukan akan manfaat dan kegunanan pupuk organik Oleh karena itu perlu diadakan uji pupuk organic dan pupuk anorganik

Pada umumnya petani melakukan budidaya tanaman secara konvensional akan tetapi seiring dengan berkembangnya zaman, cara budidaya seperti ini kurang efesien dan efektif. Hal ini dikarenakan budidaya sawi secara konvisional menggunakan tanah sebagai media tanam sehingga membutuhkan lahan pertanian yang luas, padahal kondisi lahan semakin terbatas sering dengan meningkatnya penduduk (Amitasari, 2016).

Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian saat ini sangat cepat dengan terciptanya inovasi-inovasi baru yang dapat meningkatkan produktivitas kualitas hasil pertanian. Saat ini perkembangan pertanian bukan hanya di sektor tanaman padi dan palawija saja akan tetapi pada sayuran dan buah-buahan juga (Masda, 2018).

Hidroponik adalah lahan budidaya pertanian tanpa menggunakan media tanah, hanya menggunakan media air dan nutrisi. Budidaya tanaman secara hidroponik memiliki beberapa keuntungan yaitu pertumbuhan tanam dapat dikontrol, tanaman yang diproduksi lebih berkualitas, tanaman jarang terserang hama penyakit, pemberian larutan unsur hara lebih efektif dan efesien karena dapat disesuaikan dengan kebutuh tanaman tersebut, dapat diusahakan terus menerus tidak tergantung musim, dan dapat diterapkan pada lahan sempit (Syamsu,2014).

Pada budidaya hidroponik, factor penting yang hurus diperhatikan untuk memperoleh hasil pertumbuhan tanaman yang optimal adalah kebutuhan nutrisi untuk tanaman harus terpenuhi. Selama ini salah satu sumber nutrisi yang digunakan dalam budidaya hidroponik adalah dengan menggunakan pupuk dan umunya menggunakan pupuk anorganik salah satunnya adalah laritan nutrisi AB mix. Pupuk tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Kandungan unsur hara nutrisi AB mix yaitu Ca(NO3)2 1100 g K (NO3)2 530 g, fe 86 g, dan MgSO4, 4,2 g (Mairusmianti, 2011).

Selain menggunakan pupuk anorganik, nutrisi hidroponik dapat juga menggunakan pupuk organik cair. Adapun kandungan dari pupuk organik cair biokonversi adalah: Bakteri Azotobacteri (menghasilkan hormone pertumbuhan, Bactri Azosprillum SP (menambah jumlah cabang akar), Bacteria lactobacillus (menghambat pertumbuhan bacteri jahat) Bacteri pseudomonas (menetralisir zat racun/residu dalam tanah), trichoderma (menghambat pertumbuhan jamur), penambatan phospat, penambat N, logam berat, salmonella E.Coli.

Dalam penelitian ini memilih tanaman sawi dikarenakan pertumbuhan cukup mudah dan dapat beradaptasi pada semua media tanam. Sawi dapat tumbuh baik di tempat yang beriklim panas maupun beriklim dingin sehingga dapat dibudidayakan di daerah dataran tinggi maupun dataran rendah dan umur panen 40-50 hari setelah tanam.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan maka akan dilakukan penelitian dengan judul: Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L*) Secara Hidroponik Pada Media Pupuk Organik Cair Biokonversi Dan Anorganik Cair ABmix **.**

.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan eksperimental yang dilakukan di green house kelompok wanita tani pejeruk Ampenan, dilakukan pada bulan Agustus 2019 sampai September 2019.

Bahan Tanaman

Bahan yang digunakan adalah, pupuk organik biokonversi, pupuk ABmix, benih sawi, Air 3000 ml, polybag ukuran 30 x 30 cm.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak Lengkap (RAL), pola satu factor dengan 3 kali ulang, yaitu O1 (pupuk organic Biokonversi volume 1500 ml). A (pupuk ABmix 1500 ml). Tahap awal pelaksanakan penelitian ini adalah membuat konsetrat pupuk cair organic Biokonversi dengan perbandingan 3 ml per 1500 ml, dan konsetrat pupuk cair ABmix 3 ml per 1500 ml/liter. Pembibitan tanaman sawi dengan media tisu., selanjutnya melakukan pengamatan pertumbuhan tinggi batang dan jumlah daun tanaman selama 14 hari setelah tanam dan 30 hari setelah tanam. Pada umur 14 hst tanam belum diberi perlakuan pupuk.

Penelitian ini menggunakan teknis analisis data kuantitatif. Analisis data deskriptif kuantitatif digunakan untuk mengetahui pertumbuhan tinggi batang dan jumlah daun tanaman sawi. Analisis pengujian data kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung rerata pertumbuhan tanaman sawi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a.Tinggi Batang

Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman sawi pada media pupuk cair organik biokonversi 1500 ml dan pupuk cair ABmix 1500 ml terhadap pertumbuhan vegetatif yaitu tinggi batang dari minggu ke 14 hari setelah tanam (awal penanaman) sampai umur 30 hari setelah tanam (tabel 4.1).

Perlakuan	Rerata pertumbuhan Tinggi Batang (cm)		
	14 hst (hari setelah tanam)	30 hst (hari setelah tanam)	Pertambahan Panjang
Pupuk organik Biokonversi	2,0	8,67	6,67
Pupuk anorganik ABmix	1,5	8,33	6.83

Berdasarkan table 4. 1. Diperoleh hasil bahwa pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi pada media pupuk organic cair biokenversi 1500 ml yaitu: 6,67, sedangkan pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi pada media pupuk anorganik cair ABmix 1500 ml yaitu: 6.83. Maka dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan tanaman sawi pada media pupuk anorganik cair ABmix 1500 ml lebih tinggi.

b. Jumlah Daun

Hasil pengamatan pertumbuhan tanaman sawi pada media pupuk organik cair biokonversi 1500 ml dan pupuk anorganik ABmix 1500 ml terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman sawi yaitu jumlah minggu ke 14 hari setelah tanam (awal penanaman) sampai umur 30 hari setelah tanam (tabel 4.2).

Perlakuan	Rerata pertumbuhan Jumlah Daun (helai)		
	14 hst (hari setelah tanam)	30 hst (hari setelah tanam)	Pertambahan jumlah
Pupuk organic konvensional	3	7	4
Pupuk anorganik ABmix	3	6	3

Berdasarkan table 4.2 diperoleh hasil bahwa pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi pada media pupuk organik cair biokonversi 1500 ml yaitu 4 helai daun, sedangkan pertambahan jumlah daun tanaman sawi pada media pupuk cair anorganik ABmix 1500 ml yaitu 3 helai daun. Maka dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi pada media pupuk organik cair biokenversi lebih banyak.

Pertumbuhan tinggi batang dan jumlah daun tanaman sawi caisim diamati sejak umur 14 hst dan umur 30 hst. Hasil dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini:

Gambar 4.1. Pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi pada media pupuk organik cair boiokenversi 1500 ml dan pupuk anorganik cair ABmix 1500 ml.



Dari gambar 4.1 terlihat bahwa hasil rata-rata pertumbuhan tinggi batang tanaman sawi pada media pupuk cair anorganik ABmix 1500 mllebih tinggi dari pada pertumbuhan tinggi batang tanaman pada pupuk cair organik biokonversi 1500 ml. Hal ini dikarenakan karena pupuk anorganik cair ABmix memiliki kandungan kalsium yaitu K (NO3)2 530 g sedangkan pupuk organik cair biokonversi tidak memiliki kandungan kalsium hanya mengandung bakteri dan berperan dalam penambat posfat dan penambat N positif (Table 4.1). Kalium (K) bagi tanaman berfungsi untuk memperkuat batang dan perkembangan akar (Tampubalon, 2012).

Walaupun demikian, dari hasil rata-rata pertumbuhan tinggi batang untuk semua konsentrasi perlakuan tidak menunjukan perbedaan yang nyata, hanya terpaut selisih yang sedikit. Selain itu juga, jika dilihat dari morfologi pertumbuhan tinggi tanaman sawi untuk semua konsentrasi pupuk anorganik cair ABmix 1500 ml dan pupuk organik cair Biokonversi 1500 ml tumbuh dengan baik. Hal ini didukung oleh factor lingkungan yang baik yaitu intensitas cahaya yang cukup membuat fotosintesis maksimal untuk pertumbuhan dan hasil tanaman sawi. Menurut Mangoendidjojo (2003), cahaya atau sinar matahari sangat dibutuhkan untuk proses fotosintesis.

Dari gambar 4.1. terlihat bahwa rata-rat pertumbuhan jumlah daun tanaman sawi pada media pupuk organik cair biokonversi 1500 ml lebih banyak daripada pertumbuhan dan jumlah daun tanaman sawi pada media pupuk anorganik ABmix 1500 ml. Hal ini disebabkan karena pupuk organik cair biokonversi dapat menambat N positif lebih banyak dan mengandung bakteri

Rhizobium (table 4.2). Hasil peroduksi sawi adalah di bagian daun, oleh karena itu pupuk yang dibutuhkan sebaiknya mengandung nitrogen (N). salah satu fungsi nitrogen adalah untuk memperbaiki bagian vegetatif tanaman terutama untuk membentuk zat hijau daun tanaman, sehingga proses fisiologis seperti fotosintesis dan respirasi akan berjalan dengan baik (Surtinah, 2006).

KESIMPULAN

Ada pengaruh pemberian media pupuk organik cair biokonversi dan pupuk anorganik cair ABmix , dimana perlakuan media pupuk organik cair biokonversi lebih efektif terhadap perumbuhan jumlah daun, sedangkan media pupuk anorganik cair ABmix berpengaruh terhadap tinggi batang tanaman.

Ucapan Terimakasih

Terimakasi peneliti ucapkan kepada Universitas Islam Al-Azhar mataram yang memberikan sumbangan dana sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dan Universitas Mataram yang memberikan kesempatan untuk mempersentasikan hasil penelitian penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Subandi, M., Nella Purnama Salam, budy Frasetya.2015. Pengaruh berbagai Nilai EC (Electronic Conductiivity) terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (Amaratus sp.) Pada Hidroponik Rakit Apung. Jurnal Istek . Vol (1-2):1-18.

Surtinah, 2006. Peranan plant Catalyst 2006 Dalam Meningkatka Produksi Sawi. Jurnal Ilmiah pertanian vol.3 No 1 Agustus 2006.

Syamsu, I. R., 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo Vol. 1. No. 2. Tahun 2014.

Tampubolan, 2003. Budidaya tanaman sayuran. Jambi: Balai pengkajian teknologi Pertanian (BPTP) Jambi.

Mairusmianti, 2011. Pengaruh konsentrasi pupuk akar dan Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Produksi Bayam (Amaranthus bybrindus) Dengan metode Nutrient film technique (NFT). Jakrta: Universitas Islam negri Syarif hidayatullah.

Mangoendidjojo .2003. Sayuran datan rendah. 120 hal. Jakrta: Penebar Surabaya

Masda, R. P., 2018. Budidaya Tanaman Hidroponik DFT PADA Tiga Kondisi Nutrisi Yang Berbeda. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.

Kelimpahan Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Beberapa Kondisi Kawasan di Pantai Cemara Kabupaten Lombok Barat

The abundance of Blood Cockle (*Anadara granosa*) in Areas with Different Conditions in Cemara Beach, West Lombok Regency

Baiq Hilda Astriana[*1], Ayu Adhita Damayanti[1], Nanda Diniarti[1], Ibadur Rahman[1], Nunik Cokrowati[1]

[1]Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, NTB, Indonesia. Tel. (0370)621435, Fax. (0370) 640189
[*]*Corresponding author e-mail*:
arda804@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan kerang Anadara di Pantai Cemara, Kabupaten Lombok Barat. Kerang Anadara merupakan salah satu biota perairan laut yang dapat dijadikan bioindikator perubahan lingkungan perairan dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Oleh karena itu, kelimpahan kerang ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk mengetahui kualitas lingkungan perairan di lokasi penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif yaitu mendeskripsikan gejala atau peristiwa yang ditemukan di lapangan. Pengumpulan data mengenai kerang darah dilakukan di lapangan, sedangkan, pemeriksaan beberapa sampel kualitas air dan sedimen, serta identifikasi kerang darah dilakukan di laboratorium. Penentuan titik sampling menggunakan *purposive sampling* yang didasarkan pada letak dan kondisi wilayah di lokasi penelitian. Lokasi penelitian akan dibagi menjadi tiga stasiun yaitu kawasan mangrove yang dekat dengan kawasan ekowisata, kawasan mangrove yang dekat dengan pemukiman warga dan kawasan mangrove di dekat muara sungai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat kerang darah yang ditemukan di lokasi penelitian. Walaupun demikian, ada beberapa spesies kerang lain yang ditemukan. Berdasarkan hasil wawancara dengan penduduk setempat, kondisi ini disebabkan oleh eksploitasi yang berlebihan yang dilakukan oleh para pengepul kerang darah.

Kata kunci: kerang darah; kelimpahan; pantai cemara; mangrove

ABSTRACT

This research aimed to address the abundance of blood cockle (*Anadara granosa*) in Cemara Beach, West Lombok Regency. Blood cockle is one of aquatic organisms that can be used as a bioindicator for aquatic environmental change. This biota also has economic value since it is consumed by local community. The abundance of this biota is expected to perform the quality of waters in study site. Method used for this research was descriptive method done by explaining phenomena found in the study site. Blood cockle sampling was done in the study site, whereas water quality measurement was done in laboratory. Sampling stations were determined using *purposive sampling* based on position and condition of study site. The site consisted of three stations that were mangrove area closed to

ecotourism area, mangrove area closed to community settlement, and mangrove area closed to estuary. The result of this research showed that there was no blood cockle found in the study site. However, there were other species of bivalve encountered in the location. According to information gained from local community, it is found that there is overharvesting of blood cockle occuring in the study area done by outsiders.

Keywords: blood cockle, abundance, cemara beach, mangrove

PENDAHULUAN

Kerang dari kelas Bivalvia merupakan biota yang penting secara ekonomis maupun ekologis. Salah satu kerang yang memiliki nilai ekonomis tinggi adalah kerang dari genus Anadara. Kerang ini dapat dijadikan bahan makanan dan bahan untuk membuat perhiasan. Selain memiliki nilai ekonomis tinggi, kerang ini juga memiliki peran ekologis karena dapat dijadikan bioindikator pencemaran. Hal ini disebabkan karena keberadaannya penting dalam rantai makanan di perairan laut serta toleransinya yang tinggi terhadap perubahan yang terjadi di lingkungan perairan (Sari, 2011).

Untuk mengetahui status suatu perairan laut maka struktur komunitas biota laut di perairan tersebut dapat dijadikan acuan. Struktur komunitas merupakan sekumpulan populasi dari spesies yang berlainan dari spesies yang sama yang menempati suatu habitat (Sambas, 2003). Komposisi dan kelimpahan biota laut seperti kerang dari genus Anadara di habitatnya dapat dijadikan parameter dalam melihat struktur komunitas biota tersebut. Adanya informasi mengenai kelimpahan Anadara, misalnya, dapat digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah suatu perairan telah mengalami perubahan kualitas yang signifikan atau tidak (Susiana *et al.*, 2013).

Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu wilayah yang memiliki potensi sumberdaya laut yang besar. Pulau Lombok sebagai salah satu pulau di wilayah NTB saat ini menjadi pusat pengembangan wisata laut dan kegiatan di bidang perikanan lainnya. Wilayah pesisir di Kabupaten Lombok Barat misalnya menjadi salah satu wilayah yang sering dimanfaatkan tidak hanya untuk kegiatan penangkapan ikan, tetapi juga budidaya komoditas perikanan dan ekowisata. Berdasarkan data-data wilayah pesisir dan perairan provinsi NTB, diketahui bahwa pesisir selatan memiliki pantai dan teluk yang relatif panjang di Pulau Lombok yaitu 104 Km (Direktorat Kepolisian Perairan NTB, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa wilayah ini menyimpan potensi yang besar bagi pengembangan pengelolaan sumberdaya laut.

Pemanfaatan sumberdaya laut yang sudah dilakukan di daerah tersebut tidak menutup kemungkinan dapat menimbulkan degradasi kualitas lingkungan perairan laut.

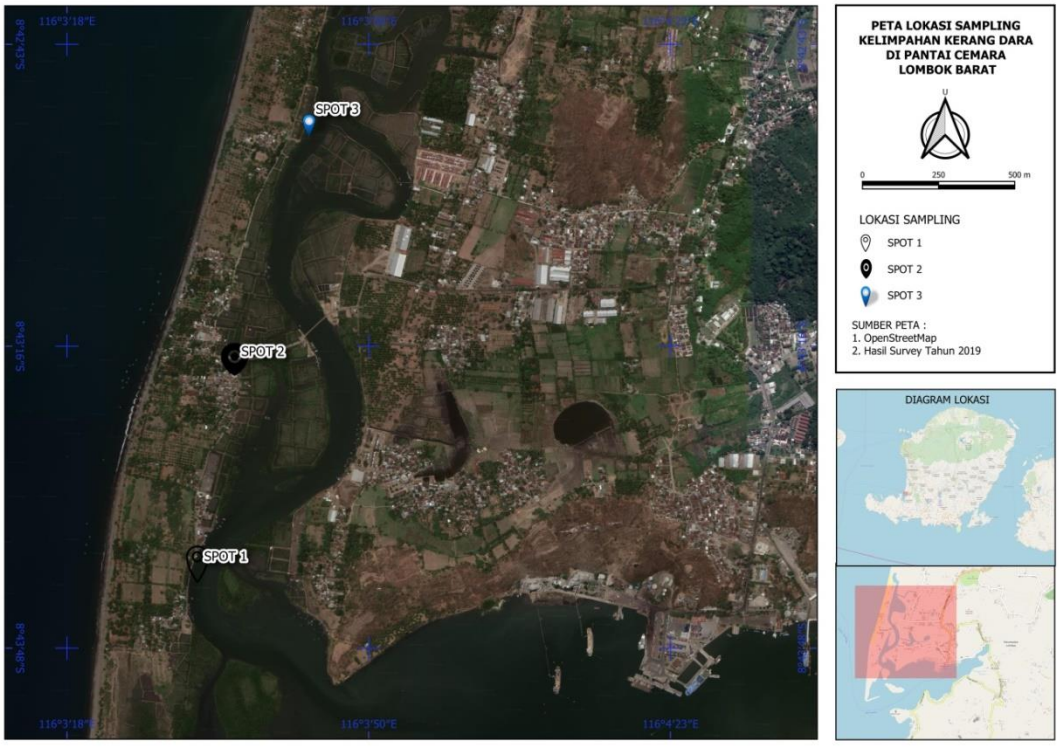
Walaupun saat ini belum terlihat adanya dampak yang signifikan dari kegiatan pemanfaatan sumberdaya laut yang ada, namun dirasakan penting untuk mengetahui *existing condition* perairan di wilayah ini. Data yang akan diperoleh nantinya dapat dijadikan dasar dalam menentukan status kualitas perairan tersebut.

Perairan pesisir selatan termasuk perairan barat daya Pulau Lombok diketahui menjadi habitat bagi kerang-kerangan termasuk kerang darah (genus Anadara). Mengingat peran dari kerang ini sebagai bioindikator kualitas perairan laut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai kelimpahan kerang Anadara di kawasan pesisir barat daya Pulau Lombok untuk mengetahui kualitas perairan di kawasan ini.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2019 dan pengambilan data untuk komposisi dan kelimpahan Anadara dilakukan selama 2 hari di kawasan mangrove Pantai Cemara, Kabupaten Lombok Barat. Sedangkan analisis sample air laut akan dilakukan di Laboratorium Bioekologi Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Peta lokasi Penelitian disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Kelimpahan Kerang Darah Di Pantai Cemara Kabupaten Lombok Barat

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain rollmeter, kuadran, sekop, saringan, plankton net, pipa paralon, ember, toples, botol sampel, pH meter, refraktometer, thermometer, GPS, alkohol 70%, akuades, lugol, kantong plastik dan tali rafia.

Pengambilan sampel

Penentuan titik sampling menggunakan *purposive sampling* yang didasarkan pada letak dan kondisi wilayah di lokasi penelitian. Lokasi penelitian dibagi menjadi tiga stasiun yaitu daerah mangrove dekat kawasan ekowisata, mangrove di dekat pemukiman penduduk, dan mangrove di dekat muara sungai. Pada masing-masing stasiun akan ditempatkan 1 plot berukuran 10 m x 10 m. Pada setiap plot akan diambil 5 titik (kuadran 1 m x 1 m) yang penempatannya bersifat *representative* yaitu satu kuadran di setiap sudut plot (total 4 kuadrat) dan 1 titik (kuadran) pada bagian tengah plot.

a. Sampling kerang darah

Pengambilan Anadara dilakukan dengan mengambil sampel yang ada di dalam plot pengamatan yang berada di masing masing titik kuadran 1 m x 1 m. Pengambilan sampel kerang darah itu sendiri dengan cara tongkah dan men-skop sedimen. Pengamatan kerang Anadara menggunakan bantuan sekop dan saringan karena sifat hidup kerang yang membenamkan diri di dalam substrat (infauna) hingga beberapa cm. Oleh karena itu, kedalaman substrat yang akan digali ±10 – 30 cm. Sedimen yang di-skop dimasukan ke dalam saringan untuk memisahkan kerang dengan lumpur, sedangkan dengan menongkah kerang dapat diperoleh langsung. Selanjutnya kerang yang telah terpisah dari lumpur dimasukan ke dalam toples lalu diberi alkohol 70% dan diberi kertas label.

b. Sampling air

Sampel untuk pengukuran parameter kualitas air diambil langsung dari masing-masing stasiun di lokasi penelitian menggunakan botol sampel. Parameter-parameter ini meliputi DO, pH, nitrat, fosfat dan salinitas dimana suhu, pH dan salinitas diukur secara langsung (di lapangan) sedangkan DO, nitrat dan fosfat diukur di laboratorium.

c. Sampling plankton

Sampling dilakukan pada tiga stasiun yaitu pada daerah mangrove dekat kawasan ekowisata, daerah mangrove di dekat pemukiman penduduk, dan mangrove di dekat muara sungai. Sebanyak 100 liter air laut dari masing-masing titik sampling dipekatkan menjadi 50 ml dengan menggunakan plankton net dengan ukuran mata jaring 20 μm. Sampling pada

setiap spot dilakukan dua kali ulangan. Sampel yang diperoleh diawetkan dengan lugol kemudian diamati di Laboratorium Bioekologi, Program Studi Budidaya Perairan Universitas Mataram menggunakan mikroskop binokuler merek Olympus. Identifikasi jenis dilakukan secara konvensional berdasarkan kemiripan morfologi. Analisis data komunitas plankton yang diperoleh meliputi penghitungan kepadatan atau kemelimpahan (D) dan indeks keanekaragaman jenis (H'). Indeks keanekaragaman jenis plankton kemudian ditentukan berdasarkan "Indeks Shannon-Wienner (H')" dengan rumus menurut Odum (1993).

d. Sampling Bahan Organik Total (BOT)

Pengambilan sampel BOT atau sedimen dilakukan pada tiap-tiap stasiun yaitu masing-masing sebanyak 50 gram sedimen. Sampel sedimen ini kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik yang sudah diberi label dan selanjutnya dianalisa di laboratorium.

Data Analisis

a. Kelimpahan kerang darah

Kelimpahan kerang menunjukkan jumlah individu kerang per satuan luas. Penghitungan kelimpahan ini dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$A = \frac{Xi}{Ni}$$

Keterangan

A = Kelimpahan

Xi = Jumlah individu spesies ke-i

Ni = Luasan kuadran tempat jenis ke-i ditemukan (Handayani, 2015)

b. Kelimpahan dan Indeks Keanekaragaman Plankton

Kelimpahan plankton dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Welch, 1952):

$$N = \frac{(a\ x\ 1000) x\ c}{V}$$

Keterangan:

N = Kelimpahan per liter

a = rerata cacah plankton dari semua hitungan dalam SRCC dengan kapasitas 1 ml

c = volume air tersaring (ml)

V = Volume air disaring (L)

Sedangkan untuk menghitung keanekaragaman jenis digunakan rumus berikut (Odum, 1993):

H' = - Σ Pi ln (Pi). dimana Pi = (ni/N)

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wienner

ni = Jumlah individu jenis ke i

N = Jumlah individu seluruh jenis

Kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wienner (H') adalah sebagai berikut:

H' < 1 : keanekaragaman rendah

1 < H' ≤ 3 : keanekaragaman sedang

H' > 3 : keanekaragaman tinggi

c. Kandungan Bahan Organik Total (BOT)

Untuk menghitung kandungan bahan organik total (BOT) dalam sedimen pada masing-masing di lokasi penelitian akan digunakan metode Loss on Ignition (LOI) (Mucha et al., 2003 *dalam* Abdurrahman *et al.*, 2017) dengan rumus sebagai berikut:

$$BOT = (a - c/a – b) \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat cawan dan sampel sedimen sebelum pembakaran atau setelah pengeringan (gram)

b = berat cawan (gram)

c = berat cawan dan sampel setelah pembakaran (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kelimpahan Anadara

Kelimpahan merupakan jumlah individu per satuan luas. Pada dasarnya, kelimpahan *Anadara* yang merupakan makrozoobenthos pada kawasan mangrove sangat dipengaruhi oleh kerapatan mangrove karena kawasan mangrove menjadi tempat hidup dan mencari makan (Isman, 2016). Selain itu, diketahui pula bahwa kawasan mangrove merupakan kawasan yang memiliki kandungan bahan organik dan bahan inilah yang dimanfaatkan oleh makrozoobenthos (Yeanny, 2007) seperti *Anadara* sp. Hal inilah yang menyebabkan semakin tinggi kandungan bahan organik pada suatu habitat, maka semakin melimpah makrozoobenthos pada kawasan tersebut (Isman, 2016).

Berdasarkan hasil pengamatan, pada ketiga stasiun penelitian, tidak ditemukan kerang darah. Hal ini bertentangan dengan teori-teori dan hasil penelitian dengan kajian serupa. Walaupun demikian ada beberapa genus bivalvia yang ditemukan di lokasi penelitian

tersebut. Beberapa di antaranya yaitu genus Crassostrea, Afsharius, Spisulona, Tagelus dan Hiatula.

Wawancara yang dilakukan dengan penduduk setempat memberikan gambaran mengenai pemanfaatan kerang derah oleh masyarakat. Kerang darah merupakan salah satu makanan laut yang sangat digemari dan memiliki harga jual yang relatif tinggi. Hal inilah yang mendorong masyarakat melakukan penangkapan kerang darah untuk selanjutnya mereka jual dan kegiatan ini telah berlangsung lama. Beberapa penduduk di kawasan Pantai Cemara menginformasikan bahwa dulunya, kerang darah sangat melimpah hingga di kawasan tersebut, terutama di sekitar lokasi penelitian ini. Akan tetapi semenjak semakin bertambahnya para pengepul kerang darah, keberadaan kerang ini semakin berkurang. Menurut penduduk setempat, saat ini, kerang darah baru bisa ditemukan di lokasi perairan yang lebih dalam, sehingga jika mereka ingin memperoleh kerang darah, mereka harus menunggu hingga surut terendah (biasanya pada malam hari). Walapun demikian, jumlah kerang yang mereka peroleh sangat sedikit.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Handayani *et al.* (2015) menunjukkan bahwa di sekitar stasiun 3 (lokasi kegiatan pada penelitian ini), kelimpahan kerang darah hanya 0,04 ind/m^2. Kelimpahan inipun diperoleh dari hasil sampling di tengah muara sungai (cukup dalam). Dengan demikian, dapat diperkirakan bahwa ketiadaan kerang darah pada lokasi penelitian secara dominan disebabkan oleh aktivitas penangkapan yang dilakukan oleh para pengepul kerang.

Kelimpahan Plankton

Berdasarkan hasil pengamatan sampel plankton, diketahui bahwa terdapat 3 spesies yang ditemukan pada lokasi penelitian. Spesies-spesies tersebut di antaranya adalah *Coscinodiscus* sp, *Climacosphenia* sp. dan *Pleurosigma* sp. Sementara itu, hasil penghitungan dan analisis data plankton menunjukkan bahwa *Coscinodiscus* sp memiliki kelimpahan tertinggi yaitu 54,2 individu/L, kemudian diikuti dengan *Pleurosigma* sp. dengan kelimpahan 13 individu/L, dan *Climacosphenia* sp. dengan kelimpahan 8,7 individu/L.

Hasil analisis data juga menunjukkan bahwa stasiun 2 (dekat dengan pemukiman) memiliki indeks keanekaragaman plankton yang paling tinggi di antara ketiga stasiun penelitian yaitu 0,64. Pada stasiun 1 dan 3, indeks keanekaragamannya berturut-turut 0,62 dan 0,5. Walaupun demikian nilai-nilai indeks keanekaraman tersebut termasuk dalam

kategori rendah (Mason, 1981). Hal ini kemungkinan disebabkan turbiditas pada lokasi penelitian yang relatif tinggi dan kurangnya nutrien yang menunjang kehidupan plankton.

Parameter Fisika dan Kimia Air

a. Suhu

Suhu optimum bagi bivalvia berkisar antara 25-28^{o}C (Miranda-Baeza *et al.*, 2006 *dalam* Islami, 2013). Hasil pengukuran suhu pada lokasi penelitian menunjukkan kisaran 27-29^{o}C. Suhu yang terukur pada stasiun 1 dan stasiun 3 memiliki nilai yang sama yaitu 27^{o}C, sedangkan pada stasiun 2, suhu relatif lebih hangat yaitu 29^{o}C. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pada spot 2 kurang optimum bagi kehidupan kerang darah namun masih dapat ditoleransi oleh kerang-kerangan.

b. Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui apakah suatu perairan masih dapat menunjang kehidupan biota yang hidup pada lokasi tersebut. Pada penelitian ini, diketahui bahwa nilai DO berkisar antara 6,9-7,6 mg/l. Nilai DO tertinggi yaitu 7,6 mg/l ditemukan pada stasiun 3 yang berada pada muara sungai. Sementara itu nilai DO terendah diperoleh pada stasiun 1 yaitu 6,9 mg/l dan pada stasiun 2, nilai DO yang diperoleh yaitu 7,0 mg/l. Seluruh nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi DO masih berada dalam kisaran normal. Menurut Sudarja (1987), makrozoobenthos membutuhkan DO dengan konsentrasi antara 1,00-3,00 mg/l untuk mendukung kehidupannya. Kinasih *et al.* (2018) juga menambahkan bahwa nilai baku mutu untuk DO yang ditetapkan pemerintah yaitu >5 mg/l. Selain itu, menurut Isman (2016), semakin besar konsentrasi DO pada suatu ekosistem, maka semakin baik kehidupan makrozoobentos yang ada pada ekosistem tersebut.

c. pH

Nilai derajat keasaman pada perairan di lokasi penelitian berkisar antara 8,29-8,50. Nilai pH tertinggi ditemukan pada stasiun 2 yang paling dekat dengan kawasan pemukiman dan rentan dengan aktivitas antropogenik. Sementara itu, nilai terendah (8,29) ditemukan pada spot 1 yaitu kawasan mangrove yang jauh dari pemukiman serta muara sungai. Untuk spot 3 yang merupakan kawasan muara sungai, nilai pH yang diperoleh yaitu 8,40. Sementara itu, menurut KEPMENLH NO 51 Tahun 2004, baku mutu air laut untuk mendukung

kehidupan biota laut memiliki kisaran 7-8,5. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pH air di lokasi penelitian masih berada dalam baku mutu yang telah ditetapkan.

d. Salinitas

Hasil pengukuran pada ketiga stasiun di lokasi penelitian menunjukkan bahwa salinitas berkisar antara 29-31 ppt. Salinitas tertinggi diperoleh pada stasiun 2 yaitu sebesar 31 ppt, kemudian diikuti oleh salinitas pada stasiun 3 (muara sungai) yaitu 30 ppt, dan salinitas pada stasiun 1 yaitu 29 ppt. Sementara itu, kisaran salinitas yang dapat ditolerir oleh makrozoobentos seperti *Anadara* sp. yaitu 15-45 ppt (Mudjiman, 1981). Dengan demikian, salinitas yang diperoleh pada lokasi penelitian masih berada dalam kisaran normal bagi kehidupan *Anadara* sp.

e. Nitrat

Konsentrasi nitrat yang diperoleh pada ketiga spot pada lokasi penelitian yaitu 0,01 mg/l. Kisaran normal untuk mendukung kehidupan biota laut yaitu 0,29-0,94 mg/l (Hakanson dan Bryann, 2008). Dengan demikian, kisaran nitrat yang diperoleh pada penelitian ini di luar kisaran normal. Hal inilah yang diduga menyebabkan kelimpahan dan keanekaragaman jenis plankton di perairan ini sangat rendah.

f. Fosfat

Hasil pengukuran konsentrasi fosfat pada tiap lokasi sampling menunjukkan bahwa pada stasiun 1, konsentrasi fosfat adalah 0,44 mg/l. Pada stasiun 2, konsentrasi fosfat yaitu 0,33 mg/l, sedangkan pada stasiun 3, konsentrasi fosfat adalah 0,50 mg/l. Sementara itu, nilai kisaran normal untuk konsentrasi fosfat menurut Hakanson dan Bryann (2008) adalah 0,087 mg/l. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa konsentrasi fosfat di perairan ini terlalu tinggi. Hal ini juga diduga menjadi limiting faktor bagi kehidupan biota laut.

g. Bahan Organik Total (BOT)

Hasil pengukuran BOT menunjukkan bahwa pada stasiun 1 persentase BOT yaitu 13,6423% (sedang). Pada stasiun 2, persentasi BOT yang terukur yaitu 1,90636% (sangat rendah), sedangkan pada stasiun 3, persentase BOT yang terukur yaitu 3,3168% (sangat rendah). Penentuan kriteria persentase BOT ini mengacu pada Reynold (1971). Berdasarkan hasil analisis ini, diketahui bahwa stasiun 1 (dekat kawasan ekowisata mangrove) memiliki kondisi yang masih sesuai untuk kehidupan makrozoobenthos, termasuk kerang-kerangan. Sementara itu, kondisi stasiun 2 dan 3 kurang sesuai untuk kehidupan makrozoobenthos.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa tidak ditemukan kerang darah pada kawasan mangrove yang ada di Pantai Cemara, Kabupaten Lombok Barat. Hal ini kemungkinan disebabkan karena eksploitasi yang berlebihan yang dilakukan oleh para pengepul kerang darah, dan kualitas air terutama konsentrasi nitrat dan fosfat serta kandungan bahan organik yang kurang sesuai untuk kehidupan kerang darah.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas bantuan dana yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan, serta kepada ketua kelompok pengelola kawasan mangrove di Pantai Cemara dan mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan atas bantuan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman, A., Tanjung, A., Yoswatty, D. 2017. Kelimpahan dan Sebaran Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Zona Intertidal Ekosistem Mangrove Monospesies *Avicennia alba* di Desa Anak Setatah Kabupaten Kepulauan Meranti Provinsi Riau. Diambil dari https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFAPERIKA/article/viewFile/16110/15641

Bahasikan.com. 2017. Harga Kerang. Diambil dari https://bahasikan.com/harga-kerang/.

Baslim. 2001. Hubungan Beberapa Parameter Oseanografi dengan Kelimpahan Makrozoobentos di Perairan Muara Sungai Tallo Kecamatan Ujung Tanah. Sulawesi Selatan.

Hakanson, L. & Bryann, A. C. 2008. *Eutrophication in the Baltic Sea Present Situation, Nutrient Transport Processes, Remedial Strategies*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

Handayani, M. F., Muhlis. & Gunawan, E. R. 2015. Kelimpahan Kerang Darah (Genus Anadara) di Perairan Pantai Labuhan Tereng Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal PIJAR MIPA*, 10 (*2*) hal 12-17.

Islami, M. M. 2013. Pengaruh Suhu dan Salinitas terhadap Bivalvia. *Oseana*, 38 (*2*): 1-10

Isman, M. 2016. Hubungan Makrozoobentos dengan Bahan Organik Total (BOT) pada Ekosistem Mangrove di Kelurahan Ampalas Kec. Mamuju Kab. Mamuju Sulawesi Barat. Skripsi. Program Studi Ilmu Kelautan, Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin, Makasar.

Kinasih, A.G., Perdanawati, R.A., Munir, M. 2018. Studi hubungan Struktur Komunitas Makrobenthos dengan Kualitas Perairan di Rumah Mangrove Wonorejo, Surabaya. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan IV 2018. Swiss-Belin, Tunjungan Surabaya 05. September 2018.

Lindawaty, Dewiyanti, I., & Karina, S. 2016. Distribusi dan Kepadatan Kerang Darah (*Anadara* sp.) berdasarkan Tekstur Subtrat di Perairan di Perairan Ulee Lheue Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan* Unsyiah, 1(2) : 114-123 Januari – April 2016. Diambil dari https://media.neliti.com/media/publications/187633-ID-distribusi-dan-kepadatan-kerang-darah-an.pdf.

Mason, C. F. 1981. *Biology of Freshwater Pollution. Longman Scientific and Technical*. Longman Singapore Publisher Ptc. Ltd., Singapore.

Munawar, K. 2016. *Bioekologi Kerang Genus Anadara (Bivalvia: Archidae)*. Lhokseumawe. Sefa Bumi Persada.

Mudjiman, A. 1981. *Budidaya Udang Windu*. PT. Penebar Swadaya, Jakarta.

Patty, S. I. 2015. Karakteristik Fosfat, Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 2 (*1*): 1-7.

Reynold, S. C. 1971. *A Manual of Introductory Soil Science and Simple Soil Analysis Methods*. South Pacific, Nouena New Caledonia.

Sudarja, Y. 1987. *Komposisi Kelimpahan dan Penyebaran Mangrove dari Hulu ke Hilir berdasarkan Gradien Kedalaman di Situ Lentik, Dermaga. Kab. Bogor*. Karya Ilmiah. Fakultas Perikanan. IPB. Bogor.

Sari, Annita. 2011. Analisis Struktur Komunitas Bivalvia pada beberapa Kondisi Kawasan Mangrove di Kecamatan Sinjai Timur dan Sinjai Utara Kabupaten Sinja. Diambll dari http://digilib.unhas.ac.id/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/NWEyNmE0ZDIxODZkNGM4MTkyZDI2OThkMzU5ODEzZWE1ZTFhOWRiOQ==.pdf

Sitorus, D. 2008. Keanekaragaman dan Distribusi Bivalvia Serta Kaitannya Dengan Faktor Fisik-Kimia Di Perairan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Wardhana, W. A. 1995. Dampak Pencemaran Lingkungan. Andi Offset. Yogyakarta. Hlm. 98.

Welch, P. S. 1952. *Limnology, 2nd edition*. McGraw-Hill, New York.

Yeanny, S. M. 2007. Keanekaragaman Makrozoobentos di Muara Sungai Belawan. *Jurnal Biologi Sumatra*, 2 (2), Hal 37-41.

RENTABILITAS NILAI TAMBAH USAHA AGROINDUSTRI TAHU PASCA GEMPA DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

Added Value of Tofu Agroindustry Business in North Lombok Regency

Tajidan[1)], Halil[2)], Efendy[2)], FX Edy Fernandez[2)]
[1] Progam Studi Agribisnis Universitas Mataram
[2] Progam Studi Agribisnis Universitas Mataram

e-mail[*)]: tajidan@unram.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran kinerja perusahaan biasanya menggunakan analisis Return on Invesment (RoI), Return in Earning (RoE), Rentabilitas Usaha (Ru) dan Rentabilitas Ekonomi (Re) untuk menilai tingkat kentungan terhadap modal, yang berarti sejauh mana kegiatan usaha memberikan dampak positif bagi pemilik modal, namun belum menggambarkan dampaknya terhadap sumberdaya manusia. Solusi yang ditawarkan adalah pengukuran kinerja perusahaan menggunakan Rentabilitas Nilai Tambah (Rnt), agar dapat diketahui dampaknya terhadap kesejahteraan pelaku usaha. Data dikumpulkan dari semua unit usaha agroindustri tahu di Kabupaten Lombok Utara. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode survey dengan berpedoman pada daftar pertanyaan. Survey dilakukan 2 (dua) kali sebelum dan setelah gempa, yaitu pada bulan Juni 2018 dan bulan Juni 2019 terhadap 24 orang responden pemilik usaha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Rentabilitas Nilai Tambah (Rnt) sebelum gempa tahun 2018 sebesar 216,82% dan pasca gempa tahun 2019 sebesar 316,81%, artinya penghasilan yang diperoleh pemilik modal dari laba dan upah tenaga kerja lebih besar setelah gempa dibandingkan sebelum gempa atas setiap rupiah penggunaan modal.

Kata Kunci: laba, nilai tambah, modal, pelaku usaha, dan upah.

ABSTRACT

The measurement of company performance usually uses the analysis of Return on Investment (RoI), Return in Earning (RoE), Business Rentability (Ru) and Economic Rentability (Re) to assess the level of profit against capital, which means the extent to which business activities have a positive impact on capital owners , but it has not yet described the impact on human resources. The solution offered is the measurement of the company's performance using Value Added Rentabilty (Rnt), so that the impact on the welfare of business actors can be known. Data was collected from all tofu agro-industry business units in North Lombok Regency. Data collection is done by using a survey method based on a list of questions. The survey was conducted 2 (two) times before and after the earthquake, namely in June 2018 and June 2019

for 24 respondents of business owners. The results showed that Value Added Rentabilty (Rnt) before earthquake in 2018 was 216.82% and post-earthquake in 2019 was 316.81%, meaning that the income obtained by capital owners from profits and labor wages was greater after the earthquake than before the earthquake for one IDR use of capital.

***Keywords**: added value, business actorsn capital, profit, and wages*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Menurut data BPBN (2018) telah terjadi 729 kali gempa susulan dengan lima gempa besar pada bulan Juli hingga Agustus 2018 dengan pusat gempa yang berada di Kabupaten Lombok Utara dan sekitar Pulau Lombok (Gunanda, *et al*., 2018). Bencana gempa tersebut telah mengakibatkan kerusakan banguan fisik, dan melumpuhkan aktivitas ekonomi produktif (Purnamasari, *et al*, 2018). Selama periode gempa, kegiatan produksi terhenti, karena masyarakat sibuk menyelamatkan diri dan keluarga. Efek bencana gempa lanjutannya adalah daya beli masyarakat merosot mencapai titik terendah, sehingga harga-harga produk-produk pertanian segar menurun derastis, karena tidak adanya pembeli. Toko, warung, pasar dan usaha-usaha kecil tutup lebih dari 2 (dua) minggu, masyarakat trauma akibat gempa susulan yang terus menerus berlanjut, sehingga warga khawatir berpergian. Kondisi ini memperburuk keadaan perekonomian masyarakat yang hanya bertahan hidup dari bantuan yang datang dari luar Kabupaten Lombok Utara

Menyaksikan dampak gempa terhadap perekonomian masyarakat yang demikian memburuk, maka pemerintah meresponnya dengan memberikan keringanan pengembalian kredit diantaranya melalui kebijakan penjadwalan ulang pengembalian dan juga memberikan fasilitas pembiayaan tambahan dalam rangka membangkitkan perekonomian pasca gempa (Suparmin, *et al*., 2018). Kebijakan pemerintah tersebut direspon bervariasi oleh lembaga perbankan dan *unit community development* pada perusahaan, yaitu melakukan *resecheduling* pengembalian pinjaman.

Kondisi para nasabah yang terpuruk akibat gempa diantaranya kehilangan harta akibat kerusakan fisik bangunan dan peralatan maupun kehilangan modal (Gunanda, *et al*., 2018). Modal yang semula dimanfaatkan untuk menggerakkan usaha ekonomi produktif terpaksa dialihkan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi diri dan keluarganya. Pada pasca gempa tidak saja mereka kehilangan harta dan modal melainkan juga

kehilangan kesempatan kerja, karena kegiatan ekonomi produktif yang terhenti (Humaira dan Lamusiah, 2018).

Situasi pasca gempa yang demikian sepantasnya tidak berlanjut karena akan memperburuk perekonomian keluarga dan masyarakat. Oleh karena itu korban bencana gempa harus bangkit dari keterpurukan ekonomi dan secepat mungkin beraktivitas kembali secara normal di tenda-tenda pengunsian atau di tempat hunian sementara (Saí dan Acim, 2018). Harapan tersebut direspon bervariasi oleh para pelaku ekonomi termasuk para usahawan agroindustri tahu, diantaranya ada yang mulai bangkit 1 (satu) minggu pasca gempa dan ada juga yang lebih lambat dari itu. Dengan memanfaatkan sebagian peralatan yang masih baik dan sisa bahan baku yang ada, mereka mencoba memulai berproduksi dengan skala usaha kecil dari 5 (lima) kilogram bahan baku dan secara bertahap ditingkatkan sampai mencapai skala produksi optimalnya diantaranya mengupayakan pemulihan aktivitas produksi dengan menggunakan modal pinjaman di samping modal sendiri.

Pengetahuan tentang aktivitas ekonomi usaha agroindustri tahu dapat digunakan sebagai indikator perkembangan aktivitas ekonomi masyarakat pasca gempa, karena produk tahu merupakan makanan tradisional yang digemari oleh hampir semua lapisan masyarakat berpenghasilan rendah maupun bepenghasilan menengah dan tinggi. Darma Kadar, *et al* (2017) menggunakan Return on Invesment (RoI) dan Return on Earning (RoE); sementara Wananda Pengestu (2015), Iif Latifah (2016), dan Supriadi, *et al*., 2018) menggunakan Rentabilitas Ekonomi (Re) dan Rentabilitas Usaha (Ru) dalam mengukur kinerja modal dan kapasitas pengusaha agroindustri tahu. Keseluruhan alat analisis yang digunakan para ahli selama ini hanya menggunakan rasio laba terhadap modal ataupun asset yang mana laba tersebut hanya dinikmati oleh pemilik perusahaan. Penggunaan analisis RoI, RoE, Ru dan Re tampak kurang bijaksana karena lebih fokus pada kapasitas pemilik modal, sementara kapasitas tenaga kerja terabaikan. Oleh karen itu, penelitian ini menawarkan formula Rentabilitas Nilai Tambah (Rnt) untuk mengukur kapasitas sumberdaya manusia yang terdiri dari pengusaha dan tenaga kerja. Rnt adalah rasio nilai tambah terhadap penggunaan seluruh modal yang digunakan dalam kegiatan perusahaan.

Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

a. Mengukur laba bersih dan laba kotor usaha agroindustri tahu

b. Mengetahui upah tenaga kerja pada usaha agroindustri tahu;
c. Mengetahui jumlah modal yang digunakan pada usaha agroindustri tahu;
d. Menganalisis rentabilitas nilai tambah usaha agroindustri tahu pasca gempa di Kabupaten Lombok Utara.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat pengumpulan data adalah daftar pertanyaan (kuesioner) terstruktur dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan dalam pengumpulan data adalah kit penelitian yang terdiri atas pensil, karet penghapus, penggaris, dan boopen.

Metode

Pengumpulan data dilakukan dengan metode survey. Survey dilakukan sebanyak 2 (dua) kali. Survey pertama dilaksanakan pada bulan Juni 2018 sebelum terjadi gempa, survey kedua dilaksanakan pasca gempa pada bulan Juni 2019.

Unit analisis dalam penelitian ini adalah usaha agroindustri tahu di Kabupaten Lombok Utara. Jumlah populasi sebanyak 24 unit usaha. Survey dilakukan terhadap seluruh unit analisis dengan menggunakan metode sensus. Responden dalam penelitian ini adalah pemilik sekaligus pengelola usaha agroindustri tahu.

Pengumpulan data dilakukan dengan wawancara terstrutur menggunakan kuesioner. Data yang terkumpul diolah dan dianalisis menggunakan *software excel*.

Kapasitas pengusaha dan tenaga kerja pada usaha agroindustri tahu sebelum dan pasca gempa diukur menggunakan Rentabilitas Nilai Tambah (Rnt) dengan formula:

$$Rnt = \frac{\text{Laba Bersih + Upah Tenaga Kerja}}{\sum \text{Modal Sendiri} + \sum \text{Modal Pinjaman}} \times 100\%$$

Interpretasi: Jika Rnt > 200% dinyatakan bahwa usaha agroindustri tahu menguntungkan bagi pemilik dan tenaga kerja.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Unit Usaha Agroindustri Tahu

a. Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan faktor produksi penting dalam proses produksi. Tenaga kerja dalam proses produksi agroindustri bersumber dari dalam keluarga (Anonim, 2012; Anonim, 2013), tidak ada tenaga kerja dari luar keluarga. Penggunaan tenaga kerja dalam keluarga disebabkan oleh angkatan kerja belum ada yang bersedia bekerja sebagai buruh, karena umumnya mereka memiliki tanah yang digunakan untuk kegiatan budidaya pertanian. Meskipun ada permintaan tenaga kerja luar keluarga, namun penawaran tenaga kerja tidak ada untuk kegiatan produksi tahu.

Tenaga kerja luar keluarga diperoleh dari luar kabupaten, namun upahnya tentu akan lebih tinggi dari pada upah buruh lokal. Hambatan terbesar yang dihadapi dalam penggunaan tenaga kerja luar keluarga adalah ketidaktersediaan angkatan kerja yang menerima pekerjaan upahan, mereka lebih memilih menganggur daripada menjadi kuli pada orang lain. Keterikatan mereka dengan usaha bidang pertanian sebagai kendala bekerja di sektor industri (Astawan dan Mita, 1991; BPPT, 1997). Pengusaha tahu di Kabupaten Lombok Utara pun umumnya adalah penduduk pendatang yang pindah bermigrasi ke Kabupaten Lombok Utara. Hampir semua pengusaha pengolahan tahu berasal dari Kota Mataram dan Kabupaten Lombok Barat, sebagian kecil lainnya dari Kabupaten Lombok Tengah.

Atas dasar itulah, maka mau tidak mau, pengusaha hanya dapat menggunakan tenaga kerja dalam keluarga (Dorin. M., 2008). Keterbatasan tenaga kerja menjadi kendala pengembangan skala usaha agroindustri tahu (Rahmawati, 2013) . Rata-rata penggunaan tenaga kerja per unit usaha adalah tenaga kerja laki-laki 2,43 HKO dan perempuan 1,44 HKO. Rata-rata penggunaan tenaga kerja 3,87 HKO/per proses/unit usaha.

Ketersediaan tenaga kerja untuk bekerja terkait dengan *opportunity income*. Pilihan jenis pekerjaan terkait dengan komparasi pendapatan atau upah yang diperoleh. Tenaga kerja akan memilih pekerjaan yang menjanjikan upah yang lebih tinggi.

b. Upah Tenaga Kerja

Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat menetapkan standar upah sesuai dengan kebutuhan hidup layak di wilayah Nusa Tenggara Barat. Besarnya upah yang ditetapkan oleh pemerintah provinsi disebut Upah Minimum Provinsi (UMP).

Besarnya UMP Provinsi Nusa Tenggara Barat tahun 2018 adalah Rp1.825.000/bulan dan UMP tahun 2019 Rp2.012.610 (https://gajimu.com>gaji

minimum) berdasarkan Keputusan Gubernur NTB Nomor 561-815 Tahun 2018 tanggal 31 Oktober 2018. Penetapan UMP Provinsi NTB didasarkan atas Kebutuhan Hidup Layak (KHL).

Dengan perhitungan jumlah hari kerja per bulan 24 hari. UMP tahun 2019 setara dengan Rp83.860/HKO, sementara upah riil di Kabupaten Lombok Utara adalah Rp30.000 sampai dengan Rp80.000/HKO dengan rata-rata upah pada proses produksi tahu tahun 2019 sebesar Rp41.900/HKO Rata-rata upah tenaga kerja pada proses pengolahan tahun sekitar separuh (49,96%) dari UMP Nusa Tenggara Barat.

Berdasarkan komparasi di atas, maka wajar bagi pengusaha pengolahan tahu sulit mendapatkan tenaga kerja luar keluarga, karena upahnya terlalu rendah bila dibandingkan dengan UMP. Kesulitan mendapatkan tenaga kerja luar keluarga juga disebabkan banyak orang memiliki usaha mandiri dengan *opportunity income* yang lebih besar daripada umpah riil.

c. Kelayakan Pembiayaan Kredit

Pengusaha mikro kecil membutuhkan tambahan pembiayaan yang bersumber dari pinjaman (*loan*), namun kebanyakan dari pengusaha enggan mengajukan permohonan karena persyaratan administrasi (Rahman, A., 1999). Birokrasi yang panjang, lulus analisis kelayakan kredit berdasarkan prinsip 5C mengakibatkan sebagian besar pengusaha mikro kecil mengurungkan keinginannya untuk mendapatkan pinjaman modal dari lembaga keuangan.

Ketentuan dan persyaratan pengajuan kredit telah banyak berubah dan telah disederhanakan oleh pemerintah melalui kebijakan kredit program (Anggraini dan Nasution, 2013), namun faktanya para pengusaha mikro kecil masih berstigma negatif bahwa mendapatkan kredit tidak mudah. Salah satu karakter pengusaha mikro kecil adalah cenderung tidak mau diketahui berhutang, terutama oleh masyarakat di sekitar tempat tinggalnya termasuk oleh kepala dusun dan kepala desa. Melengkapi persyaratan perizinan sudah timbul image bahwa mereka akan ditanya untuk keperluan apa mengurus izin tersebut, sementara perizinan tersebut merupakan satu di antara sejumlah persyaratan yang diperlukan.

Pengusaha mikro kecil yang bergerak pada usaha agroindustri tahu di Kabupaten Lombok Utara layak mendapatkan kredit atas dasar prinsip 5C berikut (https://simulasikredit.com; Rafika Lihani, *et al*, 2013).

d. Kelayakan Kredit Atas Prinsip 5C

Prinsip 5C (Riyanto, 2011) merupakan penilaian atas kondisi mental dan lingkungan usaha calon debitut yang mesti dimiliki sebagai syarat kehati-hatian dari pihak bank dalam menyalurkan kredit. Prinsip 5C tersebut adalah *Character* (karakter), *Capasity* (Kapasitas), *Capital* (Modal), *Collateral* (Agunan), dan *Condition* (Kondisi Perekonomian).

1) *Character* (Karakter)

Keperibadian debitur diukur dari aspek psikis, diantaranya adalah kejujurannya dalam memenuhi kewajibannya selaku debitur. Selain kejujurannya adalah disiplin dan tanggungjawab dalam menjalankan usahanya. Kejujuran ini dapat diketahui dari hasil survey dengan melalukan wawancara mendalam dengan calon debitur, serta mendapatkan informasi pengalaman yang terkait dengan perilakunya dalam memenuhi kewajiban finansialnya pada waktu sebelumnya.

Salah satu yang ditelisik pada aspek karakter ini adalah apakah yang bersangkutan memiliki tunggakan pada lembaga kreditur. Jika masih ada tunggakan yang belum dilunasi, maka yang bersangkutan tidak memenuhi prinsip *character* tersebut. Informasi penting dalam survey adalah latar belakang sosial ekonomi, pola perilaku, gaya hidup, dan kebiasaan *sopping* atau rekreasi yang selanjutnya dibandingkan antara besar pengeluaran dengan besar pendapatannya.

Dari hasil survey terhadap pengusaha mikro kecil agroindustri tahu menunjukkan bahwa para pengusaha umumnya telah memenuhi prinsip kehati-hatian dari aspek *character*, sebab secara umum mereka berlaku jujur, disiplin dan bertanggungjawab dalam memenuhi kewajibannya, terutama kepada pemasok bahan baku kedele, dan air garam, serta dari informasi yang diperoleh bahwa umumnya mereka tidak sedang memiliki tunggakan hutang pada lembaga keuangan perbankan maupun lembaga keuangan non perbankan.

2) *Capasity* (Kapasitas)

Kapasitas individual pengusaha mikro kecil adalah kapasitas intelektual yang mereka miliki. Kapasitas individu dapat diukur dari kemampuannya mengelola kegiatan bisnis (Astuti, F., 2013). Kegiatan bisnis masih dalam skala rumah tangga, belum berkembang mencapai skala industri. Kapasitas usaha mereka masih sangat kecil, rata-rata kemampuan mereka mengolah kedele sekitar 61 kg per hari sangat kecil dibandingkan dengan kapasitas industri 2,5 ton sampai dengan 5,0 ton per hari.

Seiring dengan kemampuan pengelolaan usaha, tampak pula bahwa jumah tenaga kerja yang dipekerjakan 2-5 orang, jauh lebih rendah dari kapasitas industri dengan kemampuan pemanfaatan tenaga kerja di atas 10 orang. Persoalan ini menjadi bukti nyata bahwa kapasitas mereka hanya sebatas usaha mikro kecil, belum dapat terangkat menjadi kapasitas ritel atau skala usaha menengah dengan tenaga kerja 10-100 orang. Pengusaha agroindustri tahu memenuhi prinsip *capasity* berdasarkan acuan penggunaan tenaga kerja di bawah 10 orang.

Kepemiliki pembukuan keuangan dan laporan keuangan menjadi satu aspek penting dalam kapasitas nasabah, yaitu dengan melihat aliran kas masuk dan aliran kas keluar, termasuk pemeriksanaan aliran kas dalam rekening korang yang bersangkutan, serta solusi atas permasalahan keuangan yang mereka hadapi. Jumlah dan intensitas relasi menjadi pertimbangan dalam meluluskan calon nasabah dari aspek prinsip 5C yang kedua.

3) *Capital* (Modal)

Seiring dengan kondisi kapasitas di atas, maka kondisi modal perusahaan merupakan aspek yang penting untuk dinilai dari prinsip 5C. Jumlah aset tidak bergerak dan jumlah aset bergerak menjadi faktor penentu kelayakan kredit. Jumlah kredit yang disalurkan tidak melebihi nilai asset yang mereka miliki. Jumlah asset sebelum mendapatkan kredit merupakan jumlah modal yang mereka miliki, sehingga dengan adanya kredit memungkinkan jumlah asset meningkat.

Pengusaha yang memenuhi princip 5C dari aspek modal hanyalah mereka yang memiliki usaha ekonomi produktif. Penilaian asset menjadi penting khusus bagi pengusaha yang belum memiliki laporan keuangan. Kepemilikan laporan keuangan merupakan persyaratan yang perlu dilengkapi walau dalam bentuk yang sangat sederhana. *Project Statement* merupakan indikator kepemilian modal setelah dilakukan validasi oleh para surveyor. Dokumentasi berupa foto asset yang dimiliki menjadi penguat bahwa aspek *capital* telah memenuhi persyaratan kelayakan.

Modal operasional usaha agroindustri tahu berkisar antara Rp5.000.000 sampai dengan Rp30.000.000 dengan rata-rata Rp13.200.000,- Modal pinjaman berkisar antara Rp 0 sampai dengan Rp 15.000.000 dengan rata-rata Rp5.600.000. Berdasarkan komposisi modal sendiri dan modal pinjaman menunjukkan komposisi yang sehat, artinya rata-rata jumlah modal pinjaman sekitar 1/3 dari modal sendiri dari batasan maksimal ¾ dari jumlah modal sendiri. Dari aspek kesehatan finansial menunjukkan

bahwa prinsip *Capital* telah dipenuhi oleh para pengusaha agroindustri tahu (Novia Widya Utami, 2018)

4) *Collateral* (Agunan)

Kebijakan pemerintah tentang Kredit Usaha Mikro menetapkan bahwa pemerintah bertindak sebagai penjamin atas hutang para nasabah yang meliputi biaya administrasi, provisi dan bunga. Seluruh biaya administrasi dan provisi ditanggung oleh pemerintah, sementara beban biaya bunga ditanggung sebesar selisih bunga komersial dengan bunga yang dibayar oleh nasabah. Sebagian biaya bunga ditanggung oleh pemerintah, sisanya dibayar oleh nasabah.

Kebijakan sebagaimana disebutkan di atas, juga memungkinkan kreditur mendapatkan konvensasi apabila nasabah tidak sanggup melunasi hutang-hutangnya diakibatkan oleh bencana alam, atau diakibatkan oleh bencana sosial di luar kemampuan manusia untuk mencegah atau berada di luar kendalinya.

Dari hasil survey menunjukkan bahwa nasabah atau debitur memiliki benda atau barang yang dapat digunakan sebagai agunan berupa barang tidak bergerak ataupun barang bergerak. Khusus untuk barang tidak bergerak seperti tanah dan bangunan, tidak seluruhnya telah memiliki dokumen kepemilikan berupa sertifikat hak milik atau ijin bangunan yang dapat dijadikan sebagai jaminan atau agunan atas hutang-hutangnya. Di antara responden yang telah mendapatkan pinjaman pembiayaan dari lembaga keuangan sesungguhnya mereka memiliki barang yang dapat dijadikan sebagai jaminan, hanya karena pemerintah telah bertidak sebagai penjamin, maka nasabah tidak diharuskan untuk menjadikan barang-barang mereka sebagai jaminan.

Penawaran pinjaman yang besumber dari *Corporate Social Responsibility* (CSR) dengan keharusan menyediakan jaminan berupa BPKB Kendaraan Bermotor mengindikasikan bahwa para nasabah enggan memanfaatkannya, artinya para nasabah ragu atas kontinyuitas usaha mereka dan masih menganggap bahwa jaminan pinjaman kredit merupakan risiko yang mesti mereka tanggung. Mereka bersedia mendapatkan pinjaman dari sumber CSR dengan syarat tidak ada jaminan (agunan).

Tawaran pinjaman CSR kepada pengusaha tahu di Kabupaten Lombok Utara dari PT Angkasa Pura I tidak dapat disalurkan karena para nasabah tidak bersedia menjaminkan BPKB mereka, sementara CSR dari PT Telkom yang tidak mengharuskan adanya jaminan bahwa pinjaman CSR telah tersalurkan kepada 17 orang nasabah pada tahun 2018.

5) *Condition* (Kondisi Perekonomian)

Pada bulan Juli dan Agustus 2018 telah terjadi bencana gempa yang menggetarkan Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa pada skala 6,8 SR, dan gempa susulan yang berlangsung terus menerus hingga tahun 2019. Gempa yang cukup besar terjadi pada tanggal 29 Juli dan 5 Agustus 2018 yang mengakibatkan bangunan fisik: rumah tempat tinggal, bangunan tempat usaha, bangunan sekolah dan tempat ibadah, dan lain lainnya mengalami kerusakan. Masyarakat mengalami trauma, yang berdampak pada lumpuhnya perekonomian, tutupnya toko dan pasar. Kegiatan perekonomian terhenti 2 – 4 minggu, dan pemulihan sosial ekonomi masyarakat membutuhkan waktu yang cukup lama.

Dampak gempa dirasakan dalam pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat sehari-hari. Kebutuhan bahan makanan, air bersih, dan kebutuhan mendesak tidak dapat diproduksi sendiri, Kebutuhan berupa makanan instan didatangkan dari luar sebagai bantuan sosial yang dikirim atau diantar oleh para relawan. Kondisi ekonomi tersebut mengakibatkan nasabah yang telah mendapatkan pinjaman dari lembaga keuangan tampak sulit untuk memenuhi kewajiban finansial mereka, kebanyakan usaha ekonomi produktif mengalami kerugian akibat berhenti produksi, produk yang ada sulit dijual, bahan baku sulit diperoleh karena para pengusaha trauma untuk mengambil produk atau mengirim bahan baku.

Sejak bulan September 2018, kegiatan perekonomian masyarakat secara berangsur-angsur mulai pulih yang ditunjukkan oleh adanya transaksi jual beli di pasar-pasar tradisional dan toko-toko. Para pedagang mulai membuka usahanya. Perdagangan antar wilayah mulai bangkit sedikit demi sedikit. Kendaraan yang membawa barang antar daerah mulai hilir mudik dari dan ke Kabupaten Lombok Utara. Pada tahun 2019 kondisi perekonomian kembali berjalan normal sebagaimana kondisi sebelum terjadi gempa.

e. Jumlah Modal

Laporan Badan Pusat Statistik bahwa inflasi sejak bulan Juli sampai dengan bulan Desember tahun 2018 sebesar 3,13%. Inflasi tahun 2018 cukup terkendali dengan prediksi awal tahun dalam APBN dan proyeksi Bank Indonesia. Inflasi tahun 2019 sampai dengan bulan Mei 2019 tercatat 3,22%. Dengan demikian inflasi akumulasi dari bulan Juli 2018 sampai dengan bulan Mei 2019 sebesar 6,33%

(https://www.bi.go.id). Data inflasi ini digunakan sebagai koreksi data hasil survei bulan Juli tahun 2018 saat sebelum terjadinya gempa Kabupaten Lombok Utara.

Tabel 1. Perkembangan Jumlah Modal Usaha Agroindustri Tahun 2018 dan 2019

o	Uraian	lum Gempa 2018 (Rp)	a Gempa 2019 (Rp)	ningkatan (%)
1	Modal Sendiri	53.971.000	48.643.560	-9,87
2	Modal Pinjaman	156.299	24.997	-84,01
	Jumlah	54.127.299	48.668.557	-10,08

Modal terdiri atas modal sendiri dan modal pinjaman (modal asing). Jumlah modal sendiri dan modal pinjaman mengalami penurunan. Identik dengan jumlah modal tersebut, maka jumlah asset usaha agroindustri tahu juga mengalami penurunan. Penurunan jumlah modal sebesar 10,08% dari tahun 2018 ke tahun 2019. Penurunan ini antara lain disebabkan oleh menurunnya nilai bangunan karena penyusutan maupun karena kerusakan yang diakibatkan oleh gempa.

Modal sendiri merupakan modal utama bagi pengusaha agroindustri tahu. Dari 24 unit usaha tahu yang berdomisili di Kabupaten Lombok Utara, sebagian besar hanya menggunakan modal sendiri (87,50%), sementara yang menggunakan modal tambahan dari modal pinjaman (modal asing) hanya 3 (tiga) unit usaha (12,50%). Rata-rata modal pinjaman sangat sedikit sebagai mana ditunjukkan pada Tabel 1. Komposisi permodalan bahwa usaha agroindustri tahu tergolong sangat sehat, karena memiliki kemampuan membayar kewajiban finansial yang terdiri atas pokok pinjaman dan bunganya.

f. Alokasi Pemanfaatan Modal

Modal usaha agroindustri dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan investasi tetap dan investasi operasional. Jumlah aktiva tetap merupakan akomulasi dari penyisihan hasil usaha selama beberapa tahun, sebab umumnya pengusaha telah lama menekuni usaha agroindustri tahu. Sebagian keuntungan yang diperoleh disisihkan ke dalam aktiva tetap sebagai mana tampak pada Tabel 2.

Seiring dengan penurunan jumlah modal, maka jumlah aktiva tetappun mengalami penurunan 2 (dua) digit. Dari 11 item aktiva tetap diantaranya yang mengalami penurunan 6 (enam) item, sementara yang mengalami peningkatan

sebanyak 5 (lima) item. Sebagian kecil dari jumlah modal yang dimiliki oleh pengusaha agroindustri tahu digunakan sebagai aktiva tidak tetap yang terdiri atas bahan baku, bahan penolong, dan tenaga kerja.

Berbagai keterbatasan yang ada pada kondisi asset yang dimiliki oleh pengusaha agroindustri tahu, terutama adalah keterbatasan tempat menyimpan bahan baku dan bahan penolong, serta keterbatasan permodalan yang dapat dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan pembiayaannya, maka persediaan bahan baku dan bahan penolong untuk memenuhi kebutuhan beberapa hari sampai dengan dua minggu atau rata-rata untuk 6 (enam) kali proses produksi.

Tabel 2. Rata-rata Aktiva Tetap Unit Usah Agroindustri Tahu Sebelum Gempa dan Pasca Gempa

o	Uraian	lum Gempa (Rp)	a Gempa (Rp)	Peningkatan (%)
	Lahan	14.680.000	15.522.727	5,74
	Bangunan	27.111.000	21.006.250	-22,52
	PAM/Sumur	1.790.000	1.245.000	-30,45
	Mesin	3.950.000	3.766.667	-4,64
	Wajan	1.560.000	1.333.332	-14,53
	Tunggku	1.300.000	1.400.000	7,69
	Panci	96.600	100.060	3,58
	Bakul	62.000	52.047	-16,05
	Pencetak	132.000	141.546	7,23
0	Bak	62.105	37.793	-39,15
1	Kain saring	21.056	86.875	312,59
	Jumlah	50.764.761	44.692.297	-11,96

Perubahan alokasi modal tampak bertolakbelakang antara aktiva tetap dengan aktiva tidak tetap. Jumlah aktivita tetap menunjukkan penurunan, aktiva tidak tetap menunjukkan peningkatan dua digit. Peningkatan aktiva tidak tetap terjadi pada semua item. Persediaan bahan-bahan habis pakai, persediaan bahan penolong, dan cadangan upah tenaga kerja. Peningkatan aktiva tidak tetap naik 18,25% antara sebelum gempa dengan pasca gempa.

Tabel 3. Perkembangan Jumlah Aktiva Tidak Tetap

No	Uraian	Sebelum Gempa 2018 (Rp)	Pasca Gempa 2019 (Rp)	Peningkatan (%)
1	Persediaan Kedele	2.305.980	2.750.100	19,26
2	Persediaan Air Garam	301.446	325.200	7,88
3	Persediaan Plastik	35.088	39.600	12,86
4	Persediaan Kayu Bakar	93.018	108.000	16,11
5	Cadangan Biaya Listrik	15.822	27.600	74,44
6	Cadangan Upah	611.184	725.760	18,75
	Jumlah	3.362.538	3.976.260	18,25

Alokasi pemanfaatan modal yang lebih besar pengaruhnya adalah aktiva tidak tetap atau pengalokasiannya untuk membiayai bahan-bahan habis pakai dan upah tenaga kerja langsung. Dalam literatur pembiayaan, aktiva tidak tetap disebut juga modal kerja, ada juga yang mengistilahkannya modal operasional. Semakin banyak modal yang dilakokasikan untuk modal kerja, maka kinerja perusahaan akan meningkat yang ditunjukkan oleh semakin besarnya laba yang diperoleh dan semakin membaiknya indikator kinerja.

Setiap komponen dalam kinerja pembiayaan sangat menentukan capaian kinerja perusahaan secara keseluruhan, diantarnya adalah Nilai Produksi (*Revenue*). Nilai Produksi adalah hasil kali antara produksi dengan harga per unit produksi. Dari hasil survey menunjukkan bahwa harga tahu per unit produksi tidak mengalami perubahan (tetap). Harga tahu ukuran besar Rp40.000/papan, ukuran sedang Rp35.000/papan, dan ukuran kecil Rp30.000/papan (Tabel 4).

g. Produksi dan Nilai Produksi

Ukuran produk tahu terdiri atas ukuran besar, ukuran sedang dan ukuran kecil. Preferensi pengusaha lebih cenderung memproduksi tahu dengan ukuran besar daripada ukuran sedang dan ukuran kecil. Meskipun hampir semua pengusaha memiliki cetakan dengan ukuran besar, ukuran kecil dan ukuran sedang, namun dalam praktiknya pengusaha tahu memproduksi tahu sesuai dengan pesanan pelanggan masing-masing. Berdasarkan pesanan para pelanggan masing-masing, maka 19 unit usaha memproduksi tahu dengan ukuran besar, sementara yang memproduksi tahu dengan ukuran kecil sebanyak 2 (dua) unit usaha, ukuran sedang 2 (dua) unit usaha, ukuran besar dan ukuran sedang 1 (satu) unit usaha.

Rata-rata produksi tahu per proses tahun 2019 lebih besar daripada rata-rata produksi tahu per proses tahun 2018. Pada tahun 2018 produksi tahu per proses 25,08 papan; sedangkan tahun 2019 rata-rata produksi per proses meningkat menjadi 31,00 papan terdiri dari ukuran besar 24,63 papan, ukuran sedang 3,54 papan, dan ukuran kecil 2,83 papan.

Proporsional ukuran produk tahu antara ukuran besar, ukuran sedang dan ukuran kecil tidak mengalami perubahan, artinya preferensi pelanggan dan produsen tidak berubah walaupun ada bencana gempa. Stagnan produksi hanya terjadi sekitar dua

minggu setelah gempa tanggal 5 Agustus 2018; selebihnya secara berangsur-angsur kondisi sosial ekonomi dan psikis masyarakat menjadi pulih, sehingga masyarakat dapat beraktivitas menuju ke arah normal kombali.

Walau harga tahu tidak mengalami perubahan, namun karena produksi meningkat, maka nilai produksi juga meningkat dengan signifikan sebesar 25,12%. Peningkatan nilai produksi akan berdampak pada perbaikan kinerja pembiayaan maupun kinerja usaha agroindustri tahu sebagai mana akan diuraikan pada item berikutnya. Peningkatan kinerja tidak saja disebabkan oleh faktor pembiayaan dan efisiensi dalam proses produksi, namun yang terpenting adalah kelanjutan usaha pada masa yang akan datang (Margono, Suryati, dan Hartinah, 1983). Untuk maksud tersebut dibutuhkan strategi pemasaran yang handal.

Tabel 4. Rata-rata Nilai Produksi Tahu Per Proses Sebelum Gempa Tahun 2018.

o	Uraian	Produksi (papan)	ga (Rp/papan)	ilai Produksi (Rp/proses)
	Besar	18,02	40.000	720.778
?	Sedang	4,32	35.000	151.302
3	Kecil	2,74	30.000	82.143
	Jumlah	25,08	38.046	954.223

h. Biaya Produksi

Biaya produksi terdiri atas biaya produksi tetap dan biaya produksi variabel. Biaya produksi tetap adalah korbanan untuk memenuhi kebutuhan proses produksi yang tidak habis dalam satu kali proses produksi dan digunakan dalam jangka panjang. Biaya produksi tetap terdiri dari biaya sewa lokasi, sewa bangunan, bunga modal, penyusutan peralatan dan gaji pengelola, bunga modal dan pajak bumi bagunan. Biaya produksi variabel adalah biaya yang habis dalam satu kali proses produksi. Korbanan biaya variabel terdiri dari biaya bahan baku, biaya bahan penolong, biaya tenaga kerja langsung, biaya pengemasan, biaya air, dan biaya energi (bahan bakar dan listrik).

1) Biaya Produksi Tetap

Satu komponen penting dari biaya produksi tetap adalah gaji pengelola, sebab selama ini pengusaha tahu tidak pernah menetapkan besar gajinya, karena pengelola sekaligus sebagai pemilik perusahaan. Sebagai pemilik perusahaan, mereka tidak pernah menggaji diri, disebabkan masih tercampurnya antara keuangan rumah tangga dengan keuangan perusahaan. Perilaku demikian tidak sesui dengan azaz perusahaan yang harus dipisahkan antara keuangan perusahaan dengan keuangan rumah tangga.

Tabel 5.Rata-rata Biaya Tetap Usaha Agroindustri Tahu Sebelum Gempa Tahun 2018

o	Uraian	Unit	ıya (Rp/Unit)	Nilai Biaya (Rp)
.	Sewa Lokasi (m^2)	134	19.883	2.664.354
!	Sewa Bangunan (m^2)	117	39.334	4.602.106
3	Penyusutan Alat (set)	1	372.534	465.575
4	Gaji Pengelola (bulan)	12	1.200.000	14.400.000
5	Bunga Modal (Rp)	8.973.761	0,07	628.163
6	Pajak Bumi Bangunan (m^2)	134	103	13.802
	Jumlah			22.774.000

Pemilik perusahaan, selain sebagai pengelola juga sebagai tenaga kerja langsung, sebab proses produksi menggunakan tenaga kerja dalam keluarga yang terdiri dari suami, istri dan/atau anak. Suami yang dibantu istri dan anak dalam proses produksi, sementara istri lebih fokus pada penjualan hasil produksi (mengantar ke pelanggan atau membawanya ke pasar). Atas pertimbangan itu dan kelaziman yang terjadi pada para pengusaha, maka gaji pengelola ditetapkan sebesar Rp1.200.000/bulan atau Rp14.400.000/tahun sebelum dan pasca gempa. Dibandingkan dengan biaya tetap lainnya, maka gaji pengelola merupakan komponen terbesar.

Bangunan tempat usaha ditempatkan di sekitar rumah. Letak bangunan tempat usaha di sekitar rumah memberikan keuntungan dilihat dari aksesnya, sebab memberikan kemudahan dalam melaksanakan kegiatan usaha, serta tidak mengeluarkan biaya transportasi atau menghabiskan banyak waktu ke dan dari tempat kerja. Bangunan tempat usaha merupakan milik sendiri baik berupa bangunan semi permanen maupun bangunan darurat. Dengan menggunakan pendekatan nilai sewa bangunan di sekitar lingkungan tempat kerja, maka diperoleh hasil rata-rata Rp4.602.106/tahun. Demikian juga pemanfaatan lahan di sisi rumah atau dapur dengan rata-rata luas 134 m^2, bahwa rata-rata nilai sewa lokasi sebesar Rp2.664.354/tahun; sementara biaya tetap lainnya relatif kecil di bawah Rp1.000.000/tahun.

Tabel 6. Rata-rata Biaya Tetap Usaha Agroindustri Tahu Pasca Gempa Tahun 2019

o	Uraian	Unit	ıya (Rp/Unit)	Nilai Biaya (Rp)
.	Sewa Lokasi (m^2)	134	19.883	2.664.354
!	Sewa Bangunan (m^2)	117	39.334	4.602.106
3	Penyusutan Alat (set)	1	372.534	465.575
4	Gaji Pengelola (bulan)	12	1.200.000	14.400.000

5	Bunga Modal (Rp)	8.163.320	0,07	571.432
6	Pajak Bumi Bangunan (m^2)	134	103	13.802
	Jumlah			22.717.269

Rata-rata biaya produksi tetap tahun 2019 mengalami sedikit penurunan dibandingkan dengan tahun 2018, disebabkan berkurangnya nilai aktiva atau asset usaha dan menurunnya bunga modal. Dengan menggunakan tingkat bunga 7%/tahun, maka besarnya bunga tahun 2018 sebesar Rp628.163 dibanding tahun 2019 sebesar Rp571.432, sementara biaya tetap lainnya tidak mengalami perubahan.

2) Biaya Produksi Variabel

(1) Biaya Produksi Variabel Per Proses

Rata-rata biaya produksi variabel sebelum gempa tahun 2018 lebih rendah jika dibandingkan dengan biaya produksi variabel pasca gempa tahun 2019. Perkembangan biaya variabel dari tahun 2018 dengan tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Rata-rata Biaya Produksi Variabel Per Proses Sebelum Gempa Tahun 2018

o	Uraian	Unit	ıya (Rp/Unit)	Nilai Biaya (Rp)
1	Kedele	45,625	8.424	384.330
2	Air Garam	3,835	2.000	7.669
3	Plastik	2,333	2.507	5.848
4	Kayu Bakar	3,058	5.070	15.503
5	Bensin	1,793	8.000	14.346
6	Listrik	0,623	4.232	2.637
7	Tenaga Kerja	1,813	56.185	101.864
	Jumlah Biaya Variabel			532.197

Jumlah unit penggunaan bahan baku, bahan penolong, dan tenaga kerja langsung pada usaha agroindustri tahu meningkat secara proporsional. Sifat dari biaya variabel yang cenderung linier dengan besarnya produksi, maka hampir semua komponen biaya produksi variabel meningkat sebanding dengan penggunaan bahan baku dan proposional dengan volume produksi sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata Biaya Produksi Variabel Per Proses Pasca Gempa Tahun 2019

o	Uraian	Unit	ıya (Rp/Unit)	Nilai Biaya (Rp)
1	Kedele	60,833	7.535	458.350
2	Air Garam	5,085	2.000	10.170
3	Plastik	3,235	2.040	6.600
4	Kayu Bakar	4,078	4.414	18.000

5	Listrik	1,087	4.232	4.600
6	Bensin	2,391	8.000	19.128
7	Tenaga Kerja	2,429	49.798	120.960
	Jumlah Biaya Variabel			637.808

Salah satu komponen yang menarik adalah bahan baku kedele sebagai bahan baku utama produksi tahu. Harga kedele relatif lebih rendah tahun 2019 dibandingkan tahun 2018. Harga rata-rata kedele ini masih perlu dikonfirmasi dengan data sekunder yaitu perkembangan harga kedele per bulan sebelum gempa dan pasca gempa. Berdasarkan pengamatan bahwa harga produk pertanian pasca gempa relatif turun dibandingkan sebelum gempa, namun berapa angkanya masih perlu dilakukan pengecekan secara seksama.

i. Laba Usaha Agroindustri Tahu

Laba adalah salah satu komponen dalam analisis kinerja perusahaan maupun kinerja pembiayaan, sebab laba merupakan tujuan dari setiap perusahaan baik perusahaan skala mikro kecil dan menengah maupun perusahaan besar ataupun *corporate*. Betapapun kecil setiap usaha, bahwa laba merupakan ukuran keberhasilan atau kegagalan suatu usaha.

Dengan menggunakan analisis penerimaan dan biaya, maka dapat ketahui bahwa laba usaha agroindustri tahu relatif besar bila dibandingkan dengan biaya produksi maupun asset yang digunakan dalam proses produksi. Berdasarkan hasil survey bahwa rata-rata mereka bekerja 6 (enam) hari per minggu selama 10 bulan, dikurangi hari libur nasional dan acara sosial keagamaan, maka diperhitungkan bahwa jumlah hari kerja selama satu tahun adalah 240 hari. Pendekatan ini digunakan, karena sejauh ini para pengusaha belum memiliki pembukaan atau catatan yang otentik yang dapat dipertanggungjawabkan secara akuntansi. Permasalahan akuntabilitas ini merupakan fenomena umum bagi usaha mikro kecil yang belum paham manfaat pembukuan bagi perkembangan bisnis mereka. Pendekatan ini tentu sebagai kelemahan dalam penelitian ini, sekaligus sebagai solusi agar dapat mengukur Rentabilitas Nilai Tambah.

Tabel 9. Rata-rata Laba Usaha Agroindustri Tahu Sebelum dan Pasca Gempa

o	Uraian	lum Gempa 2018 (Rp)	:a Gempa 2019 (Rp)	Peningkatan
1	Nilai Produksi	229.013.520	286.549.920	25,12%
2	Biaya Produksi	150.501.280	175.791.189	16,80%
	Biaya Tetap	22.774.000	22.717.269	-0,25%

	Biaya Variabel	127.727.280	153.073.920	19,84%
	Laba Bersih	78.512.240	110.758.731	41,07%

Laba diperoleh dari kelebihan nilai produksi atas biaya produksi. Oleh karena nilai produksi lebih besar daripada biaya produksi, maka usaha agroindustri tahu merupakan usaha yang menguntungkan yang ditunjukkan oleh capaian laba bersih berkisar antara Rp78 juta sampai dengan Rp111 juta per tahun.

Dengan menggunakan perhitungan harga pasar dalam jangka pendek, bahwa usaha agroindustri tahu merupakan sumber penghasilan utama bagi para pengusaha yang bergerak pada agroindustri tahu. Rata-rata laba yang diperoleh tergantung pada skala usaha dan efisiensi dalam pemanfaatan sumberdaya. Semakin besar skala usahanya, maka peluang untuk mendapatkan laba pun semakin besar. Skala usaha yang lebih besar dimungkinkan tercapainya efisiensi dalam penggunaan investasi tetap.

Peningkatan skala usaha agroindustri tahu tahun 2019 dibandingkan tahun 2018, maka diperoleh laba yang lebih besar dengan peningkatan 38,81%. Dari gambaran ini tampak bahwa bencana gempa yang merobohkan bangunan dan merusak sebagian peralatan milik pengusaha agrondustri tahu, namun dalam kenyataannya setelah gempa berlalu dan dampak gempa telah ditanggulangi, maka terjadi peningkatan nilai produksi, peningkatan biaya variabel, dan menurunkan biaya tetap. Perkembangan tersebut memberikan efek positif bagi kegiatan usaha agroindustri tahu, terutama pada awal tahun 2019 yang merupakan periode dibangunnya kembali rumah-rumah yang rusak akibat gempa. Para kuli bangunan dan tukang batu yang bekerja dalam rehab rekon rumah di Kabupaten Lombok Utara memperoleh penghasilan dan memiliki daya beli, pada gilirannya berdampak pada meningkatnya permintaan barang-barang kebutuhan pangan termasuk permintaan tahu.

Tabel 10 Analisis Rentabilitas Agroindustri Tahu Sebelum dan Pasca Gempa

o	Uraian	elum Gempa 2018 (Rp)	a Gempa 2019 (Rp)	Peningkatan
1	Modal Sendiri	Rp53.971.000	Rp48.643.560	-9,87%
2	Modal Pinjaman	Rp156.299	Rp24.997	-84,01%
3	Jumlah Modal (Asset)	Rp54.127.299	Rp48.668.557	-10,09%
4	Laba Bersih	Rp78.512.240	Rp110.758.731	41,07%
5	Upah Tenaga Kerja	Rp38.847.360	Rp43.430.400	11,80%
	Laba Bersih + Upah TK	Rp117.359.600	Rp154.189.131	31,38%
	Pajak + Bunga Modal Asin	Rp641.965	Rp585.234	-8,84%
6	Laba Kotor	Rp79.154.205	Rp111.343.965	40,67%
7	Rentabilitas Nilai Tambah	216,82%	316,81%	46,12%

Peningkatan laba bersih yang signifikan sebagai mana ditampilkan pada Tabel 9 dan Tabel 10 dibandingkan dengan peningkatan modal dan asset usaha, maka terjadi pula peningkatan nilai rentabilitas usaha, rentabilitas ekonomi dan rentabilitas nilai tambah.

Nilai rentabilitas ekonomi lebih besar dibandingkan dengan nilai rantabilitas usaha mengindikasikan bahwa penggunaan modal asing tidak memberikan manfaat bagi peningkatan skala usaha dan peningkatan laba bersih. Hal ini disebabkan oleh jumlah modal pinjaman yang relatif kecil bila dibandingkan dengan jumlah modal sendiri. Pengurangan biaya bunga dan pajak mengakibatkan penurunan kinerja usaha, sekaligus menunjukkan kinerja pembiayaan yang tidak berdampak positif bagi agroindustri tahu. Penggunaan modal sendiri dinilai layak dimanfaatkan bagi pengembangan usaha tahu, sementara modal pinjaman sebagai suplemen untuk menambah kemampuan finansial.

Kredit yang mereka peroleh dari lembaga keuangan tidak digunakan sepenuhnya untuk meningkatkan asset usaha, melainkan dibelikan asset di luar kebutuhan proses produksi antara lain untuk membeli kendaraan sepeda motor, mobil, dan membeli lahan pekarangan, sementara pengembalian atas pinjaman tersebut diambilkan dari hasil usaha agroindustri tahu. Itulah sebabnya bahwa pinjaman modal dari lembaga keuangan tidak meningkatkan efisiensi proses produksi maupun efisiensi dalam pemanfaatan modal.

2. Rentabilitas Nilai Tambah

Penelitian ini menawarkan suatu ukuran kinerja pembiayaan selain ukuran yang telah digunakan di atas yaitu Re dan Ru serta RoI dan RoE (Darma Kadar, 2017 dan Iif Latifah, 2017). Ukuran kinerja yang menggunakan laba sebagai penyebut dalam analisis finansial, hanya mengukur kapasitas pengusaha selaku pemilik perusahaan, sementara kontribusi tenaga kerja (sumberdaya manusia) yang terlibat langsung dalam kegiatan produksi tidak tampak sama sekali. Keberhasilan setiap usaha tidak terlepas dari keahlian dan keterampilan (*skill*) para pekerja yang mengoperasikan proses produksi. Oleh karena itu diusulkan suatu solusi dengan menggunakan Rentabilitas nilai tambah (Rnt).

Rnt merupakan ratio nilai tambah (laba + upah tenaga kerja) terhadap asset (investasi). Hasil analisis Rnt tahun 2018 dan tahun 2019 berturut-turut adalah 216,68% dan 316,81% lebih besar dari 200%, artinya usaha agroindustri tahu menguntungkan bagi pemilik dan tenaga kerja. Total curahan tenaga kerja per tahun 926,4 HKO/tahun dengan penghasilan tahun 2018 sebesar Rp126.684/HKO dan tahun 2019 sebesar Rp166.189/HKO ..

Jumlah penghasilan yang diterima oleh rumah tangga pengusaha agrondustri tahu sebesar nilai tambah. Nilai tambah adalah jumlah laba ditambah gaji dan upah tenaga kerja, atau selisih nilai produksi dengan biaya bahan baku dan biaya bahan penolong. Besar nilai tambah tahun 2018 dan tahun 2019 masing-masing Rp117.359.600/tahun dan Rp154.189.131/tahun masing-masing sama dengan Rp9.779.967/bulan dan Rp12.849.094/bulan. Bila nilai tambah dibandingkan dengan Upah Minimum Provinsi (UMP) Nusa Tenggara Barat tahun 2018 sebesar Rp1.825.000 dan tahun 2019 sebesar Rp2.012.610, maka penghasilan rumah tangga pengusaha tahu di atas KHL. Nilai tambah pengolahan tahu di Kabupaten Lombok Utara tahun 2018 Rp10.718/kg dan tahun 2019 Rp10.561/kg lebih besar jika dibandingkan dengan rata-rata nilai tambah hasil pengolahan tahu di Kota Mataram Rp4.782/kg bahan baku. Nilai tambah tahu di Kabupaten Lombok Utara lebih besar daripada Kota Mataram disebabkan harga tahu lebih tinggi yaitu Rp30.000 sampai dengan Rp40.000/papan di Kabupaten Lombok Utara, sementara di Kota Mataram Rp28.000 sampai dengan Rp35.000/papan (Jaya Putra, 2019).

.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

a. Laba bersih usaha agroindustri tahu meningkat sebesar 41,07% dari Rp78.512.240 tahun 2018 menjadi Rp110.758.731 tahun 2019. Usaha agroindustri tahu tergolong menguntungkan bila dibandingkan dengan bunga pinjaman (kredit) komersial sebesar Rp 18%/tahun, sehingga memungkinkan untuk dikembangkan skala usaha maupun jumlah unit usahanya.
b. Laba kotor usaha agroindustri tahu tahun 2019 Rp 111.343.965/tahun meningkat 40,67% dibandingkan laba kotor tahun 2018 sebesar Rp79.154.205/tahun.

c. Gaji dan upah tenaga kerja pada usaha agroindustri tahu tahun 2019 sebesar Rp43.430.400 meningkat 11,80% dari tahun 2018 sebesar Rp38.847.360.
d. Penggunaan modal pada usaha agroindustri tahu tahun 2019 Rp48.668.557 menurun sebesar 10.09% dibanding jumlah modal tahun 2018 sebesar Rp54.127.299.
e. Peningkatan Rentabilitas nilai tambah (Rnt) pasca gempa tahun 2019 sebesar 46,12% dari 216,82% tahun 2018 menjadi 316,81% tahun 2019.

Saran

a. Peningkatkan skala usaha diperlukan penambahan tenaga kerja. Tenaga kerja dapat direkrut dari luar keluarga dengan cara menaikan upah tenaga kerja sesuai Upah Minimum Provinsi (UMP) Nusa Tenggara Barat yang ditetapkan atas dasar Kebuhutuhan Hidup Layak (KHL).
b. Dalam peningkatan skala usaha agroindustri tahu dibutuhkan tambahan modal. Tambahan modal dapat diperoleh dari lembaga keuangan perbankan diantaranya adalah Kredit Usaha Rakyat (KUR) dan lembaga keuangan non bank *Corporate Social Responsibility* (CSR) Badan Usaha Milik Negara (BUMN).
c. Pemerintah Daerah Kabuaten Lombok Utara dapat berperan dalam pengembangan usaha agroindustri tahu melalui pembinaan modal, pelatihan manajemen dan peningkatan skala usaha.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih banyak kepada Rektor, Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Dekan Fakultas Pertanian, Ketua Badan Pengembangan Penelitian dan Pengabdian Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang telah memfasilitasi proses pengusulan dan pembiayaan penelitian, sehingga dapat dilaksanakan kegiatan penelitian dan menyampaikan artikel seminar ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraini dan Nasution, 2013. Peranan Kredit Usaha Rakyat (KUR) Bagi Pengembangan UMKM di Kota Medan:Kasus Bank BRI. Jurnal Ekonomi dan Keuangan Vol. 1, No. 3, Februari 2013.

Anonim, 2012. Proses Pembuatan Tahu http://terapanteknologitepatguna.blogspot.com/2012/11/proses-pembuatan-tahu.html [diunduh tanggal 13 Februari 2019]

Anonim, 2013. Cara Pembuatan Tahu Cara Sederhana Ala Pabrik. http://mesintasudo.com/cara-membuat-tahu.html. [diunduh tanggal 13 Februari 2019]

Astawan, M. dan Mita W, 1991. Teknologi Pengolahan Pangan Nabati Tepat Guna.Akademika Pressindo. Jakarta.

Astuti, F., 2013. Analisis Kelayakan Pada Industri Rumah Tangga Tahu Merek Niki Eco di Dusun Soragan, Kecamatan Kasihan. Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Thesis. UPN "Veteran"Yogyakarta.

BPPT, 1997. Teknologi Pengolahan Limbah Tahu-Tempe Dengan Proses Biofilter Anaerob dan Aerob. http://www.enviro.bppt.go.id (Diunduh tanggal 24 September 2018).

Darma Kadar, Made Antara, Abdul Muis, 2017. Profitabilitas Usaha Tahu Pada Industri Tahu Afifah di Kota Palu. E-jurnal.Agrotekbis 5(2):238-242.

Dorin. M., 2008, Pengolahan Limbah Tahu Menjadi Biogas, Karya Tulis Ilmiah, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Politeknik Kesehatan Yogya.

Humaira Humaira, Siti Lamusiah, 2018. Psikososial Sebagai Bentuk Trauma Healing Untuk Anak-anak Terdampak Gempa di Dusun Tanjung – Kabupaten Lombok Utara, NTB. Jurnal Sinergi Pengabdian Ummat. LPPM Univ Muhammadiyah Mataram. Vol1 No. 1 (2018)

Iif Latifah, Yus Rusman, Tito Hardiyanto, 2016. Analisis Nilai Tambah dan Rentabilitas Agroindustri Tahu Bulat. Jurnal Agroinfo Galuh Vol 3 No.1 Tahun 2016. Fakultas Pertanian Universitas Galuh. https: //jurnal.unigal.ac.id

Jaya Putra, LTW, 2019. Analisis Harga Pokok dan Nilai Tambah Usaha Pengolahan Tahu di Kota Mataram. Universitas Mataram. Mataram.

Novia Widya Utami, 2018. Tip Memiliki Pengelolaan Keuangan Bisnis Yang Lebih Baik. Jurnal. https://jurnal.id.

Margono, T., D.Suryati, S. Hartinah, 1983. Buku Panduan Teknologi Pangan, Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan PDII-LIPI bekerjasama dengan Swiss Development Cooperation. Jakarta..

Purnamasari, Dewi K., Syamsuhaidi, Erwan, dan K.G. Wiryawan, 2018. Pendampingan Pemulihan Kondisi Peternakan Ayam Ras Petelur Pasca Gempa di Kabupaten Lombok Utara. Fakultas Peternakan Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62

Rafika Lihani, Ngadiman, Nurhasan Hamidi, 2013. Analisis Manajemen Kredit Guna Meminimalkan Risiko Kredit: Studi pada PD BPR BKK Tasikmadu Karanganyar. Jupe-Jurnal Pendidikan Ekonomi. Vol.1 No.2 2013.

Rahman, A., 1999. *Micro-credit initiatives for equitable and sustainable development: Who pays?* World Development Volume 27, Issue 1, January 1999, Pages 67-82

Rahmawati, F.M, 2013. Teknologi Proses Pengolahan Tahu dan Pemanfaatan Limbahnya. Kerjasama CSR PT. Bukit Asam dengan Fakultas Teknik UNY. Tanjung Enim, 15-17 Mei 2013.

Riyanto, B., 2011. Dasar-dasar Pembelanjaan Perusahaan. BPFE. Yogyakarta.

Sa'i, M. dan S.A.Acim, 2018. *Trauma healing* bagi masyarakat terdampak gempa Desa Gumantar Kecamatan Kayangan Lombok Utara. Transformasi Jurnal Pengabdian. Jurnal Transformasi. Vol.14 No.1 Juni 2018. http://journal.uinmataram.ac.id/index.php/transformasi/article/view/570.

Siddik, M., Tajidan dan Murad, 2011. Pengkajian dan Penerapan Teknologi Tepat Guna Untuk Usaha Tahu Tempe di Nusa Tenggara Barat. Kerjasama Pusat Penelitian Perencanaan Regional (P3R) Unram dengan Badan Lingkungan Hidup dan Penelitian (BLHP) Provinsi NTB. Mataram.

Suparmin, Hirsanuddin, M, Yusuf dan Sri Maryanti, 2018. Kajian Forum CSR Daerah Kabupaten Lombok Utara. Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan Bappeda Kabupaten Lombok Utara.

Supriadi, I., Soetoro Soetoro, Muhammad Nurdin Yusuf, 2018.Rentabiltas dan Penyerapan Tenaga Kerja Agroindustri Tahu Bulat Serta Kontribusinya Terhadap Pendapatan Total Perajin: Studi Kasus pada Agroindustri Tahu Bulat Songkha di Desa Muktisari Kecamatan Cipaku Kabupaten Ciamis. Agroinfo Galuh Vol 4 No.2 Tahun 2018. Fakultas Pertanian Universitas Galuh.

Wanida Pengestu, 2013. Analisis Kinerja Keuangan Usaha Thu-Tempe Wenwin" di Kabupaten Minahasa. Universitas Sam Ratulangi. Menado.

Uji Toksisitas Senyawa 1,3-Dihidroksixanton Menggunakan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT)

Cytotoxic Activities 1,3-Dihydroxyxanthone Using Brine Shrimp Lethality Test (BSLT) Method

Baiq Ike Nursofia[1], Ni Komang Tri Dharmayani[1], Emmy Yuanita [1,*]

[1)] Program Studi Kimia
[2)] Program Studi Kimia
[3)] Program Studi Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram, 83125, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Tel. +62-0370 621435
[*]*Corresponding author, email :*
emmy_yuanita@unram.ac.id

ABSTRAK

Sintesis senyawa dilakukan melalui reaksi siklisasi senyawa asam salisilat dan floroglusinol menggunakan pereaksi *Eaton.* Uji toksisitas dilakukan dengan metode *Brine Shrimp Lathely Test* (BSLT) sebagai skrining awal bahan aktif kemoterapi kanker. Persen hasil sintesis senyawa diperoleh sebesar 43,86%. Identifikasi struktur menggunakan instrumen Spektrofotometer IR. Hasil uji toksisitas menunjukkan bahwa senyawa tersebut potensial sebagai bahan aktif kemoterapi kanker dengan nilai *Lethality Concentration* 50 (LC_{50}) sebesar 75,86 ppm.

Kata Kunci: *kanker, 1,3-dihidroksixanton, LC_{50}, BSLT*

ABSTRACT

The synthesis of the compound through the cyclization reaction of salicylic acid and phloroglucinol using *Eaton* reagent. A cytotoxic activity using *the Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) method as an initial screening of active ingredients for cancer chemotherapy. The percentage of results obtained was 43,86%. Structure identification used *Infra Red* (IR) *Spectrophotometer*. Cytotoxic activity of that compound showed potential as an active ingredient for cancer chemotherapy, is *Lethality Concentration* 50 (LC_{50}) value in the amount of 75,86 ppm.

Keywords*: cancer, 1,3-dihydroxyxanthone, LC_{50}, BSLT*

PENDAHULUA N

Kanker merupakan penyakit yang disebabkan sel-sel tumbuh membelah tanpa henti, menyebar di jaringan sekitarnya menyebabkan fungsi organ tubuh terganggu bahkan kematian (*National Cancer Institute*, 2015). Salah satu penanganan umum yang dilakukan untuk mengobati penyakit kanker adalah kemoterapi. Kemoterapi merupakan metode pengobatan menggunakan bahan kimia dalam bentuk oral dan cairan. Doksorubisin adalah salah satu obat

kemoterapi yang dapat diisolasi dari *Streptomyces peucetius var caesius* (Minotti *et al.*, 2004). Obat ini telah dikenal sangat efektif dalam terapi berbagai jenis kanker seperti leukemia akut, kanker payudara, kanker tulang dan ovarium (Childs *et al.*, 2002). Kekurangan obat ini dapat menyerang sel normal dan menyebabkan kardiotosisitas pada penggunaan jangka panjang. Penemuan bahan aktif baru sebagai bahan kemoterapi yang lebih selektif dan sensitif terhadap sel kanker untuk itu sangat perlu dilakukan.

Langkah yang dilakukan untuk menemukan bahan aktif baru yaitu melalui eksplorasi dan isolasi senyawa bahan alam dari tanaman, hewan maupun mikroorganisme. Salah satu senyawa bahan alam yang memiliki aktivitas sebagai antikanker adalah senyawa xanton. Kekurangan isolasi senyawa xanton dari bahan alam memerlukan waktu yang lama dan seringkali hasil yang diperoleh dalam jumlah terbatas, tidak lebih dari 0,6% (Hay *et al.*, 2004). Alternatif lebih mudah dan menguntungkan dari segi sains, kesehatan dan ekonomis untuk memperoleh senyawa xanton adalah sintesis. Salah satu senyawa turunan xanton yang telah banyak disintesis dan dikaji sebagai bahan aktif kemoterapi kanker adalah hidroksixanton.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Penelitian ini merupakan penelitian eksploratif eksperimental yaitu dengan melakukan sintesis revisdan uji toksisitas turunan senyawa 1,3-dihidroksixanton. Dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan yaitu dari bulan April hingga Juni 2019, bertempat di Laboratorium Sintesis Kimia Organik FMIPA-UNRAM, Laboratorium Analitik FMIPA-UNRAM dan analisisis elusidasi struktur dilakukan dengan mengirimkan sampel ke Laboratorium Kimia Organik UGM (IR, Shimadzu Prestige 21) dan Laboratorium Kimia Organik ITB (^{1}H-NMR, *gilent* 500 MHz dengan sistem konsol DD2)

Bahan Baku

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah asam salisilat ($C_7H_6O_4$), floroglusinol ($C_6H_6O_3$), pereaksi *Eaton* (P_2O_5/CH_3SO_3H), aquades (H_2O), *n*-heksana (C_6H_{14}), etil asetat ($C_5H_{10}O_2$), aseton (C_3H_6O), es batu, tissue, kertas saring dan larva *A. salina* L.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Penelitian terdiri atas dua tahapan percobaan, yaitu tahap pertama bertujuan mensintesis senyawa 1,3-dihidroksixanton dan tahap kedua menguji toksisitasnya dengan metode BSLT.

Prosedur Sintesis Senyawa 1,3-Dihidroksixanton

Sintesis senyawa 1,3-dihidroksixanton dilakukan menggunakan metode GSS dengan memodifikasi kondisi reaksi yang telah dilakukan Yuanita *et al* (2018) dari 3 jam menjadi 30 menit. Sintesis dilakukan dengan mereaksikan asam salisilat dan floroglusinol (1:1), menggunakan pereaksi *Eaton* sebagai katalis. Campuran senyawa dimasukkan ke labu leher tiga dan dipanaskan pada suhu (80±3)^{o}C. Campuran didiamkan pada suhu kamar, lalu

dituangkan ke air es hingga terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk diaduk selama 1 jam, disaring dan dicuci dengan aquades. Padatan dikeringkan dalam desikator selama 24 jam. Produk reaksi selanjutnya dikarakterisasi dengan Spektrofotometer IR.

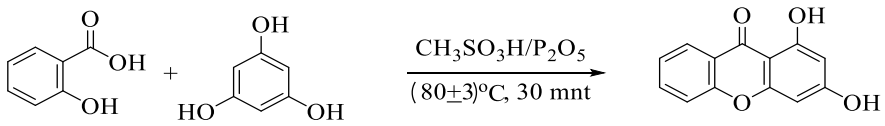
Prosedur Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Uji toksisitas dilakukan menggunakan larva *A. salina* L. Larva udang yang hidup sebanyak 10 ekor dimasukkan ke dalam tabung vial yang berisi 5 mL larutan uji yang telah dipersiapkan. Larutan uji dibuat dengan variasi konsentrasi 10, 100, dan 1000 ppm. Larutan diaduk sampai homogen dan untuk setiap konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Larutan kontrol dibuat tanpa penambahan larutan sampel. Tabung vial yang berisi sampel uji dihitung jumlah larva yang mati setelah diamati 24 jam di bawah sinar penerangan. Data persentase kematian larva yang diperoleh selanjutnya dianalisis dengan analisis probit untuk memperoleh nilai $LC_{50.}$

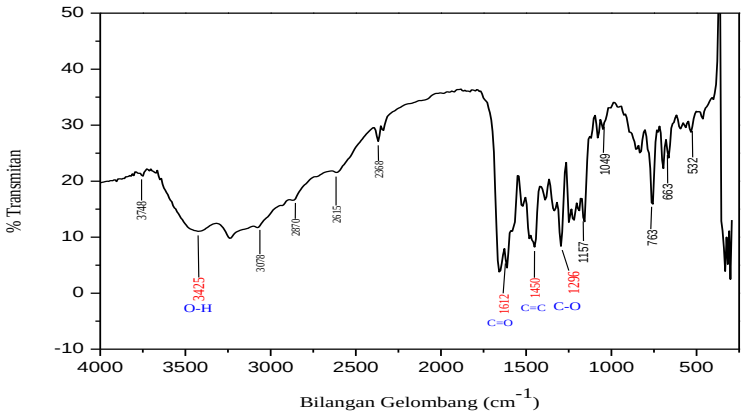
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Senyawa 1,3-Dihidroksixanton

Persen hasil sintesis yang diperoleh sebesar 43,86% (0,50 g), berupa padatan berwarna merah kekuningan. Spot KLT dari senyawa ini memberikan nilai R_f sebesar 0,79 menggunakan eluen *n*-heksana:etil asetat (4:6). Sintesis senyawa 1,3-dihidroksixanton dapat terjadi melalui dua tahap reaksi yaitu kondensasi aldol dan siklisasi. Mekanisme dimulai dengan reaksi kondensasi yang menyebabkan terbentuknya karbokation pada gugus karbonil asam salisilat. Asam salisilat yang membentuk karbokation selanjutnya mengalami siklisasi oleh floroglusinol membentuk siklik xanton. Reaksi diakhiri dengan lepasnya molekul air, lepasnya molekul air ini dipermudah dengan adanya fosforus pentaoksida (P_2O_5) sebagai agen pendehidrasi.



Gambar 1. Reaksi pembentukan senyawa 1,3-dihidroksixanton



Gambar 2. Hasil IR sintesis senyawa 1,3-dihidroksixanton

Karakterisasi IR (KBr, υ, cm^{-1}) diperoleh spektrum yang mengindikasikan gugus fungsi hidronsixanton yaitu pada bilangan gelombang 1296 (C-O-C), 1450 (C=C), 1612 (C=O) dan 3425 (OH). Spektrum yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Toksisitas senyawa 1,3-dihidroksixanton dianalisis dengan metode BSLT untuk mengetahui sifat farmakologisnya sebagai bahan aktif kemoterapi kanker. Sifat toksik tersebut diketahui berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Meyer *et al* bahwa ekstrak atau senyawa yang memiliki nilai LC_{50} kurang dari 1000 ppm memiliki sifat toksisitas dan semakin rendah nilai LC_{50} maka semakin toksik suatu senyawa dan berpotensi sebagai agen antikanker (Meyer *et al.*, 1982). Berdasarkan analisis hasil diperoleh nilai LC_{50} senyawa 1,3-dihidroksixanton sebesar 75,86 ppm yang menunjukkan bersifat toksik dan berpotensi sebagai bahan aktif kemoterapi kanker.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa senyawa 1,3-dihidroksixanton menunjukkan aktivitas *larvasidal* (kemampuan membunuh larva) yang baik. Konsentrasi yang digunakan berbanding lurus dengan persen kematian yang dihasilkan. Semakin besar konsentasi yang digunakan maka semakin tinggi persen kematian.

Tabel 1. Hasil uji toksisitas senyawa 1,3-dihidroksixanton

Konsentrasi (ppm)	**Log Konsentrasi**	**Σ larva mati setelah 24 jam**			**Persen kematian (%)**	**LC_{50} (ppm)**
		1	2	3		
10	1	5	0	1	5	
100	2	6	7	5	55	75,86
1000	3	10	10	10	100	

KESIMPULAN

Senyawa 1,3-dihidroksixanton telah berhasil disintesis, diperoleh persen hasil sebesar 43,86% dan memiliki potensi sebagai bahan aktif kemoterapi kanker dengan nilai LC_{50} sebesar 75,86 ppm.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2017 dengan nomor kontrak 074/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Childs, A.C., Phaneuf, S.L., Dirks, A.J., Philips, T., Leeuwenburgh, 2002, Doxorubicin Treatment in Vivo Causes Cythochrome c Release and Cardiomyocyte Apoptosis, As Well As Increased Mitochondorial efficiency, Superoxide Dismutase Activity, and Bcl-2:Bax Ratio, *Cancer Res.*, 62, 4592-4598.

Hay, A.E., Jean, H., OlivieD.,, Medhi, L., Philippe, G., Pascal, R., 2004, Antimalarial Xanthones from Calophyllum *Caledonicum* and *Garcinia vieillardii*, *Life Sci.*, 75, 3077-3085.

Meyer, B., Ferrigni, N., Putnam, J., Jacobsen, L., Nichols, D., Mc Laughlin, J, 1982, Brine Shrimp : A Convinient General Bioassay for Active Plant Constituents, *J. Med. Plants Res.*, 45.

Minotti, G., Menna, P., Salvatorelli, E., Cairo, G., Gianni, L., 2004, Anthracyclins: Molecular Advances and Pharmacologic Developments in Antitumor Activity and Cardiotoxicity, *Pharmacol Rev*.

National Cancer Institute, 2015, *What Is Cancer* (https://www.cancer.gov/aboutcancer/understanding/what-is-cancer), diunduh jam 09:15 WITA, tanggal 03/10/2018.

Yuanita, E., Pranowo, H.D., Siswanta, D., Swasono, R.T., Mustofa, Zulkarnain, A.K., Syahri, J., Jumina, 2018, One-pot Synthesis, Antioxidant Activity and Toxicity Evaluation of Some hydroxyxanthones, *Chem. Chem. Technol.*, 12, 290-295.

SENYAWA 4-(benzo[*d*]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol SEBAGAI SENSOR FLORESEN UNTUK DETEKSI ANION SIANIDA

A 4- (benzo [d] oxazole-2-yl) -2-methoxy-6-nitrophenol COMPOUND AS A FLUOURESCENCE SENSOR FOR CYANIDE ANION DETECTION

R. Rahmawati[1], Bambang Purwono[2], Saprizal Hadisaputra[1],dan Baiq Fara Dwirani Sofia[1].

[1]Prodi Kimia, FKIP, Universitas Mataram, Mataram.
[2]Kimia, FMIPA, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Corresponding Author: rahmawati_kimia@unram.ac.id / tqomari31@gmail.com

ABSTRAK

Disain dan sintesis senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol telah berhasil dilakukan. Produk hasil sintesis berupa serbuk berwarna coklat tua dengan rendemen 72%, berat molekul 286 dan titik leleh 151-154 °C. Senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol telah diuji dengan beberapa anion (CN^-, F^-, BR^-, I^-, dan $H2PO4^-$) untuk melihat respon sensorisnya terhadap ion. Dari pengujian diperoleh hasil bahwa senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol tidak memberikan perubahan warna apapun. Pengamatan di bawah lampu UV λ 366 nm menunjukkan bahwa senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol membrikan respon floresen terhadap ion CN^- saja. Analisis interaksi sensor-analit pada komplek senyawa 4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol dengan ion CN^- memberikan nilai LOD sebesar 4.05×10^{-5} M dan k_{ass} sebesar 0.48×10^6 M^{-1}. Interaksi terjadi pada rasio stoikiometri 2:1 menunjukkan bahwa interaksi *host-guest* dengan CN^- akan menghasilkan respon berupa perubahan fluoresen apabila terjadi ikatan hidrogen antara proton gugus –OH pada sisi ikat dari 2 molekul4-(benzo[d]oksazol-2-il)-2-metoksi-6-nitrofenol dengan elektron dari 1 molekul CN^-.

Kata kunci: sensor floresen, deteksi, anion sianida**.**

ABSTRACT

Synthesis of compound 4- (benzo [d] oxazole-2-il) -2-methoxy-6-nitrophenol has been successfully carried out. The synthesized product is dark brown powder with a yield of 72%, a molecular weight of 286 and a melting point of 151-154 ^{o}C. Compounds 4- (benzo [d] oxazole-2-il) -2-methoxy-6-nitrophenol have been tested with several anions (CN^-, F^-, BR^-, I^-, and $H2PO4^-$) to see their sensory responses to ions. The test results showed that compound 4- (benzo [d] oxazole-2-il) -2-methoxy-6-nitrophenol did not give any color changes. Observations under UV light 366 nm show that compounds 4- (benzo [d] oxazole-2-il) -2-methoxy-6-nitrophenol give a fluorescent response to CN ion ions only. Sensor-analytes interaction analysis in compound compound 4- (benzo [d] oxazole-2-il) -2-methoxy-6-nitrophenol with CN ions gave LOD value of 4.05 × 10^-5 M and kass of 0.48 × 106 M^-1. The interaction occurs at a stoichiometric ratio of 2: 1 indicating that host-guest interaction with CN^- will produce a response in the form of fluorescent changes if hydrogen bonds occur between protons of the -OH group on the connective side of 2 molecules4- (benzo [d] oxazole-2-il) - 2-methoxy-6-nitrophenol with electrons from 1 CN^- molecule.

Keywords: fluorescent sensor, detection, cyanide anion.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Limbah-limbah buangan industri yang berbentuk anion bisa berakibat buruk karena dapat merusak lingkungan, dan untuk jangka panjang kondisi ini apabila dibiarkan tanpa penanganan maka akan mengancam kehidupan manusia (Santi, 2004). Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan riset tentang kemosensor optik untuk mendeteksi spesies ionik penting (polutan), salah satunya berupa anion sianida telah mendapatkan perhatian besar dari banyak peneliti. Dibutuhkan material yang dapat digunakan untuk mendeteksi identitas ion sianida, yakni detektor yang berperan sebagai sensor kimia yang bersifat selektif, sensitif, mudah diterapkan, murah, dan *reliable* (Solikah dan Elfreda, 2016).

Ion sianida adalah salah satu anion paling beracun yang banyak terdapat di alam dan dilepaskan ke lingkungan melalui buangan limbah hasil proses industri. Oleh karena itu deteksi keberadaan ion sianida harus mendapat perhatian yang serius dan merancang sebuah disain untuk mensintesis senyawa kemosensor yang penggunaannya bersifat : sederhana,

efisien waktu, selektif dan sensitifitas tinggi untuk mendeteksi anion sianida, menarik untuk dilakukan.

Pada proyek sebelumnya kami telah mensintesis 3 variasi (**S1**, **S2**, dan **S3**) senyawa kemosensor yang aktif mendeteksi ion sianida, kemosensor dengan struktur aromatis terpadu yang berbasis senyawa golongan benzimidazol dan benzoksazol. Pada proyek kali ini kami telah berhasil mensintesis variasi ke 4 (**S4**) dari senyawa kemosensor berbasis golongan benzoksazol yang aktif mendeteksi anion sianida

Tujuan

Mendisain variasi ke-4 senyawa kemosensor baru, 4-(1*H*-benzo[*d*]oksazol-2-il)-2-metoksi -6-nitrofenol (**S4**), yang dapat mendeteksi polutan berupa anion sianida.

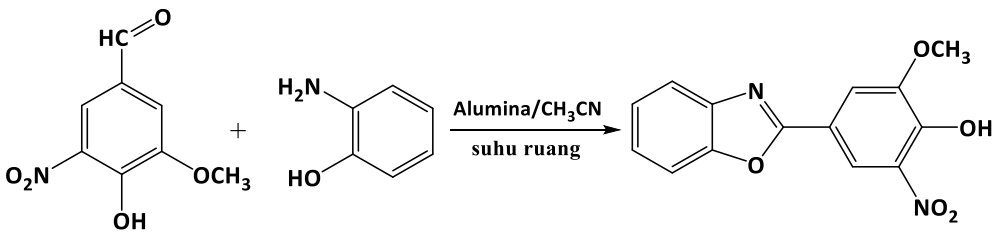
BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Sintesis senyawa kemosensor **S4** menggunakan bahan-bahan: vanillin, akuades, etanol, o-fenilendiamina, HNO_3, DCM, Alumina (Al_2O_3), metanol, etanol, DMSO, etil asetat, asetonitril. Anion yang digunakan dalam uji sensor berasal dari garam natrium fluorida (NaF), natrium bromida (NaBr), natrium iodida (NaI), natrium sianida (NaCN), dan natrium dihidrogen fosfat (NaH_2PO_4).

Sintesis

Metode sintesisnya adalah : Sebanyak 10 mmol 5-nitrovanilin, 10 mmol 2-aminofenol, dan 0,75 gram KCN dalam 25 mL DMF diaduk pada suhu ruang selama 5 jam, kemudian campuran dituang ke dalam 300 mL akuades dingin, lalu didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam. Endapan yang terbentuk direkristalisasi dengan metanol**.** Skema sintesis seperti pada gambar 1 (Reyes dkk, 2011).



Gambar 1. Skema sintesis senyawa kemsensor S4

Uji Ion

Uji solvatokromik dilakukan untuk mengamati perubahan warna larutan terhadap perbedaan pelarut. Uji ionokromik dilakukan dengan membuat larutan anion jenuh yang berasal dari garam NaF, NaBr, NaI, NaCN, dan NaH_2PO_4 dalam akuades. Uji ionokromik dilakukan dengan menambahkan 3 tetes dari setiap larutan anion jenuh tersebut ke dalam masing-masing larutan senyawa hasil sintesis dalam pelarut DMSO. Perubahan warna yang terjadi pada larutan diamati lalu dikonfirmasikan dengan spektrofotometer UV-vis (pada rentang λ 200-800 nm) dan spektroflorometri.

Analisis interaksi host-guest komplek **S4**-ion dilakukan dengan titrasi pada UV-Vis dan Spektroflorometri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

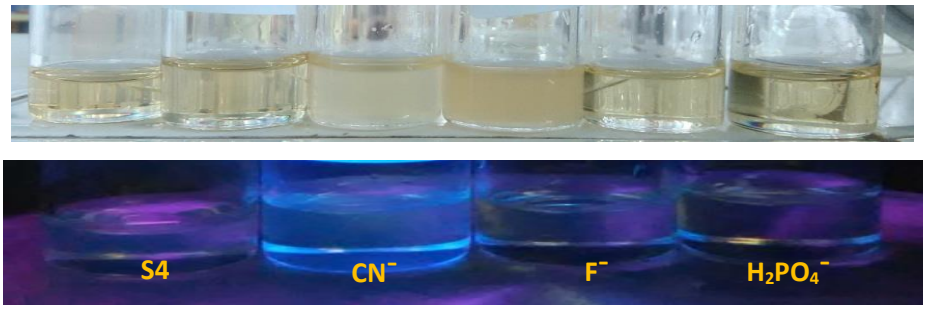
Pada proyek sebelumnya kami telah mensintesis senyawa kemosensor yang kami sebut sebagai **S1, S2**, dan **S3**. Sensor **S1** merupakan turunan benzimiazol yang disintesis dari vanillin, memiiki keaktifan mendeteksi anion sianida dengan respon floresen (Rahmawati dkk., 2018). Sensor **S2** merupakan analog dari **S1** dengan penambahan gugus Nitro pada posisi 5 dari cincin vanillin, memiliki keaktifan dengan respon kolori sebagai konsekuensi masukknya gugus *dyes* nitro ke sitem cincin aromatisnya (Rahmawati dkk., 2018). Senyawa **S3** adalah variasi *fused aromatic* dengan memasukkan heteroatom O pada cicin 5 dari benzimidaol sehingga tergolong sebagai benzoksazol, memiliki keaktifan sebagai dual sensor yakni aktif mendeteksi anion sianida dengan respon berupa perubahan warna dan floresen sekaligus (Rahmawati dkk., 2019). Senyawa **S4** (proyek kami kali ini) merupakan analog dari **S3** dengan penambahan gugus nitro pada posisi 5 dari cincin vanillin.

Uji aktifitas sensor **S4** dilakukan pada konsentrasi 1×10^{-7} M terhadap ion-ion jenuh (CN^-, F^-, Br^-, I^-, dan $H_2PO_4^-$) 50 µL, menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan warna larutan pada penambahan ion-ion jenuh dan pengamatan yang dilakukan di bawah lampu UV λ 366 nm menunjukkan adanya respon floresen larutan **S4** yang ditambahkan dengan anion CN^- saja dengan sistem '*off-on*', gambar 2.

S4 CN^- Br^- I^- F^- $H_2PO_4^-$

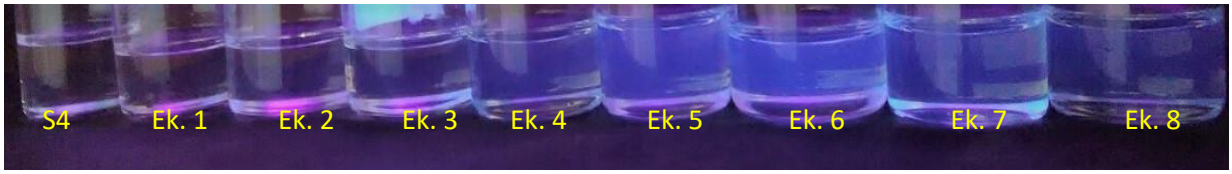
a

b



Gambar 2. Hasil uji ionokromik: (a) tidak terjadi perubahan warna larutan S4 pada penambahan ion-anion; (b) S4-CN^- berfloresen di bawah lampu UV λ 366

Pada titrasi floresen ini, pengukuran yang dilakukan pada konsentrasi **S4** 1×10^{-7} M tidak menghasilkan spektra yang bagus, pita-pita yang muncul datar dan *zig-zag* karena larutan terlalu pekat untuk florometri, maka pengukuran intensitas floresen dilakukan pada konsentrasi **S4** 5×10^{-8} M. Titrasi pada larutan **S4**/DMSO dilakukan dengan meneteskan 50 µL larutan ion CN^- dengan konsentrasi berbeda-beda. Floresen warna biru teramati mulai muncul pada penambahan 5×10^{-6} M (Ek. 2) dan intensitas warna semakin kuat seiring dengan penambahan konsentrasi ion CN^- yang diberikan. Pada penambahan ion CN^- 5×10^{-4} M (ek. 8) warna floresen yang teramati berubah menjadi ungu.

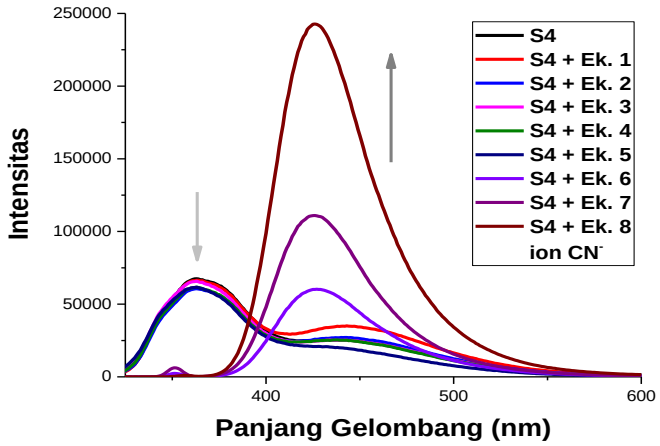


Gambar 3. Titrasi S4 dengan ion CN^- diamati di bawah lampu UV λ 366 nm

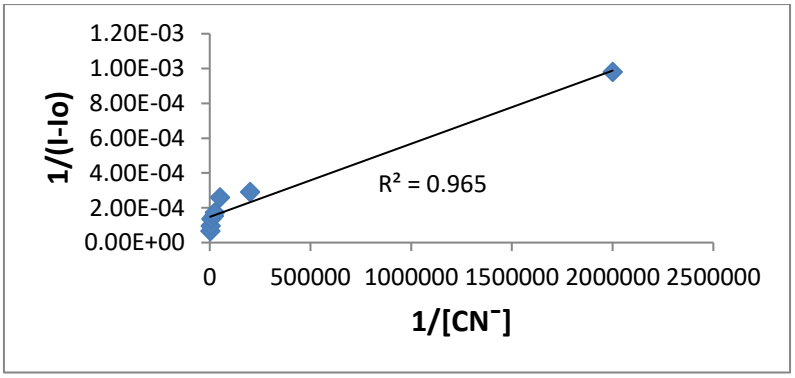
Pengukuran intensitas floresens dilakukan pada instrumen spektroflorometer dan menghasilkan spektra seperti ditampilkan pada Gambar5. Spektra florometri memperlihatkan bahwa **S4** mengalami aksitasi pada λ 325 nm dan mengemisi pada λ 360 nm dengan nilai intensitas 73820. Penambahan ion CN^- sampai konsentrasi 5×10^{-5} M (ek. 5) menyebabkan intensitas emisi turun secara perlahan. Penambahan ion CN^- 1.5×10^{-4} M (ek. 6) sampai 5×10^{-4} M (ek. 8) mengakibatkan $\lambda_{eksitasi}$ komplek **S4**-CN^- bergeser ke λ 375 nm dan λ_{emisi} juga bergeser ke λ 425 nm. Hal ini berarti spektra mengalami *red shift* dan memiliki nilai *stoke's shift* sebesar 65 nm yang menunjukkan telah terjadi interaksi **S4** dengan ion CN^- membentuk ikatan hydrogen (Qin, dkk., 2014).

Analisis interaksi host-guest **S4**-CN^- secara kuantitatif dilakukan dengan menentukan nilai LOD dan K_{ass} serta mekanisme interaksinya. Penentuan nilai LOD dan K_{ass}

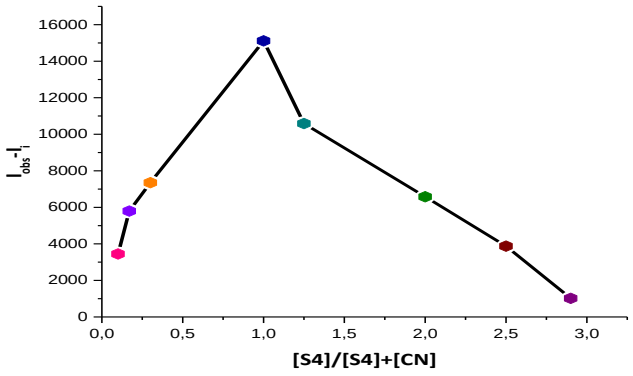
dihitung berdasarkan data spektra floresen pada Gambar 4 dan kurva Benesi-Hildebrand (Gholamzadeh dkk., 2016) pada Gambar 5. Diperoleh nilai LOD sebesar 4.05×10^{-5} M dan K_{ass} sebesar 0.48×10^{6} M^{-1}.



Gambar 4. Spektra emisi fluoresen titrasi S4 dengan ion CN^-

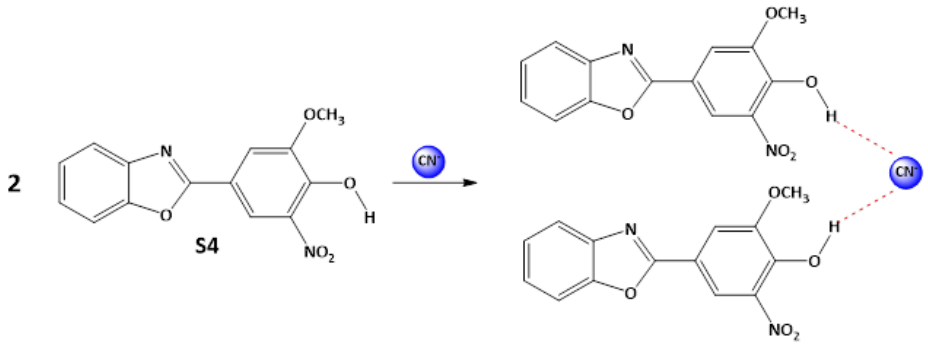


Gambar 5. Kurva Benesi-Hildebrand titrasi S4 dengan ion CN^-



Gambar 6. Kurva Job's plot komplek S4-CN^-

Mekanisme stoikiometri interaksi *host-guest* komplek **S4**-CN^- ditentukan berdasarkan pada kurva Job's Plot (Tsui dkk., 2012) pada Gambar 6. Hasil yang diperoleh adalah: interaksi **S4** dengan CN^- pada komplek **S4**-CN^- mencapai intensitas emisi maksimal pada saat fraksimol bernilai 1. Hal ini berarti bahwa interaksi **S4** dengan ion CN^- terjadi pada rasio stoikiometri **S4**/CN^- 2:1 (Tan dkk., 2018) dengan mekanisme interaksi yang diusulkan seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Model interaksi host-guest S4-CN^- yang diusulkan

KESIMPULAN

Senyawa kemosensor **S4** terbukti memiliki kemampuan untuk mendeteksi anion sianida dengan respon berupa perubahan floresen.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari riset doktoral yang mendapatkan dukungan beasiswa dari KemenristekDIKTI dan bimbingan dari promotor Drs. Bambang Purwono, M.Sc., Ph.D.

DAFTAR PUSTAKA

Gholamzadeh, P., Ziarani, G. M., Lashgari, N., dan Badiei, A., 2016, A Simple Colorimetric Chemosensor for Naked Eye Detection of Cyanide Ion, *J. Fluorescence*, 26, p.1857-1864.

Qin, J-., Li, T-., Wang, B-., Yang, Z-., dan Fan, L., 2014, A Sensor for Selective Detection of Al^{3+} Based On Quinoline Schiff-base in Aqueous Media, *Synthetic Metals*, 195, p.141-146.

Rahmawati, R., Purwono, B., dan Hadisaputra, S., 2019, A 4-(1*H*-Benzo[*d*]oxazole-2-yl)-2-methoxyphenol as Dual Selective Sensor for Cyanide Ion Detection, *Asian Journal of Chemistry*, 31, 3, p.555-558.

Rahmawati, R., Purwono, B., dan Matsjeh, S., 2018, A Naked-Eye Colorimetric Receptor For Anions Based On Nitro Group Featuring With Benzimidazole Unit. *Asian Journal Of Chemistry*, 30, 9, p.1933-1936.

Rahmawati, R., Purwono, B., dan Matsjeh, S., 2018, A Novel 4-(1*H*-Benzimidazol-2-yl)-2-methoxy-phenol Derived Fluorescent Sensor for Determination of CN^- Ion, *Asian Journal Of Chemistry*, 29, 9, p.1959-1962.

Reyes, H., Beltran, H. I., dan Rivera-Becerril, E., 2011, One Pot Synthesis of 2-phenylbenzoxazole by Potassium Cyanide Assisted Reaction of o-aminophenol and Benzaldehydes, *Tetrahedron Lett.*, 52, p.308-310.

Santi, D.N., 2004, Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp dan Kertas Industri Kelapa Sawit, FKM Universitas Sumatera Utara, Medan, akses dari *http://library.usu.ac.id/download/fkm/fkm-devi2.pdf*, 30 Maret 2015.

Solikah, E. B. dan Elfreda, R. A., 2016, Makalah : Pengukuran Polusi dan Limbah di PT. Dirgantara Indonesia, UPM Politeknik Pajajaran, http://repository.its.ac.id/540/8/2213039003-2213039018-Non_Degree.pdf akses 15 o0ktober 2019.

Tan, J., Wang, X., Zhang, Q., Zhou, H., Yang, J., Wu, J., Tian, Y., dan Zhang, X., 2018, Chalcone based ion-pair recognition towards nitrates and the application for the colorimetric and fluorescence turn-on determination of water content in organic solvents, *Sens. Actuators B*, 260, p.727-735.

Tsui, Y-K., Devaraj, S., dan Yen, Y-P., 2012, 2012, Azo Dyes Featuring With Nitrobenzoxadiazole (NBO) Unit: a new selective chromogenic and fluorogenic sensor for cyanide ion, *Sens. Actuators B*, 161, p.510-519.

KEBERADAAN TUNGAU HAMA DAN TUNGAU PREDATORNYA PADA AGROEKOSISTEM TANAMAN KENTANG *(Solanum tuberosum* Linn*)* YANG BERASOSIASI DENGAN TANAMAN REFUGIA DI SEMBALUN LOMBOK TIMUR

The Existency of Pest Mite and Predators in Potato Plant *(Solanum Tuberosum* Linn*)* Agro Ecosystem, Associated with Refugia Plants in Sembalun, East Lombok

M. Sarjan[1], Taufik Fauzii[1], Hery Haryanto[1], dan Ruth Stella P.[1]
[1]Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram
**email: msarjan@.unram.ac.id*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberdaan spesies tungau dan predator pada tanaman kentang yang berasosiasi dengan Tanaman Refugia. Diharapkan hasil penelitian ini akan bermanfaat sebagai data base untuk menentukan strategi pengendalian tungau pada tanaman kentang, selanjutnya akan bermanfaat dalam upaya pengelolaan tungau secara khusus memanfaatkan tanaman refugia. Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juni sampai Agustus 2019 di Desa Sembalun, Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik survei serta pengumpulan data di lapangan. Identifikasi tungau dilaksanakandi laboratorium Biologi , FMIPA, sedangkan uji Preferensi dilaksanakan di laboratorium Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Mataram Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya ditemukan tungau hama, baik pada tanaman budidaya (kentang) maupun pada tanaman refugia bunga Matahari (*Helianthus annuus*), sedangkan pada tanaman refugia marigold (*Tagetes erecta* dan *Tagetes patula*) tidak ditemukan populasi dan intensitas serangan tungau hama maupun predator. Populasi tungau hama dan intensitas serangan lebih tinggi ditemukan pada tanaman refuga tanaman bunga matahari.dibandingkan pada tanaman kentang yaitu berturut turut 9,84 tungau pertanaman dengan intensitas serangan 1,48% pada tanaman bunga matahari, sedangkan pada tanaman kenang sebesar 6,48 tungau pertanaman dengan intensitas serangan sebesar 0,8%. Dengan hasil ini perlu mempertimbangkan jenis tanaman yang digunakan sebagai refugia agar tidak menjadi tanaman inang alternatif bagi hama tertentu seperti pada tungau pada kasus penelitian ini.

Kata kunci: hama tungau kentang, tanaman refugia

ABSTRACT

The aim of this investigation is to determine the existency of pest mite and preadors in potatoe plant associated with refugias plant. The result of this investigation is expected to be useful as a based data in controlling mite pest of potato, especially using refugia plant management strategies in Sembalun area. This research has been carried out from June to August 2019 in Sembalun village, Sembalun District, East Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province. The method used in this research is descriptive method with survey techniques and data collection in the field. Then, identification and Preferency testing was conducted at Plant Protection laboratory, Faculty of Agriculture, University of Mataram. The results showed that only pest species of mite was found in potato plan and sun flower plants, while there was no mite found in marigold plant. The population and attack intensity of mite pest was higher in sunflower plant than in potato plant, namely 9.84 mites with 1.48% attack intensity, and 6.48 mites with 0.8% attack intensity per plant respectively. This is because the mite pest had likely more prefer to sunflower than potato plant. Therefore, it is needed to consider the species of plant to become refugia in pest control management. Other ways this could become an alternatif host of mite pest rather than as refugia plant.

Keywords: mite pest, potato, refugia plant

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Salah satu komoditas pangan alternatif pengganti beras adalah kentang dalam skala nasional permintaan kentang untuk sayur dan bahan dasar olahan pangan semakin tinggi tingkat permintaanya. Berdasarkan data yang dikumpulkan oleh Respati, *et al.,* (2015) melaporkan bahwa pada tahun 2011-2015 konsumsi kentang per kapita per tahun memiliki rata-rata pertumbuhan sebesar 12,57%. Berbading terbalik dengan produksi kentang nasional memiliki rerata pertumbuhan sebesar 9,54%. Fakta tersebut menunjukkan bahwa nilai konsumsi lebih tinggi dibandingkan produksi sehingga perlu adanya upaya di dalam negeri berupa peningkatan intensifikasi pada proses budidaya di sentra penanaman kentang serta perluasan lahan untuk mengurangi ketergantungan impor. Ekstensifikasi lahan penanaman kentang diuji cobakan di luar tempat tumbuh asli tanaman kentang yakni di dataran medium ataupun dataran rendah (Hamdani, 2009).

Berdasarkan Data Pusat Statistik (BPS, 2016) produksi kentang nasional dua tahun terakhir 2015-2016 mengalami penurunan yaitu dari 1.219.270 ton menurun menjadi 1.213.038 ton. Namun berda halnya dengan produksi kentang di Nusa Tenggara Barat (NTB) pada dua tahun terakhir 2015-2016 mengalami peningkatan yaitu 3.412 ton meningkat menjadi 7.734 ton. Peningkatan produksi kentang pada dua tahun terakhir di NTB disebabkan karna intensifikasi pada sentra budidaya terutama dikawasan dataran tinggi serta perluasan lahan penanaman kentang termasuk pada sentral dataran medium dan rendah.

Berawal dari informasi dan fakta awal tahun 2017 terjadi serangan berat pada tanaman cabe di Sembalun. Gejala serangan daun kering mengeriting hampir 70% seperti terserang virus. Petani mengira serangan tersebut disebabkan oleh hama pengisap daun sehingga dilakukan pengendalian menggunakan insektisida. Usaha tersebut tidak berhasil, sehingga banyak petani

mencabut tanaman cabenya. Setelah itu, dilakaukan identifikasi oleh pihak Karatina Tumbuhan wilayah NTB yang mengkonfirmasi bahwa organisme pengganggu tanaman (OPT) tersebut dari golongan tungau *(mite)* dan ditemukan sekitar 4 pesies tungau yang menyerang beberapa tanaman di kawasan Sembalum. Karena peristiwa tersebut, maka dapat dipastikan bahwa tungau sudah mulai menyerang beberapa tanaman hortikultura seperti kentang, cabe, strowberi, pepaya dan melon yang dibudidayakan dalam *green house* (Wawancara dengan petani, karantina, 2017 dan Handri, 2018).

Terdapat 9 jenis spesies tungau ditemukan di dataran medium pulau Lombok pada tanaman papaya diantaranya *Brevipalpus californicus, Brevipalpus phoenicis, Calacarus carinatus, Eutetranychus africanus, Tenuipalpus pasificus, Panonychus citri, Tetranychus fijiensis, Tetranychus kanzawai,* dan *Tetranychus piercei* dengan total keseluruhan 8970 ekor (Dina, 2017). Enam jenis spesies tungau ditemukan di Kacamatan wanasaba (Desa Kembang Kerang dan Suela) diantaranya *Tetranychus fijiensis, Panonychus citri, Brevipalpus phoenicis, Brevipalpus californicus, Tenuipalpus pasificus* dan *Calacarus carinatus* dengan total populasi 716 ekor (Dina, 2017). Keberadaan tungau dihawatirkan dapat menjadi pemicu pembawa penyakit pada tanaman kentang seperti laporan dari (Rodrigues & Childers, 2013) yang menyatakan bahwa *Brevipalpus phoenicis* dapat berperan sebagai vektor penular penyakit *Citrus leprosis virus* (CiLV) seperti kasus tanaman jeruk terutama di Meksiko dan Belize.

Eksistensi Musuh alami seperti tungau predator yang berasosiasi pada tanaman yang sama diketahui efektif menekan populasi tungau hama di lapangan (Dina, 2017). Kelompok tungau predator sebagai kontrol biologis tungau berasal dari famili Phytoseiidae dan famili Coccinellidae (McMurtry, 1992) *Phytoseiulus persimili, Neoseiulus* sp, *Typhlodromus occidentalis, Stethorus puncitillum, Coccinella repanda,* dan *Harmonia conformi.* Predator tersebut sebagai agen pengendali tungau hama pada tanaman respberi (Patterson & Ramirez, 2012. Handri (2018) melaporkan bahwa di kawasan dataran tinggi Sembalun telah ditemukan dua jenis tungau predator yang berasosiasi pada ekosistem tanaman stroberi, yaitu *Neoseiulus* sp dan *Anystis* sp.

Agar pengendalian tungau dapat dilakukan secara efektif dan efisien, maka perlu dilakukan monitoring secara intensif pada beberapa tanaman hortikultura utama di berbagai wilayah di NTB, terutama di dataran tinggi Sembalun yang merupakan sentra produksi sayuran termasuk kentang. Termasuk teknologi Perlindungan tanaman secara Terpadu dengan manipulasi ekosistem, misalnya memanfaatkan tanaman refugia sebagai alternatif.

Pada tahun 2015, di Banyumas petani menanam bunga di sekeliling sawah sebagai rekayasa ekosistem yang disebut refugia. Refugia adalah intervensi ekosistem dengan menyediakan rumah untuk pemangsa hama. Tanaman yang berfungsi sebagai refugia bermacam-macam, antara lain bunga pukul empat, bunga kenikir, dan bunga matahari. Dengan cara tersebut diharapkan peranan musuh alami menekan hama akan meningkat, sehingga penggunakaan pestisida kimia dapat dikurangi. Dengan demikian hasil yang diperoleh akan meningkat secara kuantitatif dan kualitatif dan akhirnya efisiensi dalam proses produksi akan tercapai dan keuntungan petani akan meningkat. Intervensi rekayasi ekosistem ini perlu

disebarluaskan kepada petani sebagai salah satu alternatif dalam Pengelolaan Hama pada budidaya kentang.

Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui keberdaan spesies tungau hama dan tungau predator pada tanaman kentang yang berasosiasi dengan Tanaman Refugia. Diharapkan hasil penelitian ini akan bermanfaat sebagai *database* untuk menentukan strategi pengendalian tungau pada tanaman kentang, selanjutnya akan bermanfaat dalam upaya pengelolaan tungau secara khusus memanfaatkan tanaman refugia.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sembalun, Kecamatan Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat (NTB).

Bahan Penelitian

Benih kentang varietas *Granola* L yang diperoleh dari Penangkar benih lokal ditanam pada lahan di Sembalun. Memasuki fase vegetatif awal dilakukan monitoring tungau dan predator dengan interval satu kali dalam satu minggu. Monitoring dilakukan sampai masa generatif akhir. Alkohol digunakan sebagai bahan untuk mengawetkan koleksi tungau ataupun predator yang ditemukan di lapangan. Alkohol diisikan pada vials kecil (effendof) ukuran 2 ml. Vials berisi alkohol akan digunakan sebagai wadah penyimpanan tungau dan predator. Spesiemen Tungau hama maupun tungau predator yang digunakan adalah hasil tangkapan yang diperoleh selama kegiatan monitoring tungau. Setiap tungau yang ditemukan pada tanaman sampel akan dikoleksi ke dalam vials kecil (effendof) yang berisi alkohol 70%. Koleksi tersebut berguna sebagai acuan data populasi tungau dan bahan untuk pembuatan preparat untuk identifikasi morfologi tungau di Laboratorium Karantina Tumbuhan Kelas 1 Mataram. Media hoyer's (Aquadest 25 mL, Kristal Gum arab 15 g, *Chloral hydrate* 100 g, *Glycerin* 10 mL) (Dina, 2017) digunakan untuk menetesi spesimen pada saat membuat preparat untuk identifikasi morfologi tungau maupun predator. Penggunaan hoyer's sangat membantu dalam pemurnian spesimen sehingga kenampakan morfologi pada saat identifikasi terlihat jelas. Plastik *zip lock* digunakan untuk membungkus sampel daun kentang yang memiliki gejala serangan tungau. Sampel daun yang bergejala dibungkus plastik dengan kondisi mengembung agar tidak merusak tungkai dari tungau dan predator. Pada plastik diberikan label nomer sampel dan lokasi pengambilan sampel. Tanaman Bunga Matahari, bunga marigold **s**ebagai tanaman refugia ditanam sebagai tanaman pinggir sepanjang pematang di sekitar tnaman kentang, ditanam 2 minggu setelah penanaman kentang.

Metode

Kriteria petak contoh yang digunakan adalah lahan pertanaman kentang dengan luasan 2 are dengan kondisi 80% ditanami kentang; dipilih 5 petak contoh untuk tempat monitoring dan

pengambilan sampel tungau hama dan tungau predator. Pada areal petak contoh yang telah terpilih kemudian dibuat plot atau areal pengamatan. Pada setiap petak contoh dibuat 5 plot pengamatan yang disusun secara diagonal. Masing-masing plot pengamatan memiliki luasan 4 meter persegi.

Penentuan Tanaman Sampel

Penentuan tanaman sampel dilakukan dengan teknik *sistematik random sampling* yaitu dengan memilih tanaman sempel secara acak sistematis pada setiap lokasi atau titik pengamatan. Setiap petak contoh diambil 10% tanaman sampel dari keseluruhan populasi tanaman kentang.

Pengukuran Temperatur dan Kelembaban

Pengukuran temperatur dan kelembaban dilakukan pada setiap kali pengamatan, yaitu pada pagi, siang dan sore hari. Data temperatur beserta kelembaban diperlukan untuk mengetahui hubungan antara temperatur dan kelembaban terhadap populasi maupun intensitas serangan tungau hama yang ada di dataran medium Beriri Jarak.

Pengambilan Sampel Tungau

Sampel tungau diambil dari daun tanaman kentang yang menunjukkan gejala serangan. Dari keseluruhan lokasi pengambilan sampel diambil seluruh individu tungau hama yang diperoleh selama proses pengambilan sampel. Sampel tungau hama akan dikoleksi dalam tabung effendof yang diberikan alkohol dan diidentifikasi di Laboratorium Karantina Kelas 1 Mataram.

Identifikasi Tungau

Sampel tungau dari lapangan diidentifikasi di Laboratorium. Pengamatan karakter morfologi tungau hama dilakukan menggunakan mikroskop *compound* (Nikon *eclipse* E400). Hasil pengamatan karakter morfologi tersebut dibandingkan dengan karakteristik morfologi tungau yang ada pada kunci determinasi tungau hama (Keifer, *et al*., 1982; Welbourne, *et al.* 2003; Zhang, 2003; Vacante, 2010; Seeman & Beard 2011; Lee, *et al*., 2013; Futch, 2001; Naing, *et al.*, 2014).

Parameter Pengamtan

Morfologi Hama Tungau

Hasil koleksi tungau dan predator yang diperoleh akan dibuat preparat spesimen tungau dan predator. Preparat tersebut akan diamati di bawah mikroskop *compound* (Nikon *eclipse* E400). Kenampakan morfologi ini akan digunakan untuk mengkonfirmasi jenis spesies tungau dan predator yang berasosiasi pada tanaman kentang di dataran medium.

Populasi Tungau Hama

Pengamatan populasi hama dilakukan dengan teknik sampling dengan sistem perhitungan jumlah tungau pada tiap tanaman sampel secara langsung di lapangan. Perhitungan populasi

hama dilakukan dengan menghitung jumlah individu dari tungau pada tanaman kentang dan tanaman refugia.

Intensitas Serangan Tungau Hama

Pengamatan terhadap intensitas serangan (tingkat kerusakan) hama dilakukan dengan mengamati intensitas serangan umum dari hama pada tiap-tiap tanaman sampel. Pengamatan dilakukan dengan interval waktu pengamatan 5 hari sekali. Untuk menghitung besarnya intensitas serangan relatif (tingkat kerusakan) adalah dengan menggunakan persamaan 1.

$$P = \frac{\sum(n_i \times v_i)}{Z \times N} \times 100\% \quad \text{.....(1)}$$

Keterangan:
P = tingkat kerusakan (%)
n_i = jumlah tanaman atau bagian tanaman yang diamati dari tiap kategori serangan
v_i = nilai skala tiap kategori serangan
Z = skala kategori serangan tertinggi
N = jumlah tanaman atau bagian yang diamati

Tabel 1. Skala Kategori Serangan

Nilai Kategori serangan (v)	Intensitas serangan (%)	Kriteria
0	0	Tidak ada kerusakan
1	>0-25	Ringan
2	>25-50	Sedang
3	>50-75	Berat
4	>75	Sangat berat

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan tungau hama (*Tetranychus sp.*) pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) dan salah satu tanaman refugia bunga matahari (*Helianthus annuus*) di dataran tinggi kawasan sembalun. Sedangkan Tungau Predator tidak ditemukan baik pada tanaman kentang maupun pada tanaman refugia. Oleh karena itu akan di bahas hanya keberadaan hama tungau yang dijumpai selama pengamatan.

Karakter Morfologi Tungau Hama *Tetranychus sp.*

Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa *Tetranychus* Sp masuk dalam filum Artrhopoda, kelas Arachnida, ordo acari yang dikategorikan dari subordo prostigmata dari family Tetranychidae oleh Zhang (Sarjan, 2019[a]). Tungau terdiri dari telur, larva, nimfa (protonimfa dan deutonifa) dan dewasa dengan metamorphosis tidak sempurna, tungau jantan dan betina *Tetranychus sp*. masing-masing memiliki ciri-ciri bagian yang berbeda-beda, pada tungau betina bagian dorsalnya tampak abdomen cenderung lebih besar atau membulat sedangkan pada tungau jantan bagian abdomennya memanjang agak meruncing yang ditemukan pada bagian ganthsoma

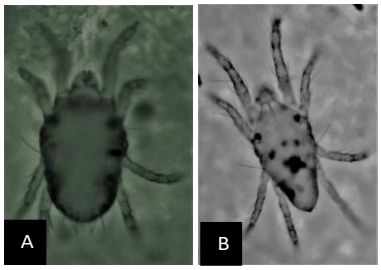
terdiri dari palp dan chlicera yang dilengkapi dengan stilet sebagai alat mulut untuk menusuk dan menghisap dari tungau tungkai yang dilengkapi dengan tarsus, tibia, dan seta oleh Seeman dan Beard; Dina (Indra, 2018).



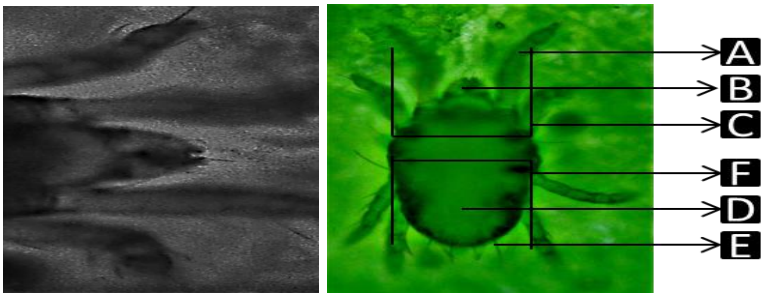
Gambar 1. Stadia *Tetranychus* sp; A. telur, ptotonimfa dan deutonimfa; B. Larva; dan C. imago atau dewasa.

Imago betina berukuran 400-500 µm dan jantan berukuran lebih keci (Zhang, 2003). Tungau betina memiliki bercak warna hitam pada dorsal idiosoma (Gambar 2). Telur berbentuk bulat dan transparan, setelah berkembang telur akan berwarna kekuningan dan terdapat spot berwarna merah, larva memiliki tiga pasang tungai berwarna kekuningan atau kuning kehijauan setelah mengkonsumsi cairan dari daun atau makan, nimfa memiliki empat pasang tungkai berwarna kekuningan dengan bercak berwarna hitam. Tungkai berwarna kekuningan dan tungau jantan dibedakan dengan bentuk Ideosoma yang menyerupai segitiga.

Sehingga berdasarkan deskripsi di atas, diduga kuat bahwa tungau dari family Tetranychidae ini merupakan tergolong dari spesies *Tetranychus* sp.



Gambar 2. A. Tungau betina; B. Tungau jantan



Gambar 3. Bagian-bagian *Tetranychus* sp. A. Tungkai depan; B. Palpdipalus; C. Idiosoma; D. Abdomen; E. Setae

Populasi tungau (*Tetranychus sp.*)

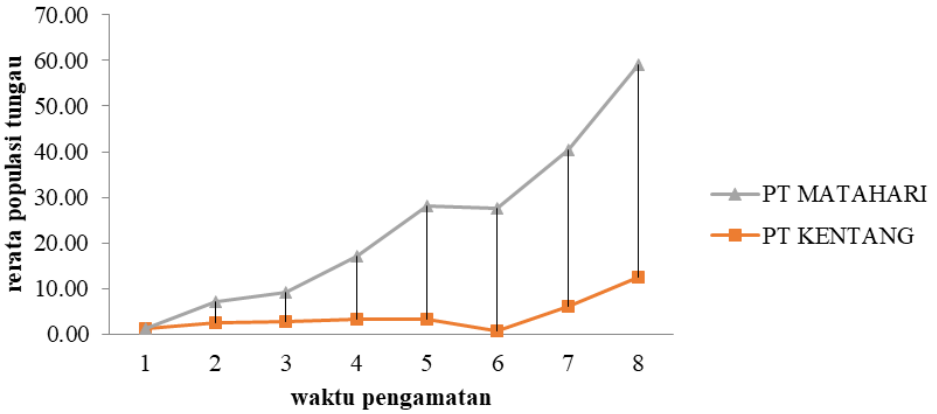
Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa jumlah populasi tungau *Tetranychus* sp. yang terdapat pada tanaman kentang rata-rata 0,43 ekor, pada tanaman bunga matahari dengan rata-rata 19,67 sedangkan pada tanaman merigol tidak terdapat populasi tungau di lokasi penelitian. Pada tanaman bunga matahari lebih banyak dijumpai oleh tungau tersebut karena tingkat kesukaan tungau yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kentang sehingga terdapat populasi yang lebih tinggi dibandingkan tanaman kentang.

Tabel 2. Populasi tungau (*Tetranychus sp.*) pada tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) dan salah satu tanaman refugia tanaman Matahari (*Helianthus annuus*).

Tanaman	Populasi tungau pada pengamatan ke-								Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Tungau TK	1,33	2,47	2,84	3,33	3,33	0,67	6,00	12,40	32,40	0,43
Tungau BMa	0,00	4,63	6,25	13,88	24,75	26,88	34,38	46,63	157,38	19,67

Keterangan: TK = Tanaman Kentang, BMa = Bunga Matahari.

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada tanaman kentang dan tanaman bunga matahari terdapat populasi tungau yang berbeda-beda. Populasi tertinggi terdapat pada tanaman bunga matahari dimana populasi tungau yang terus meningkat mulai dari pengamatan ke-2 pada umur 35 Hari Setelah Tanam (HST) sampai pengamatan ke-8 pada umur 77 HST, sedangkan pada pengamatan pertama di tanaman bunga matahari tidak ada satupun yang terdapat populasi tungau dengan umur tanaman 28 HST. Pada tanaman kentang terdapat meningkatnya dan menurunnya populasi tungau dimana pada pengamatan pertama pada umur 21 HST sampai pengamatan ke-5 pada umur 49 HST populasi tungau terus meningkat, akan tetapi dari pengamatan ke-5 sampai pengamatan ke-6 pada umur 56 populasi tungau menurun dan dari pengamatan ke-6 sampai pengamatan ke-8 pada umur 70 HST populasi tungau meningkat. Hal yang menyebabkan meningkatnya populasi tungau antara tiga tanaman tersebut dikarekan faktor lingkungan baik biotik atau abiotik. Faktor biotik seperti semua organisme yang hidup dalam suatu ekosistem (tumbuhan, hewan, jamur, dan makhluk hidup lainnya, sedangkan pada faktor abiotik adalah semua hal yang tidak hidup dalam ekosistem seperti hujan, air, angin, temperature, cahaya dan lain-lain. Semua hal yang tidak hidup dalam ekosistem seperti hujan, air, angin, temperatur, cahaya dan lain-lain.



Gambar 4. Populasi Tungau *Tetranychus sp.* pada tanaman kentang *Solanum tuberosum* dan tanaman bunga matahari *Helianthus annuus*

Intensitas Serangan Tungau (*Tetranychus sp.*)

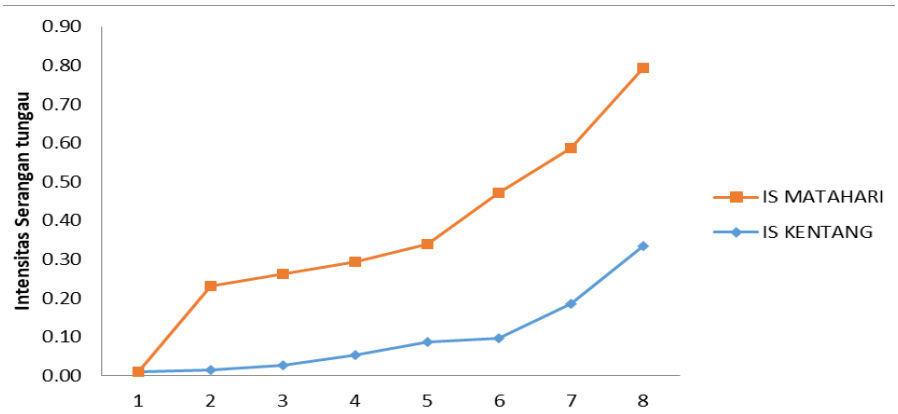
Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa intensitas serangan tungau *Tetranychus sp.* rata-rata pada tanaman kentang meningkat mulai dari awal pengamatan 21 HST sampai akhir pengamatan 70 HST. Sedangkan pada tanaman bunga matahari intensitas serangan tungau mulai dari pengamatan ke dua 35 HST sampai akhir pengamatan 77 HST.

Tabel 3. Intensitas serangan tungau (*Tetranychus sp.*) pada tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*) dan salah satu tanaman refugia tanaman Matahari (*Helianthus annuus*).

Tanaman	Intensitas serangan tungau (%) pada pengamatan ke-								Total	Rerata
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Tungau TK	0.83	1.15	2.06	4.09	6.57	7.25	14.02	25.02	60.99	0.81
Tungau BMa	0.00	1.72	1.89	1.91	2.02	2.99	3,19	3,68	17,40	2,20

Keterangan: TK= Tanaman Kentang, BMa; Bunga Matahari.

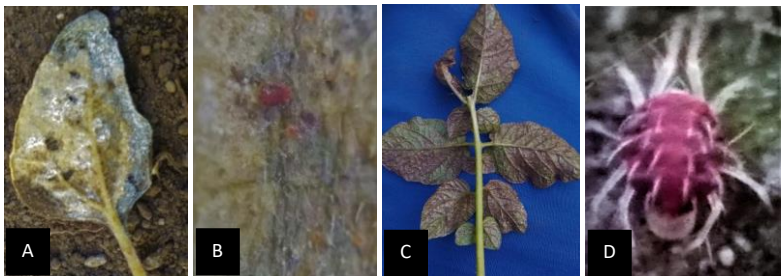
Gambar 5 menunjukan bahwa rata-rata intensitas serangan tungau pada tanaman Gejala awal dari serangan tungau adalah adanya bintik-bintik berwarna kuning pada bagian dasar daun, selanjutnya ke tulang daun utama. Pada saat populasi berkembang, tungau menyebar ke seluruh daun, termasuk permukaan atas daun, dan bintik-bintik kuning menyebar ke seluruh daun, yang menyebabkan daun berwarna kemerahan seperti karat. Pada serangan parah, daun bagian tengah dan bawah akan rontok, selanjutkan serangan akan mengarah ke bagian pucuk dimana tunas mengalami penyusutan ukuran dan banyak dijumpai adanya jaring warna putih menyelimuti daun pada sepertiga bagian atas tanaman, dan pada tahap ini dapat menyebabkan tanaman menjadi mati (Fasulo & Denmmark, 2010).



Gambar 5. Intensitas serangan Tungau Tetranychus sp. pada tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) dan tanaman matahari (*Helianthus annuus)*

Gejala serangan tungau pada daun tanaman kentang pada umumnya ditunjukkan dengan terjadinya kerusakan jaringan sel pada daun dan hilangnya kloroplas. Tungau menyerang daun-daun muda maupun yang tua (relatif tua) dengan cara menghisap cairan pada jaringan epidermis daun sehingga timbul bercak bercak putih keperakan, semakin banyak dan daun menjadi kuning selain itu mengakibatkan daun berlekuk tidak teratur, pada serangan berat daun menjadi rontok. Pada bagian bawah daun tempat kolonisasi tungau akan terdapat jaringjaring halus. Telur-telur diletakkan pada bagian bawah jaring tepatnya pada daun yang berlekuk, sehingga akan terhindar dari gangguan hama lainnya (Handri, 2018).

Tungau membuat sarang berupa jaring yang halus (*webbing*) di sekeliling daun sebagai tempat untuk menambatkan telur dan juga sebagai pelindung agar kelompok tungau ini dapat makan tanpa gangguan. Tungau sering kali tidak dikenali karena ukuran tubuhnya yang sangat kecil dan hidup tersembunyi pada bakal buah, bawah daun, kulit inangnya (inang pohon) dan pada permukaan tanah. Gejala serangan dapat diketahui setelah daun berubah warna menjadi putih kecoklat-coklatan (Gambar 6).



Gambar 6. Gejala kerusakan A. daun tanaman bunga matahari; B. tungau hama dan telur pada tanaman bunga matahari; C. daun tanaman kentang; D. tungau hama dan telur pada tanaman kentang

Tungau meraut bagian bawah daun dengan cakarnya (pada bagian empodium) sehingga memberikan ruang masuk bagi *stylet* untuk menghisap jaringan sel daun dan menimbulkan

bercak-bercak halus berwarna lebih terang di bandingkan warna daun yang tidak terserang terutama didekat tulang daun di permukaan daun bagian bawah. Tungau menyukai permukaan daun bagian bawah dan terlindung didekat tulang daun utama oleh Zhang (Sarjan, 2019[a]).

Preferensi Tungau

Berdasarkan hasil uji Preferensi (Tabel 4) untuk melihat tingkat kesukaan tungau *Tetranychus* sp hama pada tiga jenis tanaman seperti tanaman Kentang dan tanaman Refugia (tanaman bunga matahari dan tanaman bunga marigold), bahwa masing-masing jenis tanaman tersebut disukai oleh tungau hama dengan populasi yang berbeda-beda. Pada ulangan pertama terdapat populasi tungau di tanaman kentang 7 ekor, pada tanaman bunga matahari 18 ekor, dan pada tanaman bunga marigold 6 ekor. Pada ulangan ke dua terdapat populasi tungau pada tanaman kentang 8 ekor, pada tanaman bunga matahari 22 ekor, dan pada tanaman bunga merigol 4 ekor. Dan pada Ulangan ketiga terdapat populasi tungau pada tanaman kentang 11 ekor, pada tanaman bunga matahari 16, dan pada tanaman bunga marigold 4 ekor. Total populasi tungau dari tiga jenis tanaman, tanaman kentang 26 ekor, tanaman bunga matahari 56 ekor, dan tanaman bunga marigold 14 ekor. Sehingga tungau hama tingkat Preferensinya atau kesukaan lebih tinggi di tanaman bunga matahari dengan populasi 56 ekor dari pada tanaman kentang dan tanaman bunga marigold.

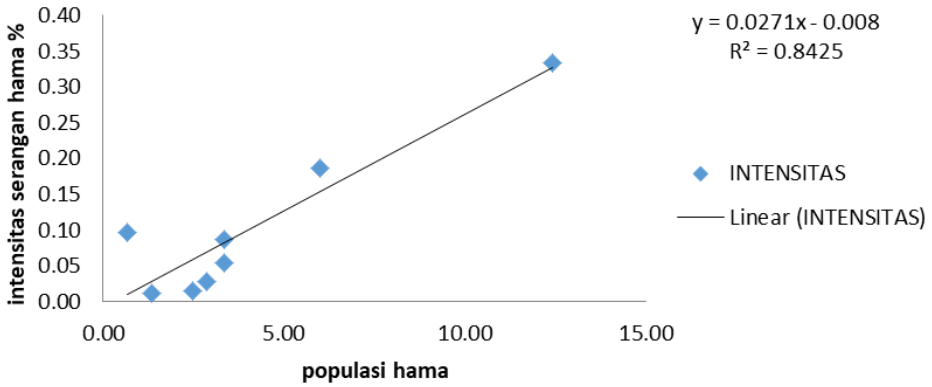
Tabel 4. Tingkat kesukaan tungau *Tetranychus sp.* terhadap tanaman kentang (*Solanum tuberosum*) dan tanaman refugia (bunga matahari dan marigold).

Ulangan	Jumlah Tungau			Jumlah	Rerata
	Daun TK	Daun BMa	Daun Me		
U1	7	18	6	31	10,3
U2	8	22	4	34	11,3
U3	11	16	4	31	10,3
Total	26	56	14	96	32,0

Keterangan: TK = Tanaman Kentang; BMa = Bunga Matahari; Me = Marigold

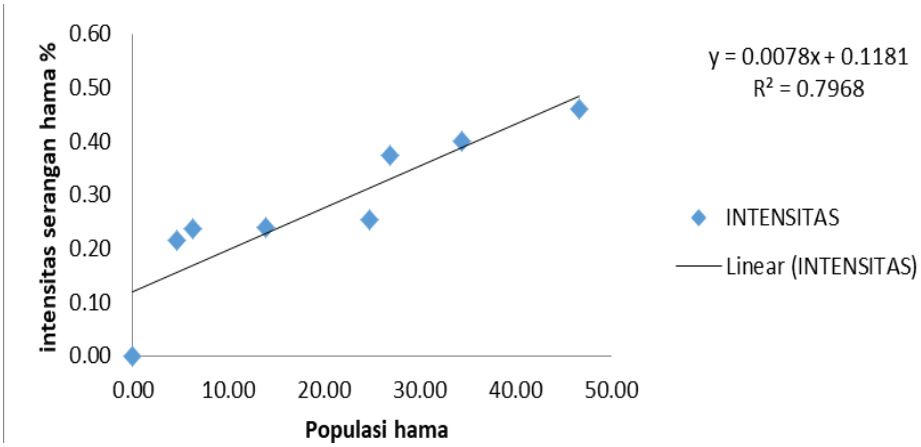
Hubungan antara populasi dan intensitas serangan tungau *Tetranychus* sp. pada tanaman kentang *Solanum tuberosum* dan tanaman bunga matahari *Helianthus annuus*

Untuk menguji hubungan antara populasi tungau hama dengan intensitas serangan (Y) pada tanaman kentang dan tanaman bunga matahari, maka dilakukan analisis regresi korelasi. Pada tanaman kentang dari hasil analisis menunjukkan persamaan garis $Y = 2.0309_x + 0.008$ berdasarkan nilai koefisien korelasi $R^2 = 0.8425$ sehingga dapat dilihat pada Gambar 4.3. Sedangkan Pada tanaman bunga matahari dari hasil analisis menunjukkan persamaan garis $Y = 0.125_x$ berdasarkan nilai koefisien korelasi $R^2 = 1$ sehingga dapat dilihat pada Gambar 7 dan 8. Menurut (Sitepu, *et al*., 2004) kepadatan populasi hama berhubungan erat dengan besarnya kerusakan yang ditimbulkan.



Gambar 7. Hubungan populasi dengan intensitas hama pada tanaman kentang

Dari Gambar 7 dapat terlihat bahwa koefisien korelasinya (R^2 = 0.8425), menunjukkan intensitas serangan yang disebebkan oleh tungau (*Tetranychus* sp.) hama yaitu 84.25% dan sisanya 15.75% yang di sebabkan oleh faktor lingkungan baik biotik maupun abiotik seperti suhu, curah hujan, angin, air, kelembaban dan hama lain seperti Trips, Apids, Liryomiza, Bimisia tabaci. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara populasi tungau hama (Variabel X) dan intensitas kerusakan pada tanaman kentang (Variabel Y) berkorelasi positif, artinya setiap kali populasi tungau mengalami kenaikan, intensitas kerusakan pada tanaman kentang akan mengalami kenikan juga.



Gambar 8. Hubungan populasi dengan intensitas hama pada tanaman bunga matahari

Pada tanaman bunga matahari (Gambar 8) dapat dillihat koefisien korelasinya (R^2=1), menunjukkan intensitas serangan yang disebabkan oleh tungau (*Tetranychus* sp.) hama yaitu 100% dan tidak ada yang menyebabkan kerusakan selain tungau pada tanaman bunga matahari, karena dapat diketahui bahwa tanaman matahari selain sebagai tanaman refugia dapat sebagai tanaman perangkap bagi tungau tersebut karena tingkat kesukaan yang tinggi selain pada tanaman inangnya. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara populasi tungau hama (Variabel X) dan intensitas kerusakan pada tanaman kentang (Variabel Y) berkorelasi positif,

artinya setiap kali populasi tungau mengalami kenaikan maka intensitas kerusakan pada tanaman kentang akan mengalami kenaikan juga.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bedasarkan hasil pengamatan dan anlisis data pada penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tungau hama *Tetranychus* sp hanya ditemukan pada tanaman kentang dan tanaman refugia bunga matahari, tetapi tidak ditemukan pada tanaman marigold.
2. Tungau predatornya tidak ditemukan pada tanaman kentang maupun pada kedua tanaman refugia
3. Populasi dan Intesitas tungau hama pada tanaman refugia bunga matahari lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman kentang
4. Semakin tinggi populasi tungau hama pada tanaman kentang dan bunga matahari, semakin tinggi pula Intensitas serangannya.

Saran

1. Perlu mempetimbangkan jenis tanaman yang berpotensi sebagai tanaman inang alternatif hama agar tidak digunakan sebagai tanaman refugia.
2. Perlu melakukan penelitian lanjutan menggunakan tanaman lokal sebagai tanaman refugia dalam prngelolaan hama tungau pada tanaman kentang

Ucapan Terimakasih

Terima kasih diucapkan kepada Rektor Universitas Mataram yang telah mendukung secara financial melalui pendanaan PNBP tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat. 2016. Nusa Tenggara Barat dalam Angka 2016. BPS NTB. Mataram.

Dina, W.M. 2017. *Persebaran dan Keanekaragaman Spesies Tungau Hama Pada Tanaman Pepaya di Pulau Lombok.* Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor Bogor.

Futch, SH. 2001. *A Guide to Citrus Mite Identification* [Internet]. [diunduh 29 Juni 2019]. Tersedia pada: http://edis.ifas.ufl.edu.

Fasulo,T.R., & Denmark, A.H. 2010. *Twospotted Spider Mite, Tetranychus urticae Koch (Arachnida: Acari: Tetranychidae).* https://edis.ifas.ufl.edu/pdffIes/I N/IN30700.pdf. [01 Juni 2019]

Hamdani, J.S. 2009. Pengaruh Jenis Mulsa terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Kultivar Kentang (*Solanum tuberosum* L.) yang Ditanam di Dataran Medium. *Agronomi Indonesia,* 37(1). pp.14–20.

Handri. 2018. *Keberadaan Tungau Hama dan Predatornya pada Tanaman Stroberi (Fragaria vesca L.) di Kawasan Dataran Tinggi Sembalun*. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Mataram.

Indra. A. 2018. *Keberadaan Jenis Tungau Hama pada Tanaman Ubi Kayu (Manihot Esculenta) Di Dataran Medium Beririjarak Lombok Timur*. Skripsi. Fakultas Pertaninan. Universitas Mataram.

Keifer, H.H., Baker, E.W., Kono, T., Delfinado, M., Styer, W.E. 1982. *An Illustrated Guide to Plant Abnormalities Caused by Eriophyid Mites in North America United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service and Callina* (US): Government Printing Office. hlm 130-133.

Lee, J.H., Jung, S., & Seunghwan, L. 2013. *Taxonomic Review of the Tribe Anthocoptini (Acari: Eriophyidae) from Korea*. Journal of Asia-Pacific Entomology 17 (3): 383-394. doi: 10.1016/j.aspen.2013.10.008.

McMurtry, J.A., 1992. *Dynamics and Potential Impact of "generalist" Phytoseiids in Agroecosystems and Possibilities for Establishment of Exotic Species, Experimental and Applied Acarology*, 14,371-382.

Naing, H.H., Chandrapatya, A., Navajas, M., & Auger, P. 2014. *Know more about spider mites (Acari: Tetranychidae) in Myanmar*. Zootaxa 3802 (2): 257-275. doi: 10.11646/zootaxa.3802.2.

Patterson, R., & Ramirez, R. 2012. *Beneicials Predatory Mites*. Published by Utah University Extension and Utah Plant Pest Diagonistic Laboratory. Ent-164 12 PR.

Respati, E., Komalasari, W.B., Wahyuningsih, S., & Manurung, M. 2015. *Buletin Triwulanan Ekspor Impor Komoditas Pertanian Volume VII No.1 Tahun 2015.* Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.

Rodrigues, J.C.V., & Childers, C.C. 2013. *Brevipalpus mites (Acari: Tenuipalpidae): vectors of invasive, non-systemic cytoplasmic and nuclear viruses in plants*. Experimental and Applied Acarology 59:165–175. doi: 10.1007/s10493012-9632-z.

Sarjan, M. 2019[a]. *Keberadaan Tungau Hama pada Agroekosistem Tanaman Hortikultura di Pulau Lombok.* Mataram: Duta Pustaka Ilmu.

Sarjan, M. 2019[b]. *Potensi Hama Penghisap Daun sebagai Vektor Penular Penyakit Virus pada Tanaman Kentang*. Mataram: Duta Pustaka Ilmu.

Seeman, O.D., & Beard, J.J. 2011. *Identification of exotic pest and Australian native and naturalised species of Tetranychus (Acari: Tetranychidae)*. Zootaxa 2961: 1 - 72.

Sitepu, S. F., Zulnayati, & Yuswani, P. 2004. *Patologi Benih dan Hama Pasca Panen.* Fakultas Pertanian USU. Medan.

Vacante, V. 2010. *Citrus Mite: Identification, Bionomy and Control. Walingford* (GB): CABI Publishing Division of CABI International. Hlm 11-297.

Welbourne, W.C, Ochoa, R., Kane, E.C., & Erbe, E.F. 2003. *Morphological observations on Brevipalpus phoenicis (Acari: Tenuipalpidae)* including comparisons with B. californicus

and B. obovatus. Experimental and Applied Acarology 30: 107 - 133. doi: 10. 1023/B: APPA. 0000006545. 40017.

Zhang, Z.Q. 2003. *Mites of Greenhouse, Identification, Biology and Control.* (GB): CABI of CABI International. Hlm 12110

DISAIN SISTEM PLTS 12 VDC UNTUK RUMAH DENGAN KONSUMSI DAYA RENDAH

Design a 12 Vdc of Solar Power Plant for Low Power Consumption Home

I B F Citarsa[1], I N W Satiawan[1] , I M B Suksmada, Supriono [1, *)]

Program Study Teknik Elektro Fakultas Teknik – Universitas Martaram

**email: supriono@unram.ac.id*

ABSTRAK

Salah satu permasalahan pada sistem PLTS adalah efisiensi daya yang rendah. Efisiensi rendah disebabkan oleh proses konversi daya yang banyak dan berulang. Tegangan DC yang dihasilkan oleh Panel Surya (Solar Cell) biasanya dirubah menjadi tegangan AC 220 V menggunakan Inverter. Sementara peralatan elektronik, pada dasarnya semua membutuhkan tegangan DC misalnya: TV, Komputer, Hand Phone, sound sistem dll. Bahkan saat ini, sudah banyak lampu penerangan mempergunakan tegangan DC untuk menyalakannya. Hal ini berarti, tegangan AC yang dihasilkan oleh inverter harus dirubah lagi menjadi tegangan DC. Proses konversi tegangan dari DC menjadi AC kemudian diubah lagi menjadi DC mengakibatkan banyak terjadi losses. Paper ini merancang system kelistrikan DC untuk rumah dengan konsumsi daya rendah yang bertujuan untuk mendapatkan efisiensi yang lebih tinggi dari system panel surya. Tegangan DC yang dipergunakan untuk sistem instalasi rumah adalah tegangan DC 12V dan DC 5V. Alasan mempergunakan tegangan rendah adalah untuk meningkatkan keamanan pengguna dan proteksi dari bahaya kebakaran. Dengan menggunakan system kelistrikan DC, efisiensi system meningkat sampai lebih dari 90% dibandingkan dengan PLTS menggunakan system kelistrikan AC. Pada system kelistrikan DC diharapkan peralatan rumah tangga menggunakan tegangan rendah, misalnya untuk penerangan mempergunakan lampu LED 12V. Komputer mempergunakan Raspberry atau sejenisnya dengan monitor mempergunakan jenis LCD. Sementara untuk TV mempergunakan TV Tuner dengan monitor LCD. Sedangkan untuk Hand Phone dapat langsung mempergunakan tegangan DC 5V. Untuk peralatan elektronik lainnya misalnya sound sistem maka perlu direkayasa sistem catu dayanya agar dapat bekerja dengan tegangan 12Vdc. Disamping rekomendasi tegagan pada beban, desain PLTS juga menyangkut hal-hal yang berkaitan dengan instalasi lainnya seperti, ukuran kabel, sistem instalasi agar drop tegangan rendah, ukuran aki yang ideal dengan memperhatikan daya solar cell yang dipergunakan.

Kata kunci: Sistem Kelistrikan DC, Lampu LED, PLTS

ABSTRACT

The main problem of Solar Power Plant systems is low power efficiency. Low efficiency is caused by repetitive power conversion processes. The DC voltage produced by Solar Cells is usually converted to 220 Vac using an inverter. While electronic equipments for examples: TV, Computer, Cell Phone, sound system etc, they require DC voltage. Nowadays, many lighting lamps use DC voltage as its

voltage source. It means, the AC voltage generated by the inverter must be changed again to DC voltage. The process for converting the voltage from DC to AC then converted again to DC results many losses. This paper suggests a DC electrical system for a home with low power consumption. The aim is to get higher efficiency from solar power plant system. The proposed DC voltage which is used for home installation systems is DC 12V and DC 5V. The main reason for using low voltage is to increase user safety and protection from fire hazards. Using a DC electrical system, the efficiency increases by more than 90% compared to Solar Power Plant systems that use AC voltage. In DC electrical systems, it is suggested that household appliances use low voltage. For examples, the lamps uses 12V LED lamps. Computers use Raspberry or the like with and its monitors use LCD types. Meanwhile, A television use a TV Tuner and a LCD monitor is used as its monitor. As for mobile phones, it can directly use 5V dc voltage. For other electronic equipment such as sound systems, it is necessary to modify the power supply system so that it can work with a 12 volt DC voltage source. In addition, the Solar Power Plant systems which is proposed involves matters relating to other installations such as cable sizes, the ideal battery size with regard to the solar cell power used.

Key words: DC electrical system, LED Lamp, Solar Power Plant

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi surya untuk pembangkit listrik masih sangat sedikit karena biaya pembangkitan energiper-kwh saat ini masih mahal. Peralatan utama yang digunakan seperti panel surya, alat penyimpan energy *(accu*), dan peraatan konversi daya masih mahal sehingga biaya total sebuah PLTS menjadi sangat tinggi dibandingkan dengan pembangkitan listrik konvensional. Persoalan lain adalah, PLTS mempunyai efisiensi yang rendah akibat penggunaan dari banyak peralatan konversi daya sehingga energi keluaran menjadi relatif kecil dibandingkan dengan energi masukannya. Perubahan bentuk energy yang berulang dari DC menjadi AC dan kembali menjadi DC, dan pengunaan transformator pada PLTS mengakibatkan distorsi energi (*losses*) yang tinggi (Sujendro, 2014).

Salah satu cara untuk mengatasi persoalan rendahnya efisiensi pada sistem PLTS adalah dengan menggunakan sistem kelistrikan DC untuk mengurangi proses konversi daya dan meniadakan pemakaian transformator. Beberapa penelitian yang berkaitan dengan hal tersebut telah banyak dilakukan yang diantaranya dipublikasikan pada Taufik dan Taufik (2012) dan Taufik (2017). Taufik dan Taufik (2012) melakukan penelitian yang berkaitan dengan system kelistrikan rumah tangga pedesaan untuk membantu peningkatan angka *electrifikasi* pada daerah pedesaan menggunakan sistem kelistrikan DC. Beberapa sumber-sumber energi terbaharukan seperti panel surya, kincir angin, mikro hydro dan bahkan generator yang digerakkan oleh manusia digabungkan dan disalurkan melalui instalasi listrik DC.Sinkronisasi terhadap sumber energi yang beragam tersebut, menggunakan DC-DC converter. Proyek penelitian yang dilakukan pada Taufik dkk (2012) hanya bertujuan untuk menyediakan listrik pedesaan yang melayani beban DC saja. Beban-beban AC tidak menjadi perhatian dalam penelitian tersebut. Sementara itu, Taufik (2017) merangkum proyek-proyek sistem kelistrikan DC yang sedang maupun yang sudah berhasil dilaksanakan melalui kerja sama dari California Poly State University dengan beberapa universitas di Indonesia. Beberapa sumber-sumber energi alternatif diexplorasi seperti mengunakan ayunan atau benda-benda berputar dari berbagai jenis mainan anak. Hasil yang didapat adalah rumah dengan kelistrikan DC hasil kerja sama tiga universitas (Cal. Poly State Uni, TIP dan

UNPAD) serta proyek DC house berhasil dipasang pada salah satu gedung pemerintahan di Jawa Barat.

Salah satu kendala dalam penggunaan sistem kelistrikan DC adalah hampir semua peralatan hanya menyediakan sumber tegangan AC 220V sebagai catu daya. Sementara peralatan elektronik saat ini memerlukan tegangan DC 12V atau 5V. Bahkan saat ini untuk sistem penerangan menggunakan lampu LED 12V. Sangat disayangkan peralatan elektronik dan lampu LED tersebut diberi catu daya 220Vac. Sehingga pada peralatan tersebut diperlukan penyearah dan *DC-DC Converter*. Sehingga beberapa penelitian berusaha untuk memperbaiki efisiensi dari DC-DC Converter.

Beberapa penelitian yang berkaitan dengan perkembangan teknologi *DC-DC Converter* dapat dilihat pada beberapa publikasi diantaranya, Babaei dkk (2016), Ghosh dan Sammeta (2018), Habumungsa dkk (2013) dan Rong dkk (2015). Babaei, dkk (2016) membahas berbagai topologi *DC-DC Converter* secara comprehensive untuk berbagai pembangkit bersumber EBT. Ghosh dan Sammeta (2018) mendesain *DC-DC Converter* dengan gain yang tinggi dengan keluaran variabel. Sedangkan Habumungsa dkk (2013) dan Rong dkk (2015) membahas penggunaan DC-DC Converter pada masing-masing aplikasi *Microgrid* dan *High Voltage DC* (HVDC) pada grid interkoneksi. Selain DC-DC converter beberapa peneliti juga menitik beratkan pada teknologi Inverter yaitu Citarsa dkk (2016), Citarsa dkk (2018) Priyono dkk (2017). Prioyono, dkk (2017). Penelitian penelitian tersebut tetap tidak dapat menghilangkan losses serta membutuhkan komponen tambahan untuk mengurangi losses.

Usaha yang diusulkan untuk menghilangkan losses pada DC-DC Conveter dan inverter serta komponen pengontrolnya adalah dengan menggunakan sistem kelistrikan DC 12V. Pengunaan tegangan rendah DC 12V pada PLTS dapat menghilangkan losses atau meminimalkan jumlah peralatan konversi daya yang digunakan . Sistem kelistrikan yang diusulkan adalah, tegangan DC panel sel surya langsung dikontrol dengan menggunakan *Solar power charger* menjadi 12Vdc. Pemilihan tegangan 12 Vdc didasarkan, hampir semua peralatan elektronik saat ini memerlukan tegangan 12Vdc atau 5Vdc seperti: laptop, komputer, telpon genggan (HP), TV LCD, Speaker aktif, Lampu LED dll. Dengan kata lain, sistem kelistrikan PLTS 12 Vdc dapat menghilangkan proses konversi daya yang berulang. Selain itu tegangan 12 Vdc aman bagi keselamatan manusia karena tidak berbahaya,

Penelitian ini berkaitan dengan desain PLTS skala kecil menggunakan sistem kelistrikan DC 12V untuk beban dengan kapasitas 150 Watt. Desain sistem mencakup perhitungan kapasitas peralaatan yang digunakan seperti kapasitas panel surya, peralatan penyimpan (Accu). Selain itu, penelitian ini juga akan melakukan analisa terhadap efisensi terhadap peralatan yang dipergunakan. Desain sistem diwujudkan dalam sebuah prototype sistem kelistrikan PLTS tegangan 12 Vdc pada sebuah rumah.

Tujuan penelitian adalah sebuah PLTS untuk rumah dengan konsumsi daya rendah dengan sistem kelistrikan 12 Vdc yang dapat dipergunakan sebagai model untuk sumber energi matahari (*solar cell*). Jika teknologi yang berkaitan dengan pengembangan PLTS dapat disederhanakan maka masyarakat akan tertarik menggunakan PLTS secara swadaya sehingga dapat memberikan kontribusi

yang lebih besar terhadap pengurangan peggunaan sumber-sumber energy fosil. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah sistem instalasi kelistrikan yang aman tidak berbahaya bagi manusia.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Bahan pada penelitian ini adalah instalasi sistem kelistrikan PLTS dengan tegangan 12 Vdc. Penelitian ini mempergunakan panel surya dengan daya 150 watt maka peralatan yang dipergunakan adalah peralatan rumah tangga sederhana (rumah dengan konsumsi daya rendah). Sehingga alat yang diperlukan pada penelitian ini Accu 12 V 40AH, lampu LED, komputer dengan raspberry dan TV dengan menggunakan TV tuner.

Metode

Penelitian diawali dengan membuat desain sistem kelistrikan DC dengan skala 150 Watt. Sistem kelistrikan DC melibatkan peralatan pokok seperti panel surya, DC-DC Converter, alat penyimpan energy (baterai/accu), merekayasa lampu LED, dan peralatan monitoring. Semua peralatan tersebut dibuat dalam sebuah panel sehingga mudah untuk melakukan pengukuran dan analisis, seperti diperlihatkan pada gambar 1. Solar cell dipasang pada *roop top* Lab kendali JTE Fak.Teknik. Solar panel dipasang dengan mempertimbangkan posisi penyinaran dan jarak terdekat yang mungkin ke Lab. Kendali.



Gambar 1. Panel PLTS dengan sistem kelistrikan 12 Vdc

Tegangan keluaran dari sel surya dikondisikan menjadi 12 Vdc dengan menggunakan *solar power charger*. Fungsi dari solar power charger selain menghasilkan tegangan 12 Vdc juga sebagai pengisi aki di siang hari. Analisis yang dilakukan terhadap solar power charger adalah waktu yang diperlukan untuk pengisian aki. Selain itu, tegangan yang dihasilkan oleh solar power charger terhadap kondisi aki yaitu kondisi ketika aki berisi 75% sampai 125%.

Sementara untuk Lampu LED agar dapat menyala pada tegangan 12 Vdc adalah dengan merekayasa rangkaian lampu tersebut. Setelah itu, Fluks cahaya lampu LED tersebut dibandingkan dengan fluks Lampu LED yang masih menggunakan tegangan 220 Vac. Selain fluks cahaya, pada lampu LED dilakukan pengukuran daya yang diperlukan. Pengukuran fluks cahaya dan daya dari lampu LED dimaksudkan untuk mengetahui kebutuhan daya terhadap luasan ruangan.

Untuk komputer, TV dan hand phone tidak dilakukan pengukuran. Komputer dengan menggunakan raspberry serta monitornya sudah menggunakan sumber tegangan 5 Vdc. Begitu juga dengan TV karena menggunakan TV tuner yang disupply dengan tegangan 12 Vdc. Untuk hand phone karena efisiensinya bergantung pada charger yang mana charger tersebut dapat dipergunakan sembarang pabrik. Masing masing pabrik pembuat charger hand phone berbeda-beda metode chargingnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan Aki 12V, 40AH. Jika dikonversi kedaya maka dapat menyalurkan daya 100 watt selama lebih kurang 4 jam 50 menit. Sementara konsumsi daya total yang mencakup komputer, TV tuner dan lampu LED berjumlah 32 watt. Hal ini berarti jika semua beban menyala maka aki mampu menanggung beban selama lebih kurang 15 jam 10 menit. Sehingga dalam kasus ini pengosongan aki tidak pernah terjadi. Kesimpulannya adalah user dapat memperoleh energi lstrik selama 24 jam atau pasokan energi listrik yang kontinu.

Sistem penerangan mempergunakan lampu LED 10 watt dan 20 watt yang direkayasa dari lampu LED 220Vac. Tabel 1 memperlihatkan perbandingan fluks cahaya dan daya lampu LED hasil rekayasa dengan lampu LED sebelum direkayasa.

Tabel tersebut menunjukkan bahwa lampu membutuhkan daya yang lebih kecil. Untuk lampu LED 10 watt, daya yang dibutuhkan berkurang dari 10 watt menjadi 2,6 watt. Begitu juga lampu LED 20 watt, daya yang dibutuhkan menjadi sangat rendah yaitu 4 watt.

Tabel 1. Harga fluks cahaya dan daya lampu LED

No	Jenis Lampu LED	Fluks cahaya (lux)	Daya (watt)
1	Lampu LED 10 watt tampa rekayasa	27.570	10
2	Lampu LED 10 watt dengan rekayasa	23.100	2,6
3	Lampu LED 20 watt tampa rekayasa	34.760	20
4	Lampu LED 20 watt dengan rekayasa	26.360	4

Fluks cahaya lampu LED yang direkayasa lebih rendah dari lampu LED sebelum direkayasa. Penyebab berkurangnya fluks cahaya tersebut adalah terbuangnya 2 (dua) LED pada kedua lampu. Terbuangnya 2 (dua) LED tidak dapat dihindari karena konfigurasi rangkaian yang diterapkan. Jika jumlah LED yang dipergunakan pada kedua lampu sama, lampu tampa rekayasa dengan lampu direkayasa, maka fluks cahaya kedua lampu tersebut tidak jauh berbeda.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa lampu LED 220 Vac yang direkayasa menjadi lampu LED 12 Vdc terjadi penghematan daya sebesar 74% yaitu dari daya 10 watt menjadi 2,6 watt. Sementara fluks cahaya hanya berkurang sebesar 16,22% atau berkurang sebesar 4.470 lux. Hal yang sama juga terjadi pada penghematan daya lampu LED 20 watt yaitu sebesar 80%. Daya lampu berkurang dari 20 watt menjadi 4 watt. Fluks cahaya lampu juga berkurang sebesar 24.17%. Kesimpulan yang didapat adalah proses konversi pada lampu LED, konversi dari tegangan AC menjadi tegangan DC, memiliki efisiensi yang sangat rendah.

KESIMPULAN

Rumah dengan konsumsi daya rendah, dalam kasus ini 32 watt, dengan sistem kelistrikan 12 Vdc akan mendapatkan listrik yang dikontinu jika memakai panel surya 150 watt dan accu 12V 40AH.

Efisisensi converter lampu LED 220 Vac sangat rendah jika dibandingkan dengan lampu LED tersebut direkayasa menjadi lampu LED 12 Vdc.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Universitas Mataram dalam hal ini diwakili oleh LPPM Unram yang telah memberikan bantuan dana sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

Babaei, E., Abbasi, O., Sakhavati, S., (2016), Proc. An overview of different topologies of multi-port dc/dc converter for dc renewable energy source applications, Proc.13th International Conf. on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON) , Chiang Mai Thailand, pp. 1-6

Citarsa, I.B.F., Satiawan, I.N.W., Wiryajati, I.K., (2016), Performance analysis of cascaded h-bridge multilevel inverter using mixed switching frequency with various dc-link voltages, Proc. Of ICET4SD Yogyakarta. IOP Conf. Series; Materials Science and Engineering , Yogyakarta, Indonesia, pp.

Citarsa, I.B.F., Satiawan, I.N.W., Supriono., (2018), A New Modulation Technique for A Three-Cell Single-Phase CHB Inverter with Un-Equal DC-Link Voltage for Improving Output Voltage Quality, proceeding IEEE on 2nd International Conference on Applied Electromagnetic Technology (AEMT), Mataram Lombok 2018, pp.

Citarsa, I.B.F., Satiawan, I.N.W., Supriono., (2018), Pemanfaatan Catu Daya Listrik Mandiri dan Tenaga Listrik yang Aman di Dusun Buani Lombok Utara, Prosiding PKM-CSR, pp. 1-6

Ghosh, A., Sammeta, SS, (2018), High gain DC-DC step-up converter with multilevel output voltage, Proc. International Symposium on Devices, Circuits and Systems (ISDCS) , Howrah, India, pp. 1-6

Habumungisa, D, Chowdhury, S., Chowdhury, S.P., (2013), A DC-DC interleaved forward converter to step - up DC voltage for DC Microgrid applications, Proc. 2013 IEEE Power & Energy Society General Meeting , Vancouver Kanada, pp. 1-5

Priono, A.H., Supriono, Satiawan, INW., (2017), Realisasi multilevel Cascaded H-bridge (CHB) 5 tigkat satu face menggunakan Arduino Mega 2560, Jurnal DIELEKTRIKA vol 4 no. 2, pp.127-134

Rong, Z., Lie, X., Yao, L.,(2015), DC/DC converter Based on Hybrid MMC for HVDC Grid Interconnection, Proc. 11th IET International Conference on AC and DC Power Transmission , Birmingham UK, pp. 1-6.

Satiawan, INW., Supriono, Citarsa, IBF, (2018)., Desain Buck Converter untuk Charging baterai pada beban bervariasi, Jurnal DIELEKTRIKA vol. 5 no. 1 pp, 30-35.

Sujendro H, (2014), Rancang Bangun Kontrol Posisi Pada Solar Cell Untuk Mengoptimalkan Daya Keluaran Pembangkit Listrik Tenaga Surya**,** dapat diakses di *http://www.vedcmalang.com/pppptkboemlg/index.php/menuutama/listrik-electro/1038-herry-sudjendro*, tanggal akses, 19 Februari 2019

Taufik, T., Taupik, M., (2012), The DC House Project: Promoting the use of renewable energy for rural electrification, proc. 2012 International Conference on Power Engineering and Renewable Energy (ICPERE), Bali Indonesia, pp. 1-4.

Taufik, T., (2017)., Research Experience on the DC House Project for Rural Electrification Proc. 2017 International Conference on Computational Science and Computational Intelligence (CSCI), Las Vegas, USA, pp. 267 - 270

MODIFIKASI INVERTER JEMBATAN-H UNTUK PERBAIKAN SISTEM KONVERSI DAYA LISTRIK PADA PEMBANGKIT LISTRIK BERSUMBER ENERGY TERBARUKAN

Modification of Cascaded H-Bridge Inverter to Improve Electrical Power Conversion System on Renewable Energy Source Power Plant

I Nyoman Wahyu Satiawan[1)] , Ida Bagus Fery Citarsa[2)], I Made Ginarsa[3)]

[1,2,3)]Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram

**email: nwahyus@unram.ac.id*

ABSTRAK

Inverter jembatan-H adalah salah satu type inverter yang paling popular digunakan pada berbagai aplikasi diantaranya untuk konversi daya pada pembangkit listrik yang menggunakan sumber energy terbarukan (Renewable Energy).Paper ini membahas, modifikasi inverter jembatan-H untuk menghasilkan tegangan keluaran yang lebih baik yang dilakukan dengan menambahkan beberapa saklar dan diode pada sisi masukan inverter jembatan yang fungsinya memvariasikan tegangan DC masukan ke inverter.Paper ini menghasilkan teknik modulasi yang mudah direalisasikan dan dapat dikembangkan untuk inverter dengan jumlah saklar yang lebih banyak.Dengan menggunakan struktur ini, dapat dihasilkan penghematan pemakaian saklar yang signifikan dibandingkan dengan inverter jembatan-H konvensional. Penghematan saklar semakin banyak dengan semakin tinggi jumlah level tegangan yang dihasilkan oleh inverter. Inverter termodifikasi dengan 15 level hanya memerlukan 11 saklar sedangkan inverter konvensional untuk menghasilkan tegangan keluaran 15 level memerlukan 24 buah saklar (penghematan saklar > 60%). Hasil simulasi juga memperlihatkan peningkatan kualitas tegangan seiring dengan pertambahan level pada tegangan keluaran. Pada inverter 15 level, Total Harmonics Distortion (THD) tegangan keluaran sekitar 6.6 % yang berarti tegangan keluaran mengandung komponen harmonisa yang relatif sangat kecil.

Kata kunci: Modifikasi, Inverter jembatan-H, Renewable Energi, Teknik Modulasi, Penghematan saklar

ABSTRACT

H-Bridge inverter is the most popular type of inverter which is suitable to use in many applications includes electricity generation with renewable energy resources. This paper discusses modification of the H-Bridge Inverter to improve its output voltage. Modification is carried out by adding some power electronic switches and diodes in the input side of H-bridge inverterto vary the DC voltage input of inverter. The simulation results show that the number of switches reduced significantly in comparison with the conventional cascaded H-bridge inverter. Further, it is found that the higher number of level of inverter output, the higher reduction of the used switches by the improved structure of inverter. For

instance, at a-15 level inverter, only 11 switches are needed instead of 24 switches for conventional CHB inverter (more than 60% reduction). In line with the number of the voltage level, the quality of the output voltage is also improved. For the a-15 level of inverter, the proposed inverter structure results about 6.6% of Total Harmonics Distortion (THD). This indicates that the output voltage contains considerably small value of low order harmonics content.

Key words: Modification, H-Bridge Inverter, Renewable Energy, Modulation Technique, Switches Reduction

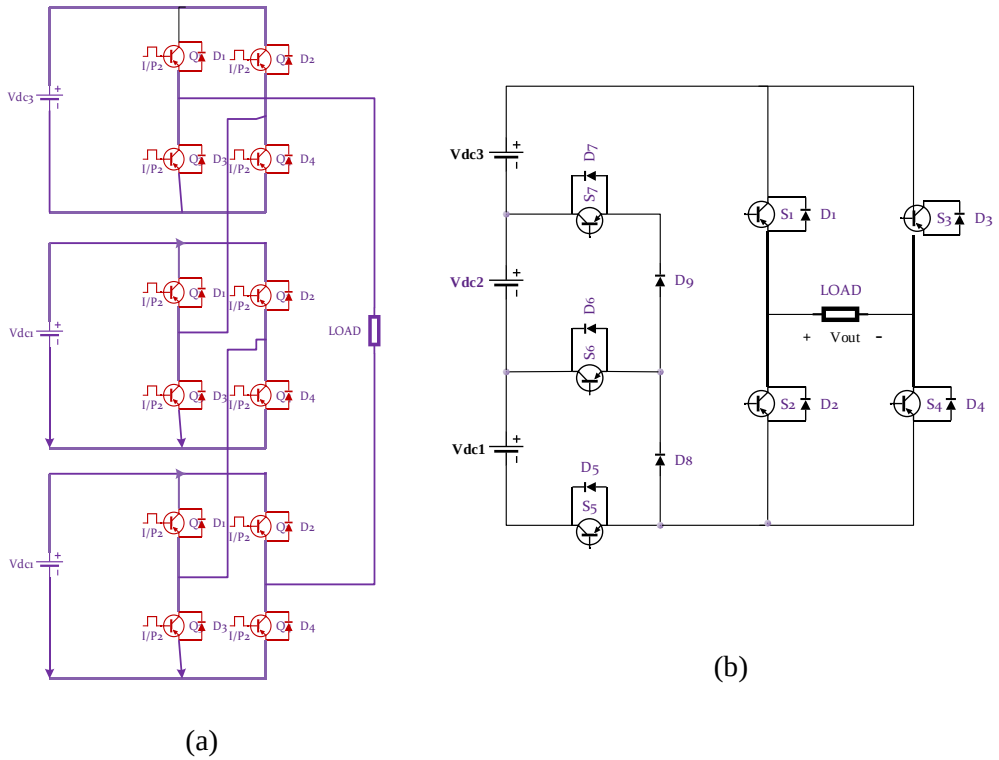
PENDAHULUAN

Inverter adalah peralatan yang sangat penting dalam sebuah system pembangkit listrik menggunakan energy terbarukan.Struktur inverter satu fase yang paling umum digunakan adalah inverter jembatan – H (CHB). Inverter CHB mempunyai struktur yang sederhana dan mudah direalisasikan serta dapat menghasilkan tegangan keluaan denga jumlah level yang banyak dengan menyusun secara bertingkat (Cascaded). Gambar 1(a) memperlihatkan inverter jembatan-H bertingkat (*Cascaded*-CHB) dimana tiga buah inverter jembatan disusun bertingkat untuk menghasilkan 7 level tegangan pada keluaran inverter.Salah satu kelemahan dari inverter Jembatan-H adalah jumlah saklar yang dipergunakan cukup banyak.Hubungan antara jumlah level tegangan yang dihasilkan dengan jumlah saklar yang digunakan mengikuti persamaan (1).

$$n = 2(l\text{-}1) \qquad (1)$$

dimana n adalah jumlah saklar yang digunakan dan l adalah level tegangan yang dihasilkan. Berdasarkan persamaan (1) maka untuk membangkitkan tegangan dengan 15 level diperlukan 28 saklar.Jumlah saklar yang banyak tidak saja berkaitan dengan biaya tetapi juga terkait dengan kerumitan pembangkitan sinyal PWM.Perbaikan struktur inverter jembatan-H sudah banyak diteliti, diantaranya. Balakrishnan dkk (2013), Arun, dkk (2014),Vamsikrishna. (2014) Gaikwad dan Arbune (2016), Disamping itu untuk memperbaiki kualitas tegangan keluaran juga telah dilakukan penelitian yang berkaitan dengan teknik PWM seperti yang diidiskusikan padaCitarsa, dkk (2018) yang menggunakan perbandingan tegangan DC-link 1:2:4pada inverter jembatan-H 3-sel untuk menghasilkan tegangan 15 level.

Paper ini membahas perbaikan struktur inverter jembatan-H yang dapat memperbaiki tegangan keluaran inverter seperti diperlihatkan pada Gambar 1(b).Struktur inverter terdiri dari inverter utama (inverter jembatan-H) dan ditambah dengan beberapa saklar dan diode yang berfungsi untuk memberikan variasi tegangan pada masukan inverter jembatan-H. Struktur ini dapat menghasilkan 7 level tegangan keluaran.



(a) (b)

Gambar 1.(a) Struktur Inverter Jembatan-H Bertingkat (b) Modifikasi Inverter yang diusulkan

BAHAN DAN METODE

Tegangan keluaran inverter tergantung dari kombinasi saklar yang aktif.Mengacu pada Gambar 1(b), untuk menghasilkan tegangan positif maka saklar S_1 dan S_4 yang aktif, sedangkan untuk menghasilkan tegangan negatif maka saklar S_3 dan S_2 yang konduksi.Sedangkan Saklar S_5, S_6 dan S_7 diaktifkan secara bergantian untuk menghasilkan tegangan sebesar V_{dc1}, $V_{dc1}+V_{dc2}$ dan $V_{dc1}+V_{dc2}+V_{dc3}$ pada beban. Untuk menghasilkan tegangan nol ada dua acara, yakni mengaktifkan saklar S_1 dan S_3 atau mengaktifkan saklar S_2 dan S_4.Hubungan antara kombinasi saklar yang diaktifkan dengan tegangan keluaran inverter dirangkum pada Tabel 1.

Berdasarkan prinsip kerja yang dijelaskan, maka bentuk pulsa PWM masing-masing saklar direkontruksi dengan menggunakan matrik biner seperti pada Tabel 2.Dari Tabel 2 terlihat bahwa saklar S_1 sampai S_4 dioperasikan seperti halnya inverter jembatan – H pada umumnya, sedangkan saklar S_5, S_6dan S_7 dioperasikan secara bergantian sehingga tegangan DC masukan inverter utama bervariasi sebesar V_{dc1}, $V_{dc1}+V_{dc2}$, dan $V_{dc1}+V_{dc2}+V_{dc3}$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangkitan Pulsa PWM

Metoda PWM diverifikasi menggunakan Simulink / Matlab.Bentuk pulsa untuk saklar S_1 sampai S_7 diperlihatkan pada Gambar 2.Dari Gambar tersebut terlihat bahwa saklar S_1-S_2 dan S_3-S_4 bekerja secara komplomentar sedangkan saklar S_5-S_7 konduksi secara bergantian.

Tabel 1. Kombinasi Saklar Dan Tegangan Keluaran Inverter

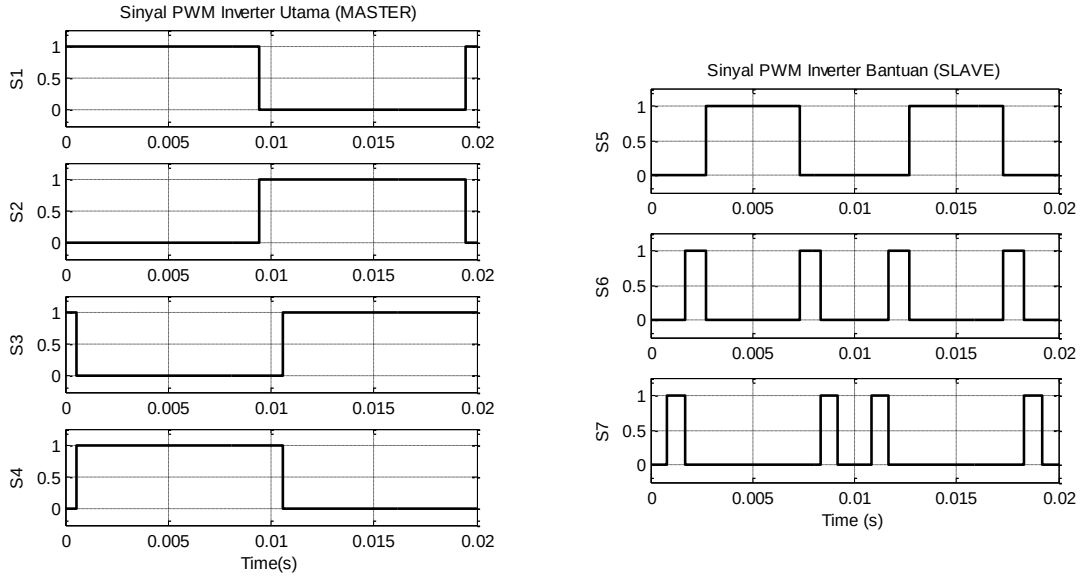
Level	Saklar yang konduksi	Tegnagan keluaran (V_{out})
1	S_1, S_4, S_7 dan D_8, D_9	V_{dc1}
2	S_1, S_4, S_6 dan D_8,	$V_{dc1}+V_{dc2}$
3	S_1, S_4, S_5	$V_{dc1}+V_{dc2}+V_{dc1}$
0	S_1, S_3 atau S_2, S_4	0
-3	S_2, S_3, S_5	$-(V_{dc1}+V_{dc2}+V_{dc1})$
-2	S_2, S_3, S_6 dan D_8,	$-(V_{dc1}+V_{dc2})$
-1	S_2, S_3, S_7 dan D_8, D_9	$-V_{dc1}$

Tabel 2. Matrik biner untuk pembentukan pulsa PWM

	Level	0	1	2	3	2	1	0	0	-1	-2	-3	-2	-1	0
SAKLAR	S_1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	S_2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
	S_3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	S_4,	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	S_5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	S_6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	S_7	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0

Tegangan keluaran

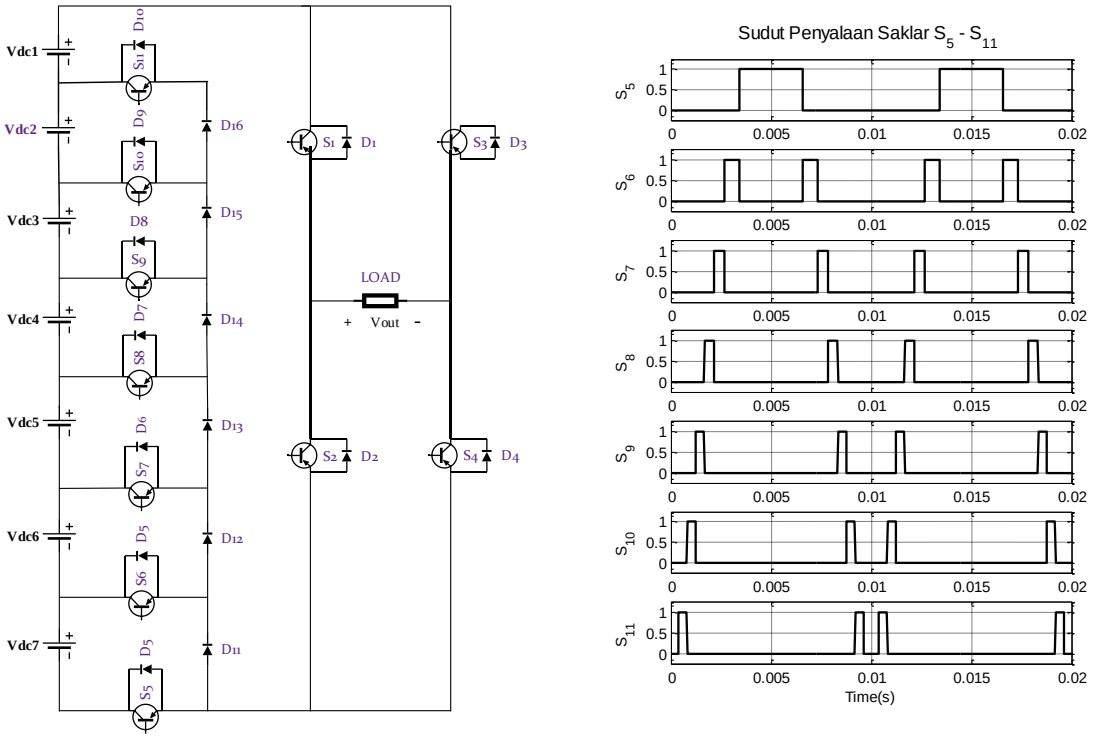
Dengan menggunakan pulsa PWM seperti Gambar 2 maka dihasilkan tegangan keluaran berbentuk tangga (*staircase*) yang dibentuk oleh 7 level tegangan DC seperti terlihat pada Gambar 5 (a). Dari spektrum harmonisa terlihat bahwa tegangan mengandung komponen fundamental dan harmonisa yang relative kecil dengan THD sebesar 12,73%.



(a) (b)

Gambar 2. Pulsa PWM inverter termodifikasi; (a) S_1 sampai S_4 , (b) S_5 sampai S_7

Struktur inverter Gambar 1 (b) dapat dikembangkan untuk menghasilkan tegangan keluaran dengan level yang lebih banyak yakni 9 level, 11 level, 13 level dan seterusnya. Untuk menghasilkan tegangan 15 level struktur ini memerlukan 11 saklar seperti terlihat pada Gambar 3 (a) dan pulsa yang diperlukan khususnya untuk saklar S_5 sampai S_{10}diperlihatkan pada Gambar 3 (b) sedangkan pulsa untuk Saklar S_1- S_4tetap sama dengan pulsa Gambar 2 (a). Bentuk tegangan keluaran berupa gelombang tangga 15 level diperlihatkan pada Gambar 5 (b). Jelas terlihat bahwa tegangan keluaran mengandung 7 level tegangan positif, 7 level tegangan negatif dan tegangan nol. Dengan pertambahan level tegangan, kualitas tegangan keluaran menjadi semakin baik dimana kandungan harmonisa rendah juga semakin kecil dimana THD tegangan menurun menjadi sebesar 6.6%.



(a) (b)

Gambar 3.(a) Rangkaian inverter 15 level, (b) Bentuk pulsa PWM saklar pada rangkaian pembantu inverter 15 level

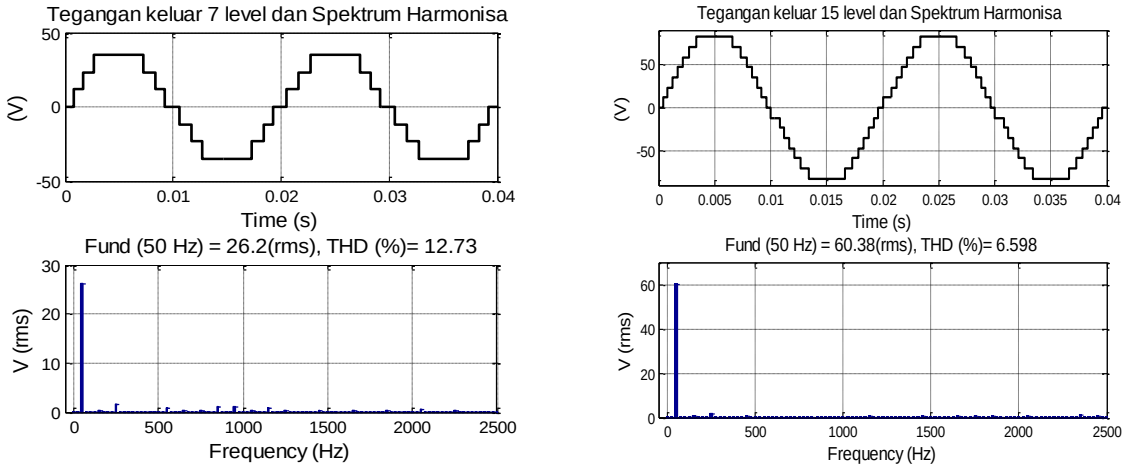
Pengembangan inverter level ke-*n*

Pengembangan struktur inverter untuk menghasilkan tegangan yang lebih banyak sangat dimungkinkan karena kesederhanaan struktur dan pulsa PWM yang diperlukan untuk mengontrol saklar-saklar inverter sangat mudah untuk dibangkitkan. Perbandingan jumlah level tegangan keluaran dan jumlah saklar yang dipakai untuk struktur ini dibandingkkan dengan inverter jembatan-H konvensional dirangkum pada Tabel 3. Dari Tabel 3 dapat diketahui bahwa struktur inverter yang diusulkan dapat menghemat pemakaian saklar secara signifikan dimana penghemetan saklar sejalan dengan level tegangan keluaran yang

dihasilkan oleh inverter. Hubungan jumlah saklar yang diperlukan dengan jumlah level yang dihasilkan untuk rangkaian yang baru ini diatur dengan persamaan (2).

$$n = (7+l)/2 \quad (2)$$

dimana, n adalah jumlah saklar yang dibutuhkan dan l adalah jumlah level (tingkat) pada tegangan keluaran. Pada Tabel 3 juga terlihat pula bahwa pertambahan level tegangan keluaran mempengaruhi kualitas tegangan keluaran yang ditandai dengan perbaikan THD.



(a) (b)

Gambar 4. Tegangan keluaran inverterdan spectrum harmonisanya;(a) 7 level , (b) 15 level

Table 3. Perbandingan jumlah saklar inverter modifikasi dan inverter jembatan-H konvensional

level (l)	**Jumlah saklar (n)**		Penghematan Saklar	THD (%)
	Jembatan-H Modifikasi	Jembatan –H Konvensional		
3	4	4	0%	
5	6	8	25%	17.48
7	7	12	41.67%	12.73
9	8	16	50%	10.3
11	9	20	55%	8.88
13	10	24	58%	8.13
15	11	28	61%	6.598
	$n = (7+l)/2$	$n = 2(l-1)$		

KESIMPULAN

Paper ini membahas perbaikan struktur inverter jembatan-H.Perbaikan dilakukan dengan menambah beberapa saklar dan diode pada sisi masukan inverter. Prinsip teknik modulasi untuk pembangkitan pulsa inverter dijelaskan secara terperinci dan pulsa PWM untuk setiap

saklar yang digunakan diverifikasi menggunakan program Simulink/Matlab. Hasil simulasi memperlihatkan tegangan keluaran inverter dapat diperbaiki dimana jumlah level yang lebih banyak dihasilkan dengan menggunakan saklar yang lebih sedikit dibandingkan dengan inverter jembatan-H bertingkat konvensional. Banyaknya penghematan saklar tergantung dari level tegangan keluaran yang dihasilkan. Untuk tegangan keluaran 15 level struktur ini hanya menggunakan 11 saklar sedangkan inverter jembatan-H bertingkat konvensional membutuhkan 28 saklar. Penghematan saklar yang dicapai adalah 61% dengan THD teganan keluaran mencapai 6.6%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Ristekdikti dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Mataram yang telah memberi dukungan financial terhadap kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arun, V., Shanthi, B., Raja, K., (2014), Analisis Of 15 Level Inverter Using Hybrid Strategy, *International Journal of Inovative Research & Development*, vol. 3, no. 2, 17-23.

Balakrishnan, D., dan Indiradevi, K., (2014), ModifiedMultilevelInverterTopology With Reduced Switch Count And A Novel PWM Control Scheme, *Proc. International Conference on Computer Communication and Informatics* , Coimbatore, India, 03-05 Jan. 2014, 1-6.

Citarsa, F., Satiawan, W., Supriono**,** *A New Modulation Technique for A Three-Cell Single-Phase CHB Inverter with Un-Equal DC-Link Voltage for Improving Output Voltage Quality, International Conference on The 2nd Applied Electromagnetic Technology Proceeding, 2018, 73-78.*

Gaikwad, dan Arbune, (2016), Study of CascadedH-BridgeMultilevel Inverter, *Proc. International Conference on Automatic Control and Dynamic Optimization Techniques (ICACDOT)*, Pune, India, 9-10 Sep, 2016, 179-182.

Vamsikrishna, B., (2014), An Innovative Single-phase Five-Level Inverter with Paired Inductors, *Middle-East Journal of Scientific Research*, vol. 19, no. 11, 1439 – 2442.

PENENTUAN EFISIENSI KONVERSI ENERGI MESIN TERMOAKUSTIK DENGAN SIMULASI PARAMETER REGENERATOR

Thermoacoustic engine energy conversion efficiency determination through simulation of regenerator parameter

Nurpatria[1,*)], Syahrul[1], Pandri Pandiatmi[1], I Made Adi Sayoga[1], Arif Mulyanto[1]

[1)] Teknik Mesin Universitas Mataram

**email: nurpatria@unram.ac.id*

ABSTRAK

Mesin termoakustik dapat menjadi teknologi pembangkitan daya murah jika menggunakan bahan bakar biomassa limbah pertanian di pedesaan. Dalam tulisan ini dibahas model mesin termoakustik yang dapat memanfaatkan sumber kalor pada rentang temperatur pembakaran biomassa. Model mesin didesain secara simulasi menggunakan software DELTA-EC. Dalam simulasi pendahuluan yang konvergen telah di hasilkan sebuah model awal mesin. Ukuran *thermal penetration depth* dari komponen regenerator adalah 66 mikron. Model tersebut memiliki efisiensi konversi energi kalor menjadi akustik sebesar 2,832 %. Model awal dioptimasi lebih lanjut sehingga diketahui efisiensi mesin terbaik pada suatu ukuran *thermal penetration depth* tertentu. Seluruh proses simulasi dilakukan dengan setting suplai kalor konstan 847 watt. Semua parameter fisik mesin lain, yaitu selain *thermal penetration depth*, juga dijaga agar tetap konstan. Simulasi menunjukkan bahwa mesin termoakustik bekerja dengan efisiensi terbaik 3,136% ketika menggunakan regenerator berukuran *thermal penetration depth* optimal 55 mikron. Daya akustik terbesar dibangkitkan pada efisiensi tertinggi sebesar 25,565 watt. Efisiensi mesin cenderung menurun pada ukuran *thermal penetration depth* lebih besar atau lebih kecil dari nilai optimal. Pada *thermal penetration depth* hingga 85 mikron, efisiensi mesin menurun sampai 1,1881%. Sedangkan pada rentang lain yang semakin kecil sampai 46 mikron, efisiensi juga turun hingga 2,072%. Simulasi menunjukkan juga bahwa mesin tidak dapat bekerja jika dipakai *thermal penetration depth* berukuran lebih kecil dari 46 mikron.

Kata kunci: mesin termoakustik; regenerator; simulasi; thermal penetration depth; pembakaran biomassa

ABSTRACT

Thermoacoustic engine has a potential to become an inexpensive power generation technology that using agricultural wastes biomass in rural areas. This paper discusses mainly on the thermoacoustic engine model that be able to utilize heat sources in the temperature range of biomass combustion. The engine model is designed through simulations in DELTA-EC software. In a convergent preliminary simulation, an initial engine model has been built. The size of it's regenerator's thermal penetration depth is 66 microns. The energy conversion efficiency of the model is 2.322%.

The initial model is further optimized in order to reveal the best possible efficiency that correlated to a certain size of thermal penetration depth. The entire simulation process is carried out by setting a constant heat supply of 847 watts. All other engine's physical parameters, except the thermal penetration depth, are also maintained unvaried. The simulation shows that a thermoacoustic engine works with the best efficiency of 3.136% when using an optimum 55 micron thermal penetration depth regenerator size. The highest acoustic power of 25,565 watts is generated at the highest efficiency. Engine efficiency tends to decrease at a size of thermal penetration depth greater or smaller than the optimal value. At thermal penetration depths up to 85 microns, engine efficiency decreases to 1.1881%. Whereas in other ranges that are getting smaller to 46 microns, efficiency also drops to 2,072%. The simulation also shows that the engine unable to operate if thermal penetration depths used are smaller than 46 microns.

Keywords: thermoacoustic engine, regenerator, simulation, thermal penetration depth, biomass combustion

PENDAHULUAN

Potensi energi biomassa Indonesia sangat besar, setara tidak kurang dari 30000 MWe, (Yudiartono dkk, 2018). Biomassa tersebut dapat dijadikan bahan bakar teknologi berbasis proses termoakustik, seperti mesin termoakustik. Secara konstruksi, mesin termoakustik berkomponen sedikit. Tidak seperti mesin pembakaran dalam pada umumnya, mesin termoakustik tidak mempunyai bagian bergerak. Jenis mesin ini dapat didesain agar secara fleksibel dapat menggunakan kalor dari berbagai sumber secara bersamaan, termasuk kalor pembakaran biomassa kualitas rendah.

Konversi energi kalor menjadi energi akustik dalam mesin termoakustik tersebut terjadi dengan perantaraan siklus termodinamika dalam Regenerator (REG), yaitu material berpori yang salah satu parameter fisis desainnya adalah *thermal penetration depth* (δ_k). Konversi lebih lanjut energi akustik agar menjadi energi mekanis dimungkinkan dengan mengekstraksi komponen amplitudo tekanan pada gelombang akustik tersebut. Energi mekanis tersebut dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti *prime mover* generator pembangkit daya listrik.

Simulasi dalam tulisan ini dilakukan untuk mengetahui efisiensi konversi energi tertinggi sebuah model mesin termoakustik jenis *travelling wave* loop tunggal, dengan parameter *thermal penetration depth* komponen regenerator. Sumber kalor mesin dimodelkan berasal dari suplai kalor konstan gas panas pembakaran biomassa khusus dalam rentang temperatur pembakaran 200 ~ 500^{o}C (Siregar dkk, 2017).

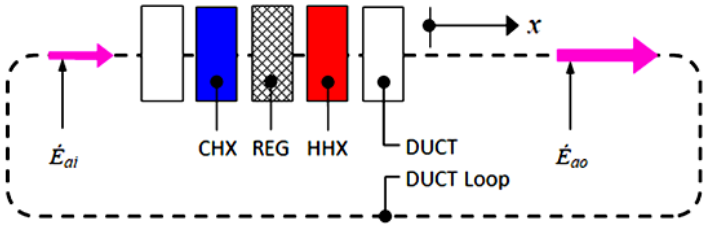
BAHAN DAN METODE

Model Awal

Model awal yang digunakan dalam simulasi ini adalah sebuah model mesin termoakustik dari simulasi pendahuluan, (Nurpatria dkk, 2019). Model awal termasuk jenis *Thermoacoustic Travelling Wave Engine* (TATW-E). Desain model tersebut menggunakan loop tunggal tanpa percabangan. Komponen mesin terdiri dari satu *hot heat exchanger* (HHX), yaitu alat untuk memasukkan kalor ke dalam mesin. Selain itu terpasang juga satu *cold heat exchanger* (CHX), yang berfungsi menjaga agar temperatur mesin di lokasi tersebut tetap sama dengan temperatur rata-rata mesin, atau temperatur lingkungan. Secara

termodinamika, HHX adalah *source*, dan CHX adalah *sink*. Komponen dimana konversi energi kalor menjadi energi akustik terjadi adalah di Regenerator (REG).

Ketiga komponen terhubungkan dengan saluran rapat (DUCT) sehingga fluida kerja di dalam mesin terisolasi dari lingkungan, dengan pangaturan pada Gambar 1. Nilai beberapa parameter model awal tersebut ditunjukan dalam Tabel 1. Model awal TATW-E mempunyai efisiensi 2,83%, dengan fluida kerja udara.



Gambar 1. Skema model TATW-E dalam simulasi DELTA-EC (Nurpatria dkk, 2019)

Simulasi

Model awal dioptimasi lanjut pada berbagai nilai δ_k dengan bantuan software DELTA-EC Versi 6.2 (Ward, 2001). Parameter model mesin selain *thermal penetration depth* disetting konstan, sehingga perbedaan efisiensi mesin hanya disebabkan perbedaan δ_k.

Tabel 1. Parameter konstan mesin dalam simulasi DELTA-EC

Nama parameter	**Simbol**	**Satuan**	**Nilai**
Tekanan rata-rata	P_m	atm	1
Kalor suplai HHX	Q_h	W	847
Porositas volume CHX	ϕ_c	%	50
Porositas volume HHX	ϕ_h	%	50
Porositas volume REG	ϕ_g	%	72
Panjang REG	x_g	mm	130
Luas penampang REG	A_g	mm^2	100

Suku ruas kiri Pers.1 menyatakan pembangkitan daya akustik oleh regenerator dengan bagian *Real* (Re) variabel kompleks dari gelombang tekanan p_1, laju aliran volume U_1, dan faktor gain kompleks g. Suplai kalor (Q_h) diperlukan sebagai sumber gradien temperatur (dT_m/dx). Kontribusi δ_k dalam persamaan tersebut ada pada suku Re[f_k]. Pengaturan dimensi δ_k yang tepat akan membuat suku Re[f_k] bernilai maksimum. Penjelasan tambahan Pers.1 ada di (Nurpatria dkk, 2019). Amplifikasi daya akustik mesin ($\dot{E}_a$) adalah daya akustik ruas kiri Pers.1 dikurangi disipasi yang timbul dalam regenerator (Swift, 2001).

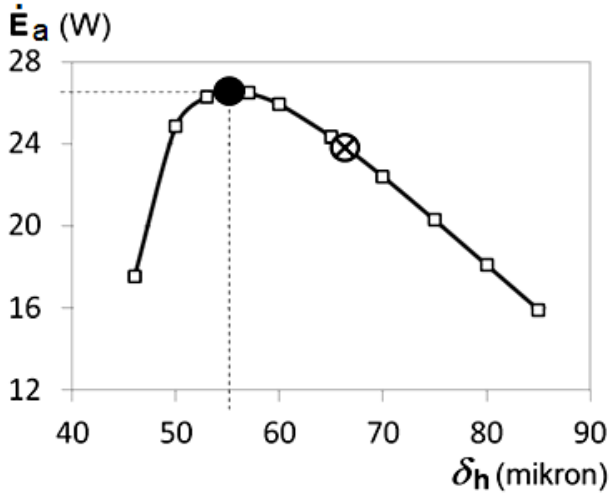
$$\frac{1}{2}\mathrm{Re}\left[gU_1\tilde{p}_1\right]=\frac{1}{2}\frac{1}{T_m}\frac{dT_m}{dx}\mathrm{Re}\left[\tilde{p}_1U_1\right]\mathrm{Re}\left[f_\kappa\right]+\frac{1}{2}\frac{1}{T_m}\frac{dT_m}{dx}\mathrm{Im}\left[\tilde{p}_1U_1\right]\mathrm{Im}\left[-f_\kappa\right] \quad (1)$$

Daya akustik mesin ($\dot{E}_a$) adalah $\dot{E}_a=\dot{E}_{ao}-\dot{E}_{ai}$, ditunjukkan secara skematis di Gambar 1, yaitu beda antara daya akustik yang keluar dari REG ($\dot{E}_{ao}$) terhadap daya akustik umpan loop yang mengalir ke dalam REG ($\dot{E}_{ai}$). Dengan demikian efisiensi konversi energi kalor (Q_h) menjadi daya akustik model mesin TATW-E simulasi ($\dot{E}_a$) dinyatakan menurut Pers.2 berikut,

$$\eta=\left(\dot{E}_a/Q_h\right)100\% \quad (2)$$

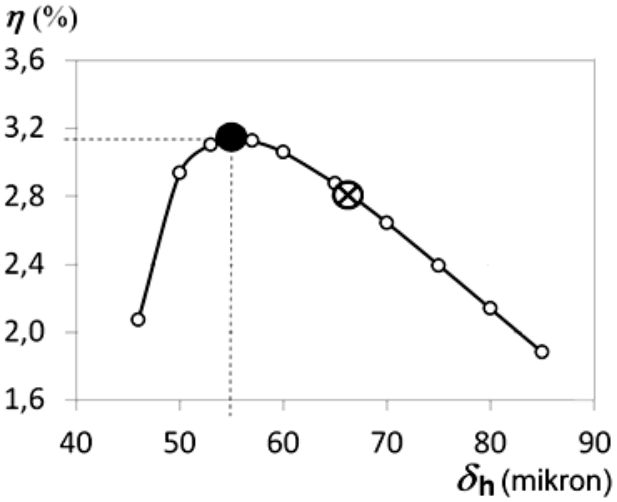
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan bahwa keluaran daya akustik ($\acute{E}_a$) sangat tergantung pada ukuran *thermal penetration depth* (δ_k) regenerator. Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa ukuran thermal penetration depth regenerator 55 mikron akan menyebabkan regenerator memberikan keluaran $\acute{E}_a$ tertinggi 26,56 watt. Ukuran δ_k yang lebih besar atau lebih kecil dari nilai optimum akan menyebabkan menurunnya kemampuan regenerator mengkonversi energi kalor menjadi energi akustik.



Gambar 2. Efek *Thermal penetration depth* (δ_k) terhadap daya akustik mesin (E)

Trend kurva pada Gambar 2 sama dengan Gambar 1, karena hubungan keduanya linier yang ditunjukkan pada Pers.2. Efisiensi tertinggi terjadi pada keluaran daya akustik tertinggi, yaitu η = 3,13% pada δ_k = 55 mikron.



Gambar 3. Efek *Thermal penetration depth* (δ_k) terhadap Efisiensi mesin (η)

Efisiesi model awal TATW-E setelah simulasi menunjukkan peningkatan. Efisiesn akhir mesin setelah simulasi lebih tinggi sekitar 10%, yaitu dibandingkan dengan efisiensi model awal dari simulasi pendahuluan sebesar 2,83% (Nurpatria dkk, 2019).

Simulasi pada model mesin dan ukuran regenerator lain yang berbeda menunjukkan trend hubungan antara $\acute{E}_a$ dan η terhadap δ_k yang sama (Napolitano, 2017), (Hao, 2018). Perbedaan gradien kurva tersebut dapat disebabkan perbedaan pemilihan parameter regenerator lainnya seperti panjang, luas penampang, dan porositas (Napolitano, 2017).

Kecenderungan menurunnya efisiensi mesin bila δ_k lebih besar dari nilai optimum dapat disebabkan intensitas kontak antara partikel gas dengan permukaan material berpori regenerator semakin berkurang, yang akibatnya menyebabkan transfer energi juga semakin rendah (Swift, 2001; Timmer, 2018). Penurunan efisiensi mesin apabila ukuran δ_k lebih kecil dari nilai δ_k optimum disebabkan hal berbeda. Dengan lebih kecilnya δ_k, intensitas kontak partikel gas dengan permukaan material berpori regenerator memang akan lebih baik untuk proses transfer kalor. Namun demikian dengan semakin sempitnya ukuran δ_k, kerugian viskos akibat laju aliran volume U_1 juga membesar dengan cepat. Sehingga semakin kecil δ_k, efek kerugian viskos semakin dominan dan akan membesar melampaui peningkatan laju konversi energi, (Swift, 2001). Efek dominasi disipasi viskos ini tergambar dari gradien kurva yang berubah drastis.

KESIMPULAN

Dengan simulasi telah dapat diketahui ukuran *thermal penetration depth* optimum sebuah model mesin termo-akustik agar mesin tersebut dapat bekerja dengan efisiensi terbaiknya. Model mesin dengan ukuran *thermal penetration depth* 55 mikron mampu bekerja dengan efisiensi tertinggi 3,13%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Universitas Mataram melalui LPPM atas bantuan dana melalui skim Penelitian Peningkatan Kapasitas tahun 2019, Nomor : 2514 X/UN18.L1/PP/2019

DAFTAR PUSTAKA

Hao H., Scalo C., 2018, Standing-wave and traveling-wave thermoacoustics in solid media, JASA, 144

Napolitano M., Dragonetti R., Romano R., 2017, A method to optimize the regenerator parameters of a thermoacoustic engine, Energy Procedia, 126(201709), 525-532

Nurpatria N., Syahrul S., Pandri P., Sayoga I.M.A., Mulyanto A., 2019, Simulasi parameter geometri regenerator mesin termoakustik, Dinamika Teknik Mesin, 9(2), 125-132

Siregar K., Alamsyah R., Ichwana, Sholihati, Tou S.B., 2017, Rancang bangun mesin pembangkit listrik tenaga biomassa pada daerah terisolasi, Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI 2017, Kendari, 150-162

Swift G.W., 2001, Thermoacoustics: A unifying perspective for some engines and refrigerators, Fifth Draft, Los Alamos USA

Timmer M.A.G., Meer T.H., Blok K.D., 2018, Review on the conversion of thermoacoustic power into electricity, JASA, 143(2)

Ward B., Clark J., Swift G.W., 2008, Design Environment for Low-Amplitude Thermoacoustic Energy Conversion (DELTA-EC) Version 6.2, Los Alamos USA

Yudiartono, Anindhita, Sugiyono A., Wahid L.M.A., Adiarso, 2018, Outlook Energi Indonesia 2018, BPPT Indonesia

PEMANFAATAN TANAMAN OBAT KELUARGA (TOGA) YANG BERKHASIAT DALAM PERAWATAN INFEKSI PAYUDARA DAN ORGAN KEWANITAAN DI DESA KEKERI KECAMATAN GUNUNGSARI KABUPATEN LOMBOK BARAT NTB

Utilization of Family Medicine Plants in Treatment of Breast Infection and Female Genital Organs in Kekeri Village Gunungsari District West Lombok West Nusa Tenggara

I Gusti Agung Ayu Hari Triandini[1*], Nening Listari[2]

[1]Midwifery Diploma Program of Mataram, Health Science Faculty of Bhakti Kencana University
[2]Nahdlatul Wathan University of Mataram[2]

[*]*email: triandinihari@gmail.com*

ABSTRAK

Masalah kesehatan yang sensitif bagi wanita diantaranya infeksi payudara dan organ kewanitaan. Para wanita pada umumnya menganggap infeksi adalah penyakit kotor sehingga mereka umumnya masih merasa tabu untuk memeriksakan masalah kewanitaannya ke tenaga kesehatan. Maka dari itu, diharapkan dengan mengenal tanaman TOGA, peran keluarga sebagai *Primary Health Care* menjadi lebih optimal. Desa Kekeri merupakan desa yang mata pencaharian utamanya yaitu bertani dan berkebun. Tapi pada kenyataannya, penduduknya jarang memanfaatkan sebagian dari lahan mereka untuk dijadikan apotek hidup. Hal tersebut mungkin saja dikarenakan kurangnya pengetahuan mereka tentang tanaman TOGA baik dalam hal pemanfaatannya serta peracikannya. Tujuan penelitian ini adalah selain untuk menyelidiki hal tersebut juga untuk mengenalkan jenis-jenis tanaman toga khusus kewanitaan beserta kegunaan dan cara meraciknya. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif, bersifat observasional dengan studi potong lintang *(cross sectional)*. Teknik pengambilan sampel yaitu *quota sampling* (50 orang responden) dengan alat bantu kuesioner. Teknik pengolahan data: *editing, coding, tabulating, processing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden (52%) kurang memanfaatkan tanaman toga dalam perawatan infeksi payudara dan organ kewanitaan. Padahal dari segi pengetahuan, sekitar 40% dari responden sudah mengetahui dengan baik manfaat tanaman toga. Umumnya, masyarakat Kekeri memelihara tanaman obat yang sekaligus bisa menjadi menu masakan. Jenis tanaman obat yang berkhasiat dalam perawatan payudara dan organ kewanitaan berturut-turut dari yang terbanyak ditanam warga setempat adalah Banten (*Lannea coromandelica*), Turi (*Sesbania grandiflora*), Lengkuas (*Alpinia galanga*), Kelor (*Moringa oleifera*), Kersen (*Muntingia calabura*), Katuk (*Sauropus*

androgynus), Binahong (*Anredera cordifolia*), Sirih (*Piper betle*), Jahe (*Zingiber officinale*) dan Kunyit (*Curcuma domestica*). Metode pengolahan bahan baku tersebut untuk menjadi obat tradisional untuk perawatan payudara yaitu dengan direbus, dimakan/diminum atau dioleskan. Sedangkan metode pengolahan bahan baku tersebut untuk menjadi obat tradisional untuk perawatan organ intim kewanitaan biasanya dengan dipakai sebagai air rendaman saat mandi atau dikonsumsi sebagai jamu.

Kata kunci: Kekeri, organ kewanitaan, payudara, tanaman TOGA

ABSTRACT

Breast and female genital organs infections are sensitive health problems for women. Those women, generally still feel taboo to check their problems to health workers. Therefore, by knowing family medicine plants, the role of family as primary health care will be more optimal. Kekeri is the agricultural village. The villager is rarely using their land to be made a pharmacy area plants. This might be due to their lack of knowledge about family medicine plants in terms of their utilization. The purpose of this research is to investigate that matter as well as to introduce the types of family medicine plants and their use and how to mix them. This research is a type of descriptive research, observational with cross sectional study. The sampling technique is quota sampling (50 respondents) with questionnaire aids then continued with editing, coding, tabulating, data processing. The results showed that the majority of respondents (52%) did not utilize family medicine plants in the treatment of breast and female organ infections. 40% of respondents are already know the benefits of family medicine plants. Generally, the Kekeri villager only maintains the medicinal plants which at the same time can become a menu for daily foods. Types of medicinal plants that are mostly grown and efficacious in the care of breast and female genital organs are *Lannea coromandelica, Sesbania grandiflora, Alpinia galanga, Moringa oleifera, Muntingia calabura, Sauropus androgynus, Anredera cordifolia, Piper betle, Zingiber officinale* and *Curcuma domestica.* The method of processing these raw materials to become traditional medicine for breast care is to be boiled, eaten / drunk and applied topically. While the method of processing these raw materials to become traditional medicine for the treatment of female genital organs is usually used as immersion water when bathing or consumed as herbal medicine.

Keywords: Kekeri, female genital organ, breast, family medicine plants

PENDAHULUAN

Latar Belakang

WHO telah menggalakkan program upaya pelayanan kesehatan yang terdepan yaitu *Primary Health Care* (PHC). Ruang lingkup PHC yaitu manajemen pencegahan dan penanganan penyakit. Salah satu unsur yang tidak kalah penting dalam PHC yaitu penerapan teknologi tepat guna dan peran serta keluarga sebagai garda terdepan dalam manajemen pencegahan dan penanganan penyakit (WHO, 2018).

Salah satu peran keluarga dalam PHC yaitu penyediaan tanaman obat keluarga (toga) dalam apotek hidup sebagai bahan baku utama dalam manajemen pencegahan dan penanganan penyakit. Penggunaan toga atau obat tradisional sudah dilakukan secara turun-temurun termasuk dalam hal masalah kesehatan wanita. Masalah kesehatan yang sensitif bagi wanita diantaranya infeksi payudara dan organ kewanitaan. Menurut data terakhir Direktorat Kesehatan Ibu, infeksi pada Ibu menempati urutan ketiga dari penyebab kematian Ibu selain perdarahan dan hipertensi (Kementerian Kesehatan, 2014). Salah satu faktor yang memicu hal tersebut adalah karena para ibu dan wanita pada umumnya

menganggap infeksi adalah penyakit kotor sehingga para wanita umumnya masih merasa tabu untuk memeriksakan masalah kewanitaannya ke tenaga kesehatan. Mereka menganggap hal tersebut dapat membuka aib dan hanya dirinyalah dan keluarga terdekatnyalah yang sepatutnya mengetahui permasalahan tersebut. Padahal, pemeriksaan dan pencegahan terhadap permasalahan tersebut sangatlah penting untuk menjaga agar tidak terjadi keparahan infeksi. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan suatu pembentukan pola pikir atau upaya yang bisa diawali selain dari diri sendiri, juga melibatkan peran serta keluarga dalam mengatasi permasalahan tersebut.

Desa Kekeri Kecamatan Gunung Sari Kabupaten Lombok Barat Provinsi Nusa Tenggara Barat merupakan desa yang mata pencaharian utama dari penduduknya yaitu bertani dan berkebun. Sehingga banyak masyarakatnya memiliki pekarangan yang luas yang potensial ditanami tanaman toga. Tapi pada kenyataannya, mayoritas dari mereka menjual hasil pertanian dan perkebunan dan jarang yang memanfaatkan sebagian dari lahan mereka untuk dijadikan apotek hidup. Hal tersebut mungkin saja dikarenakan kurangnya pengetahuan mereka tentang tanaman toga baik dalam hal pemanfaatannya serta peracikannya. Tujuan penelitian ini adalah selain untuk menyelidiki hal tersebut juga untuk mengenalkan jenis-jenis tanaman toga khusus kewanitaan beserta kegunaan dan cara meraciknya. Upaya pembinaan kesehatan keluarga khususnya perempuan, juga aktif dilakukan di wilayah tersebut dan beberapa kali *community center* di daerah tersebut mendapatkan penghargaan baik di tingkat regional maupun nasional. Melalui penelitian ini, diharapkan masyarakat Desa Kekeri bisa teredukasi tentang pemanfaatan tanaman toga dalam mengatasi permasalahan infeksi kewanitaan. Masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu, “Bagaimanakah Pemanfaatan Tanaman Obat Keluarga (toga) yang Berkhasiat dalam Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan di Desa Kekeri Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat NTB?”.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pemanfaatan tanaman obat keluarga (toga) yang berkhasiat dalam perawatan infeksi payudara dan organ kewanitaan di Desa Kekeri Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat NTB.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat bantu kuesioner dan daftar pertanyaan wawancara

Metode

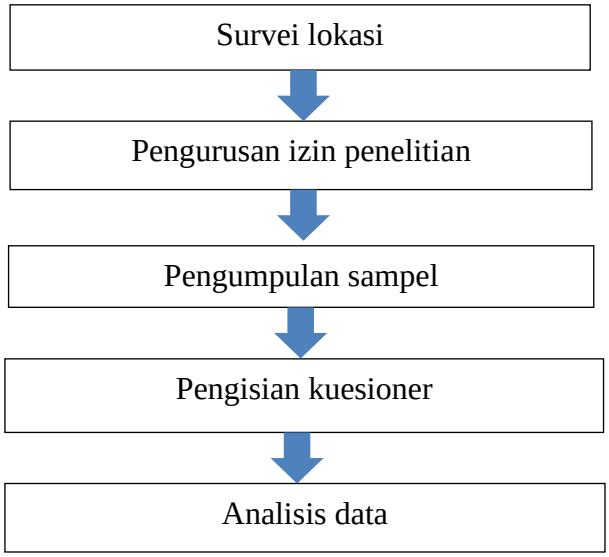
Penelitian ini dilakukan di Desa Kekeri Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat NTB. Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif yaitu penelitian yang dilakukan untuk mendeskripsikan atau menggambarkan suatu fenomena yang terjadi dalam masyarakat. Desain penelitian yang digunakan bersifat observasional dengan studi potong lintang *(cross sectional)* yaitu melakukan observasi dan pengukuran variabel pada suatu saat tertentu saja. Teknik pengambilan sampel yaitu *quota sampling* (terdiri dari 50 orang perwakilan di masing-masing keluarga) dengan alat bantu kuesioner. Teknik pengolahan data yaitu dengan: *editing, coding, tabulating, processing*. Data yang telah dikumpulkan melalui kuesioner kemudian dihitung.

Jumlah benar dipersentasekan yang kemudian digolongkan ke kategori baik, cukup dan kurang. Menurut Arikunto (2010) rumus untuk menghitung persentase untuk pengetahuan disajikan oleh persamaan 1.

$$\frac{Jumlah\ jawaban\ benar}{Jumlah\ soal}\ x100\% \quad \text{.....(1)}$$

Setelah itu persentase diketahui maka hasilnya diinterprentasikan dengan kriteria :

1. Baik : Bila pertanyaan dijawab dengan benar oleh responden 76%-100%
2. Cukup : Bila pertanyaan dijawab dengan benar oleh responden 56%-75%
3. Kurang : Bila pertanyaan dijawab dengan benar oleh responden <55%



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar responden (52%) kurang memanfaatkan tanaman toga dalam perawatan infeksi payudara dan organ kewanitaan (Tabel 1). Padahal dari segi pengetahuan, sekitar 40% dari responden sudah mengetahui dengan baik manfaat tanaman toga (Tabel 2).

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Kategori Tingkat Perilaku Responden dalam Pemanfaatan Tanaman Toga untuk Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan

No	Kategori Perilaku	Persentase (%)
1.	Baik	20
2.	Cukup	28
3.	Kurang	52
	Total	100

Sumber: Data Primer, 2019.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Kategori Tingkat Pengetahuan Responden dalam Pemanfaatan Tanaman Toga untuk Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan

No	Kategori Pengetahuan	Persentase (%)
1.	Baik	40
2.	Cukup	34
3.	Kurang	26
	Total	100

Sumber: Data Primer, 2019.

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Kategori Tingkat Pemanfaatan Tanaman Toga untuk Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan

No	Kategori	Persentase (%)
1.	Baik	18
2.	Cukup	38
3.	Kurang	44
	Total	100

Sumber: Data Primer, 2019.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Tingkat Perilaku Responden dalam Pemanfaatan Tanaman Toga untuk Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan

No.	Pernyataan	Persentase (%)
1.	Obat herbal rutin digunakan untuk menjaga kesehatan	68
2.	Ramuan herbal bermanfaat untuk kesehatan	40
3.	Ramuan herbal untuk perawatan tubuh atau perawatan kecantikan	36
4.	Obat herbal untuk menangani penyakit pada payudara atau organ kewanitaan	28
5.	Obat herbal lebih aman jika dibandingkan dengan obat pasaran	80
6.	Obat herbal memiliki khasiat yang setara dengan obat pasaran	36
7.	Obat herbal susah digunakan (tidak praktis/tidak nyaman dalam penggunaannya)	100
8.	Obat herbal mudah disiapkan / diracik	68
9.	Obat herbal lebih ekonomis (murah) jika dibandingkan dengan obat pasaran	96
10.	Memiliki tanaman obat di pekarangan/kebun	44
11.	Tanaman obat masih diperlukan di zaman modern	16
12.	Tetua di keluarga mewariskan resep-resep obat herbal kepada keturunannya	56
13.	Tetua di keluarga mengajarkan cara menjaga kesehatan (kebugaran) mengunakan ramuan herbal kepada keturunannya	72
14.	Tetua di keluarga mengajarkan cara perawatan tubuh / perawatan kecantikan mengunakan ramuan herbal kepada keturunannya	60
15.	Resep-resep obat herbal dibagikan kepada orang-orang di sekitar	40
16.	Khasiat beberapa tanaman obat diajarkan kepada orang-orang di sekitar	72
17.	Cara menjaga kesehatan menggunakan ramuan herbal diajarkan kepada orang-orang di sekitar	60

18.	Cara perawatan tubuh / perawatan kecantikan menggunakan ramuan herbal diajarkan kepada orang-orang di sekitar	44
19.	Resep-resep obat herbal yang diketahui dicatat	20
20.	Resep-resep obat herbal perlu dicatat	76
21.	Khasiat tanaman-tanaman obat dicatat	56
22.	Cara menjaga kesehatan menggunakan ramuan herbal dicatat	48
23.	Cara menjaga kesehatan menggunakan ramuan herbal perlu dicatat	76
24.	Cara perawatan tubuh / perawatan kecantikan menggunakan ramuan herbal	36
25.	Cara perawatan tubuh / perawatan kecantikan mengunakan ramuan herbal perlu dicatat	20

Sumber: Data Primer, 2019.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Tingkat Pengetahuan Responden dalam Pemanfaatan Tanaman Toga untuk Perawatan Infeksi Payudara dan Organ Kewanitaan

No.	Pernyataan	Persentase (%)
1.	Pernah mendengar tentang tanaman obat keluarga atau apotek hidup	67
2.	Mengetahui definisi tanaman obat keluarga	53
3.	Mengetahui definisi apotek hidup	40
4.	Mengetahui tanaman yang berkhasiat dalam mengobati infeksi payudara dan organ kewanitaan	53
5.	Mengetahui tanaman toga untuk meredakan payudara bengkak dan nyeri	100
6.	Mengetahui manfaat lidah buaya	53
7.	Mengetahui tanaman yang dapat mencegah infeksi pada organ kewanitaan	100
8.	Mengetahui khasiat bawang putih	93
9.	Mengetahui manfaat tanaman sirih	60
10.	Mengetahui tanaman obat yang dapat mengobati luka bersalin	93
11.	Mengetahui kandungan jamu untuk orang yang baru bersalin	100
12.	Mengetahui kandungan jamu untuk orang yang keputihan	60
13.	Mengetahui kandungan jamu untuk melancarkan haid	53
14.	Mengetahui kandungan jamu untuk wanita yang baru menikah	53
15.	Mengetahui kandungan jamu untuk membersihkan darah nifas	47

Sumber: Data Primer, 2019

Tabel 6. Daftar 10 Jenis Tanaman Obat Keluarga yang Dominan Digunakan dalam Mengatasi Infeksi Payudara & Organ Kewanitaan di Kekeri

No	Jenis Tanaman	Bagian yang Digunakan	Cara Pengolahan	Manfaat	Gambar
1	Banten (*Lannea coroman delica*)	Daun	Diremas-remas dan dioleskan	Obat demam terutama jika terjadi infeksi umum dan organ kewanitaan maupun saluran kencing (Kaur, *et al*., 2013), anti jamur & anti bakteri infeksi kewanitaan (Premjanu, *et al*., 2016)	

2	Turi (*Sesbania grandiflora*)	Daun	Dibuat sayur	Antibakteri infeksi mastitis (Zarkani, 2016), antikanker payudara (Jaikumar & Jasmine, 2016)	
3	Lengkuas (*Alpinia galanga*)	Rimpang	Dihaluskan	Digunakan untuk campuran ramuan herbal atau jamu pasca melahirkan	
4.	Kelor (*Moringa oleifera*)	Daun	Dibuat sayur	Antiretroviral (Monera & Maponga, 2010), antikanker ovarium, payudara (Bose, 2007)	
5	Kersen (*Muntingia calabura* L.)	Buah	Dimakan	Antibakteri pada saluran reproduksi dan kemih (Boopathi, *et al*., 2017)	

6	Katuk (*Sauropus androgynus*)	Daun	Dibuat sayur	Immunomodulator dan agen erythropoiesis, antibakteri (Djati, *et al*., 2017)	
7	Binahong (*Anredera cordifolia*)	Daun	Direbus (air rebusan dipakai berendam)	Mengobati infeksi luka perineum (Wijayanti, *et al*., 2017)	
8	Sirih (*Piper betle*)	Daun	Direbus (air rebusan dipakai berendam)	Antifungi, mengobati keputihan (Ali, *et al*., 2010)	
9	Jahe (*Zingiber officinale*)	Rimpang	Potongan rimpang direbus untuk jamu	Campuran jamu untuk kesuburan (Shalaby & Hamowieh, 2010).	

10	Kunyit (*Curcuma domestica*)	Rimpang	Potongann rimpang direbus untuk jamu	Campuran jamu untuk perempuan pasca persalinan	

Sumber: Data Primer, 2019

PEMBAHASAN

Umumnya, masyarakat Kekeri memelihara tanaman obat yang sekaligus bisa menjadi menu masakan. Jenis tanaman obat yang berkhasiat dalam perawatan payudara dan organ kewanitaan berturut-turut dari yang terbanyak ditanam warga setempat adalah Banten (*Lannea coromandelica*), Turi (*Sesbania grandiflora*), Lengkuas (*Alpinia galanga*), Kelor (*Moringa oleifera*), Kersen (*Muntingia calabura*), Katuk (*Sauropus androgynus*), Binahong (*Anredera cordifolia*), Sirih (*Piper betle*), Jahe (*Zingiber officinale*) dan Kunyit (*Curcuma domestica*). Para tetua di dalam masyarakat mereka umumnya menurunkan informasi dengan media lisan bukan tulisan. Padahal untuk menjaga kelestarian kearifan lokal masyarakat setempat, perlu dilakukan dokumentasi untuk mempermudah dalam memahami dan menyebarluaskannya. Dalam kebudayaan masyarakat setempat, seorang wanita yang telah melahirkan akan dibantu pengobatannya dengan menggunakan obat-obatan tradisional. Ramuan tradisional pasca persalinan yang dikenal oleh masyarakat setempat disebut dengan istilah "serbat". Serbat merupakan minuman campuran sirih, kunyit, gula merah, merica, jeruk nipis dan asam yang dibuat dengan merebus bahan-bahan tersebut menjadi satu lalu dikonsumsi. Menurut masyarakat setempat, minuman tersebut berkhasiat dalam memulihkan diri pasca persalinan yaitu dengan mengempiskan perut yang membesar saat hamil, mengurangi sakit perut, memulihkan kulit perut, memperlancar keluarnya darah nifas, membersihkan rahim, mempercepat penyembuhan luka organ reproduksi. Metode pengolahan lainnya untuk perawatan organ kewanitaan yaitu dengan merebus daun sirih dan dipakai sebagai rendaman saat mandi atau membersihkan organ kewanitaan. Metode pengolahan bahan tanaman untuk menjadi obat tradisional perawatan payudara yaitu dengan direbus, dimakan/diminum atau dioleskan.

KESIMPULAN

Secara umum, masyarakat Kekeri kurang memanfaatkan tanaman toga dalam perawatan infeksi payudara dan organ kewanitaan. Padahal dari segi pengetahuan, sebagian besar mereka sudah mengetahui dengan baik manfaat tanaman toga. Umumnya, masyarakat Kekeri memelihara tanaman obat yang sekaligus bisa menjadi menu masakan sehingga untuk bahan-bahan yang tidak dapat dikonsumsi, mereka tidak menanamnya. Jenis tanaman obat yang berkhasiat dalam perawatan payudara dan organ kewanitaan berturut-turut dari yang terbanyak ditanam warga setempat adalah Banten (*Lannea coromandelica*), Turi (*Sesbania grandiflora*), Lengkuas (*Alpinia galanga*), Kelor (*Moringa oleifera*), Kersen

(*Muntingia calabura*), Katuk (*Sauropus androgynus*), Binahong (*Anredera cordifolia*), Sirih (*Piper betle*), Jahe (*Zingiber officinale*) dan Kunyit (*Curcuma domestica*). Metode pengolahan bahan baku tersebut untuk menjadi obat tradisional perawatan payudara yaitu dengan direbus, dimakan/diminum atau dioleskan. Sedangkan metode pengolahan bahan baku tersebut untuk menjadi obat tradisional untuk perawatan organ intim kewanitaan biasanya dengan dipakai sebagai air rendaman saat mandi atau dikonsumsi sebagai jamu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti ucapkan kepada Ristekdikti yang telah mendanai kegiatan penelitian ini. Terima kasih pula kepada LLDIKTI Wilayah VIII Bali Nusra yang telah membina para dosen untuk senantiasa melaksanakan kewajibannya dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi. Terima kasih kepada pihak institusi Akademi Kebidanan Bhakti Kencana Mataram yang kini telah beralih bentuk menjadi D3 Kebidanan PSDKU Mataram Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Bhakti Kencana dan Universitas Nahdlatul Wathan yang telah mendukung pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ali, I., Khan, F.G., Suri, K.A., Gupta, B.D., Satti, N.K., Dutt, P., & Khan, I.A. 2010. In vitro antifungal activity of hydroxychavicol isolated from *Piper betle* L. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials*, *9*(1), 7.

Arikunto, S. 2010. Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik. Jakarta: Rineka Cipta.

Boopathi, T., Gopalasatheeskumar, K., Parthiban, S., Sangeetha, G., Thanga Kokila, M., & Manimaran, T. 2017. Evaluation of Antimicrobial Activity of *Tecoma stans* and *Muntingia calabura*. *World Journal of Pharmaceutical Research*, *6*(3), 617-627

Bose, C.K. 2007. Possible role of *Moringa oleifera* Lam. root in epithelial ovarian cancer. *Medscape General Medicine*, *9*(1), 26.

Djati, M.S., Rahma, Y.A., Dwijayanti, D.R., Rifai, M., & Rahayu, S. 2017. Synergistic effect of *Elephantopus scaber* L and *Sauropus androgynus* L merr extracts in modulating prolactin hormone and erythropoiesis in pregnant typhoid mice. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, *16*(8), 1789-1795.

Jaikumar, B., & Jasmine, R. 2016. A Review on a few medicinal plants possessing anticancer activity against human breast cancer. *Int J Pharm Tech Res*, *9*, 333-365.

Kaur, R., Jaiswal, M. L., & Jain, V. 2013. Protective effect of *Lannea coromandelica* Houtt. Merrill. against three common pathogens. *Journal of Ayurveda and integrative medicine*, *4*(4), 224.

Kementerian Kesehatan RI. 2014. Infodatin. Pusat Data dan Informasi Kemenkes RI. Jakarta.

Monera, T.G., & Maponga, C.C. 2010. *Moringa oleifera* supplementation by patients on antiretroviral therapy. *Journal of the International AIDS Society*, *13*(4), P188.

Premjanu, N., Jaynthy, C., & Diviya, S. 2016. Antifungal activity of endophytic fungi isolated from *Lannea coromandelica*–an in-silico approach. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci*, *8*(5), 207-210.

Shalaby, M.A., & Hamowieh, A.R. 2010. Safety and efficacy of *Zingiber officinale* roots on fertility of male diabetic rats. *Food and Chemical Toxicology*, *48*(10), 2920-2924.

WHO. 2018. Primary Health Care. http://www.who.int/primary-health/en/. Diakses tanggal 21 Agustus 2018.

Wijayanti, D., Setiatin, E.T., & Kurnianto, E. 2017. Study on postpartum estrus of guinea pigs (*Cavia cobaya*) using *Anredera cordifolia* leaf extract. *Veterinary world*, *10*(4), 375.

Zarkani, A.A. 2016. Antimicrobial activity of *Hibiscus sabdariffa* and *Sesbania grandiflora* extracts against some G–ve and G+ ve strains. *Banats J Biotechnol*, *7*(13), 17-23.

KUALITAS TANAH DI BAWAH TEGAKAN AGROFORESTRI TANAMAN MAHONI DAN SENGON DI TANAH PASIRAN LAHAN SUB OPTIMAL KERING (LSOK) KABUPATEN LOMBOKTIMUR SETELAH 17 TAHUN PENANAMAN

Soil Quality Under Agroforestry Plant of Mahahoni and Albizia Chinensis Trees in Dryland Soil of Pemongkong Vilage of East Lombok After 17 Years of Planting

Suwardji, Sukartono, B.H. Kusumo, L.A. Aria Bakti, Putrawan Habibi

Program Studi Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jalan Pendidikan No 37 Mataram NTB 83125

**email: suwardji@unram.ac.id*

ABSTRAK

Degradasi tanah di wilayah lahan sub optimal kering (LSOK) Provinsi NTB terjadi sangat cepat dengan rata-rata kerusakan mencapai 56.000 ha/tahun. Penerapan agroforestri diyakini merupakan salah satu cara yang paling efektif untuk meningkatkan kualitas lahan di wilayah lahan kering yang kritis. Penilaian perubahan kualitas tanah yang terjadi akibat perbedaan sistem pengelolaan lahan dapat dilakukan dengan menilai anasir-anasir tanah di laboratorium maupun di lapangan yang memerlukan waktu yang lama dan biaya yang cukup mahal serta sumberdaya manusia yang terlatih. Sampai saat ini belum ada indikator cepat yang dapat dijadikan anasir-anasir untuk menilai terjadinya perubahan kualitas tanah/lahan. Penelitian ini bertujuan untuk mencari indikator cepat dalam menilai perubahan kualitas tanah di lahan kering dengan adanya penerapan agroforestri. Penelitian dilaksanakan di wilayah Desa Pemongkong Kabupaten Lombok Timur untuk menilai perubahan yang terjadi terhadap kualitas tanah di bawah agroforestri tanaman Mahoni, tanaman jati, dan tanaman kontrol pada umur tanam 17 tahun. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pengamatan secara kualitatif di lapangan dan pengamatan kuantitatif di laboratorium terhadap sifat fisika, kimia dan biologi tanah serta menghubungkannya terhadap perkembangan sifat morfologi tanah yang berkembang di lapangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah di bawah tegakan Mahoni mempunyai kualitas yang lebih baik dibandingkan tanah di bawah Sengon dan kontrol. Perubahan kualitas lahan dapat terukur dengan baik menggunakan parameter fisika (berat volume tanah), sifat kimia tanah (C/N rasio tanah), dan biologi tanah (aktivitas total mikroorganisme dengan evolusi CO_2). Yang sangat menarik dari hasil penelitian ini adalah perubahan sifat fisika, kimia, dan biologi tanah yang terjadi akibat penerapan agroforestri di bawah tegakan Mahoni, Sengon dan kontrol dapat dihubungkan secara jelas dengan

karakteristik sifat morfologi tanah dan dapat diamati dengan cepat, tepat, murah dan mudah, dengan pemahaman yang baik terhadap sifat morfologi tanah. Sifat dan karakteristik morfologi tanah yang dihasilkan akibat penerapan agroforestri dapat dijadikan sebagai indikator terjadinya perubahan kualitas lahan secara cepat, tepat, mudah, dan murah.

Kata kunci: kualitas tanah, pohon Mahoni dan Sengon, profil tanah, sifat karakteristik tanah

ABSTRACT

Soil degradation in the sub-optimal dry land area (LSOK) of NTB Province occurs very quickly with an average damage reaching 56,000 ha/year. The application of agroforestri is proven to be one of the most effective ways to improve the quality of land in critical dry land areas. Assessment of soil quality that occurs due to differences in land management systems can be done by assessing the properties of soils the laboratory and in the field that requires a long time and is quite expensive and needs trained human resources. Until now there are no quick indicators that can be used as factors to assess changes in soil quality under differences in management systems. This study aims to find quick indicators in assessing changes in the quality of dry land soil with the adoption of agroforestri. The study was carried out in the Pemongkong vilage of East Lombok to assess changes in the soil quality under agroforestri of mahogany, albizia chinensis and control without agroforestri at the age of 17 years applcation. The research method used is a descriptive method with qualitative observations in the field and quantitative observations in the laboratory for physical, chemical and biological properties of the soil as well as linking it to the development of the soil morphology. The results showed that the soil under the mahogany agroforestri had better quality than the soil under the albizia chinensis and control. Changes in soil quality can be measured properly using physical properties of soil (soil volume weight), soil chemical properties (C/N ratio), and soil biology (total activity of microorganisms with CO_2 evolution). What is very interesting findings of this study is that changes in soil physical, chemical and biological properties that occur due to the application of agroforestri under mahogany, albizia chinensis and control can be clearly linked to the characteristics of soil morphological characteristics of soil profile and can be observed quickly, precisely, cheaply and easily, with good understanding of soil morphology. The nature and characteristics of soil morphology resulting from the application of agroforestri can be used as an indicator of changes in land quality quickly, precisely, easily, and cheaply.

Keywords: soil quality, mahahoni and albizia trees, soil profile, soil properties

PENDAHULUAN

Luas lahan kritis di Nusa Tenggara Barat dari waktu ke waktu terus meningkat jumlahnya. Program rehabilitasi hutan dan lahan yang dilakukan pemerintah selama ini kurang berhasil atau bahkan dapat dikatakan sebagian besar gagal. Lahan kritis tersebut tersebar baik di wilayah lahan basah maupun di wilayah lahan kering. Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutuanan Provinsi NTB dalam Angka (2019), jumlah luasan lahan kritis di wilayah NTB mencapai 760.000 Ha yang meliputi 141.376 hektar di dalam kawasan hutan dan 437.270 hektar di luar kawasn hutan. Secara umum luasan lahan kritis jumlahnya terus meningkat tajam di wilayah LSOK. Meningkatnya lahan kritis di wilayah lahan kering tersebut terutama disebabkan oleh kondisi ekosistem lahan kering yang rapuh (*fragile*), sistem pengelolaan lahan yang tidak berkelanjutan, dan kondisi sosial ekonomi budaya serta keadaan sarana dan prasarana pembangunan yang tidak memadai (Suwardji dan Tejowulan, 2002). Dengan kondisi lahan kering yang rapuh tersebut, maka dipastikan akan terjadi kerusakan dan degradasi lahan

yang signifikan dan dapat berimplikasi terhadap ketahanan pangan apabila pengelolannya tidak sesuai dengan kaedah-kaedah konservasi tanah dan air (Lal, 1989).

Areal lahan kering yang luas, komoditas yang beragam, teknologi yang sudah tersedia, dan biaya pengelolaan lahan kering yang relatif tidak mahal, merupakan potensi serta modal dasar yang kuat untuk dapat mengelola dan mensukseskan pembangunan di wilayah ini (Suwardji dan Tejowulan, 2002). Yang dibutuhkan pada saat ini adalah strategi yang handal untuk mengoptimalkan potensi dan peluang yang ada di lahan kering. Apapun bentuk strategi yang hendak diterapkan, model dan teknologi yang digunakan harus mampu memberikan sumbangan ekonomi dan ekologi yang tinggi serta sesuai dengan kondisi sosoial budaya masayrakat.

Dari berbagai teknologi yang tersedia saat ini, sistem agroforestri telah teruji di berbagai tempat dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif strategi untuk mendukung upaya pembangunan pertanian yang berkelanjutan di wilayah lahan kering. Menurut Suwardji dan Tejowulan (2002) keyakinan tersebut dilandasi oleh kemampuan teknologi ini dalam: (1) mengoptimalkan input lokal, (2) meningkatkan pendapatan petani (3) menyediakan lapangan pekerjaan bagi masyarakat, (4) sifatnya teknologi yang diterapkan yang tidak bertentangan dengan kondisi sosial budaya masyarakat, dan (5) memiliki peranan penting dalam upaya rehabilitasi lahan kritis serta yang tidak kalah pentingnya adalah dapat (6) menyediakan jasa lingkungan untuk kepentingan berlangsungnya pembangunan yang berkelanjutan (Suwardji dan Partatanaya, 2018). Dalam hal peningkatan kualitas lahan, tegakan agroforestri memiliki dampak positif dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas biofisik lahan (Siripa dan Kanungkit, 2005). Berdirinya tegakan pohon/tanaman yang intensif akan dapat menekan laju evaporasi dan mengurangi intensitas sinar matahari sehingga akan terbentuk iklim mikro yang kondusif bagi kehidupan mikroorganisme dan tanaman terutama pada musim kering. Penetrasi akar tanaman ke dalam profil tanah dapat menciptakan lapisan subsoil yang granuler dan menciptakan pori yang tidak mudah tersumbat sehingga memacu perkembangan mikromorfologi tanah (Utomo, 1990). Kemampuan agroforestri untuk meningkatkan kualitas sifat fisik, kimia, biologi serta, morfologi tanah dan air tanah merupakan hal yang penting dan vital mengingat hal-hal tersebut merupakan faktor faktor pembatas utama bagi produktivitas tanaman di lahan kering.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat perubahan kualitas tanah dan upaya untuk mencari indikator cepat dalam menilai perubahan kualitas tanah di bawah tegakan sistem agroforestri Mahoni, Sengon, dan kontrol yang telah berumur 17 tahun. Sifat-sifat tanah yang dijadikan sebagai indikator adanya perubahan kualitas tanah dalam penelitian ini diantaranya adalah: (1) indikator-indikator fisika (kadar lengas dan berat volume tanah), (2) morfologi (sesuai prosedur pencandraan profil tanah Soil Survey Staff, 2005), (3) kimia (C/N rasio), dan (4) biologi (evolusi CO_2). Untuk menilai perubahan yang terjadi pada beberapa anasir kualitas tanah yang dapat digunakan untuk mengembangkan metode cepat, mudah, murah dan akurat untuk menilai perubahan kualitas tanah akibat penerapan sistem agroforesti di bawah tegakan tanaman Mahoni, Sengon dan kontrol setelah 17 tahun penerapan.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Pengamatan profil tanah menggunakan alat meteran, buku *muncel colour*, pisau, cangkul, skop, pH stik, H2O2 30% dan 10%, HCl 2N, botol semprot, *clinometer*, penetrometer, ring sampel, plastik sempel, label, spidol permanen, timbangan analitik *portable* dengan ketelitian 0,01 g, cepuk sampel kadar lengas bertutup, blanko pengamatan profil tanah, kertas saring, tisue, dan aqua.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Data dan informasi dikumpulkan, dianalisis, dan diinterpretasikan serta dibahas untuk digunakan sebagai bahan acuan dalam menarik kesimpulan dan pemberian saran serta rekomendasi (Sugiyono, 2017).

Penelitian tentang perubahan kualitas tanah ini mencakup penelitian di lapangan dan analisis di laboratorium. Penelitian di lapangan telah dilaksanakan pada jenis tanah inceptisol di bawah tegakan Mahoni, Sengon dan kontrol yang dibiarkan bero/ditanam tanaman pangan tidak ada tanaman agroforestri serta yang telah berumur 17 tahun dijadikan sebagai pembanding. Lokasi agroforestri buatan sekitar 100 ha termasuk di dalam kawasan Desa Pemongkong Kecamatan Jerowaru, Kabupaten Lombok Timur. Analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Fisika, Kimia, dan Biologi Tanah Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Mei sampai September 2019.

Parameter yang digunakan untuk penentuan kualitas tanah meliputi parameter sifat morfologi (perkembangan tanah), fisika (BV tanah dan Kadar lengas), kimia (C/N *ratio*) dan biologi tanah (CO_2 evolusi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Sifat Fisika dan Kimia Tanah

Kadar Lengas Tanah

Berdasarkan data Tabel 1, terlihat bahwa kadar lengas tertinggi diperoleh pada lahan tanpa agroforestri yakni 7,17% dibandingkan dengan lahan agroforestri di bawah Sengon (5,48%) dan lahan di bawah agroforestri Mahoni4,34%. Hal ini disebabkan karena air di lahan agroforestri hilang dalam jumlah yang lebih besar karena air diserap oleh akar tegakan, evaporasi dan evapotranspirasi. Sedangkan kadar lengas yang lebih besar pada lahan kontrol dapat disebabkan oleh adanya partikel tanah yang halus, air tersimpan dipermukaan tanah oleh vegetasi rumput yang membutuhkan sedikit air yang hilang baik oleh penyerapan akar tanaman dan transpirasi gulma (CSIRO, 1993).

Tabel 1. Perubahan sifat fisika, kimia dan biologi tanah

Perlakuan	Tekstur	Kadar Lengas %	BV (g/cm3)	C-Org (%)	N-Total (%)
Tanpa Agroforestri	Liat	7,17	1,16	1,20	0,13
Agroforestri Sengon	4,34	5,48	1,05	1,62	4,20
Agroforestri Mahoni	5,48	4,34	0,96	2,20	5,40

Berat Volume Tanah

Dari Tabel 1 di atas terlihat bahwa, berat volume tanah berturut-turut terbesar dari lahan kontrol (1,16), lahan agroforestri Sengon (1,05), dan lahan agroforestri Mahoni (0,96). Hal ini menunjukkan bahwa semakin halus partikel tanah maka semakin besar nilai berat volume tanah. Pada lahan agroforestri yang telah berkembang berat volume tanah untuk mencapai titik keseimbangan dengan jumlah pori makro dan mikro yang seimbang dan baik dan mempunyai kemampuan yang baik dalam lalu lintas udara dan air. Dalam konteks kualitas lahan, hasil ini memiliki makna bahwa pada kondisi hujan yang lebat tanah bagian atas mampu melalukkan dan menyimpan air tanpa terjadinya *run off* karena adanya pori-pori makro yang mampu melalukan air dalam jumlah yang sangat besar. Hal yang sama juga ditemukan Suwardji dan Eberbach (1998) akibat sistem pengolahan tanah terbatas dan tanpa olah tanah pada tanah Alfisol di New South Wales Australia setelah 17 tahun perlakuan tanpa olah tanah dan pengolahan tanah yang intensif. Sedangkan pada musim kemarau yang panjang, tanah mampu menggerakkan air dari lapisan atas ke lapisan bawah melalui pergerakan air tidak jenuh jia terjadi hujan walaupun jumlahnya sangat kecil. Proses ini penting di wilayah lahan kering, karena curah hujan sangat singkat dan air hanya tersimpan pada permukaan tanah seperti yang telah dikemukakan oleh Suwardji dan Eberbach (1998). Lebih jauh dengan semakin seimbang proporsi pori makro dan pori mikro akar tanaman akan dapat tumbuh dan lebih berkembang ke lapisan tanah yang lebih dalam sehingga peluang untuk terjadinya aliran air ke atas (*capilarity up flow*) dapat terjadi sehingga dapat menghindari tanaman dari kondisi kering dan stres air.

Bahan Organik Tanah

Hasil analisis menunjukkan bahwa secara berurutan C-organik tertinggi terdapat pada tanah agroforestri Mahoni (2,20 %), diikuti tanah agroforestri Sengon (1,62%), dan kontrol tanpa agroforestri (1,26 %). Hal ini menunjukkan bahwa pada tanah di bawah agroforestri yang menghasilkan sersah tinggi akumulasi C-organik terjadi dan dibuktikan dengan tingginya akumulasi seresah pada permukaan tanah. sedangkan pada lahan agroforestri Sengon yang seresahnya mudah terdekomposisi dapat di amati sisa-sisa bahan yang jatuh ke permukaan tanah telah terdekomposisi lebih baik dibandingkan dengan di bawah agroforestri Mahoni. Hasil penelitian ini sesuai dengan pernyataan Fisher dan Binkley (2000) yang menyatakan bahwa pada lahan agroforestri yang lebih tua, C-organik lebih rendah dari pada lahan agroforestri yang lebih muda karena C-organik telah terdekomposisi lebih lanjut menjadi berbagai macam senyawa Nitrogen Total Tanah.

Dari Tabel 1 terlihat bahwa tanah di bawah agroforestri Mahoni yang berumur 17 tahun mempunyai kadar N total yang paling tinggi yaitu 5,40 %, dibandingkan dengan tanah di bawah agroforestri Sengon (4,20 %). Kadar N total terendah diperoleh pada perlakuan kontrol tanpa agroforestri sebesar 0,13 %. Kadar N total yang tinggi di bawah tegakan agroforestri Mahoni diduga disebabkan oleh adanya proses mineralisasi bahan organik yang lebih tinggi karena jumlah dan kualitas seresah yang lebih tinggi di bandingkan dengan kadar C/N yang di bawah tegakan Sengon atau tanpa tanaman agroforesri.

Sedangkan kandungan N yang lebih rendah pada lahan agroforestri Sengon disebabkan karena kuantitas dan kualitas bahan organik yang dihasilkan seresah Sengon masih di bawah jumlah dan kualitas bahan organik yang dihasilkan oleh seresah Mahoni. Selain itu N hasil dekomposisi bahan organik digunakan oleh mikroorganisme tanah dan tanaman untuk

perkembangannya, sehingga N berada dalam jumlah kecil pada lahan agroforestri N yang mempunyai kuantitas dan kualitas lebih rendah (Fisher dan Binkley, 2000).

Dari nilai C-organik total dan Nitrogen total di atas, maka dapat disimpulkan bahwa tingkat kematangan bahan organik tanah semakin membaik justru pada tanah di bawah agroforestri Mahoni. Hal ini menunjukkan bahwa umur agroforestri 17 tahun pada lahan agroforestri telah mampu menghasilkan C/N yang matang, sedangkan angka C/N rasio untuk tanah di bawah agroforestri Sengon lebih tinggi dan tanah di bawah kontrol mempunyai C/N ratio yang relatif tinggi. Hal ini boleh jadi produksi seresah di bawah kontrol belum mampu didekomposisi karena berbagai faktor seperti kondisi tanah yang relatif kering atau faktor faktor lainnya. Kematangan bahan organik juga berperan dalam perbaikan agregasi tanah, pembentukan struktur tanah yang dinamis dan daya tahan air tanah (Ford,1998).

Perubahan Sifat Biologi Tanah

CO2 Evolusi

Berdasarkan data yang diperoleh selama 30 hari inkubasi, ditemukan bahwa aktivitas mikrobia CO_2 evolusi pada tanah di bawah tegakan agroforestri lebih tinggi dan lebih konsisten dari pada lahan kontrol yang tidak di bawah agroforestri. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar bahan organik dan kualitas bahan organik di bawah tegakan agroforesri dan semakin matang tingkat dekomposisi bahan organik tersebut, semakin meningkat aktivitas mikrobia tanah yang terlihat melalui CO_2 evolusi. Karena itu, aktivitas mikrobia tanah berhubungan negatif dengan C/N rasio. Hal ini sesuai dengan pernyataan Maftu'ah, dkk., (2005) yang menyatakan bahwa biota tanah umumnya menyukai bahan organik kualitas tinggi (bahan organik dengan C/N rasio rendah).

Tabel 2. Evolusi CO_2 (mg C/100 g tanah) Lama Inkubasi (hari)

Perlakuan	**5**	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**	**Total**
Tanpa Agroforestri	0,15	1,80	1,75	1,60	1,75	1,50	8,55
Agroforestri Sengon	0,50	2,00	2,20	2,10	1,8	1,60	10,20
Agroforestri Mahoni	1,75	2,40	2,5	2,75	2,55	2,25	14,20

Dari hasil yang diperoleh, maka diketahui bahwa telah terjadi perubahan kualitas lahan di wilayah lahan kering dengan adanya penerapan agroforestri. Perubahan tersebut terukur dengan meningkatnya kualitas sifat fisik dan biokimia tanah. Namun penilaian berbagai indikator tersebut memerlukan biaya yang besar, waktu yang lama, dan memerlukan sumber daya manusia yang terlatih. Oleh karena itu, dibutuhkan indikator untuk menilai perubahan kualitas lahan di bawah tegakan agroforestri di wilayah lahan kering dengan cepat, tepat dan sederhana. Metode yang dapat digunakan untuk menilai perubahan kualitas lahan dengan adanya penerapan agroforestri dapat dilakukan dengan melihat perubahan karakteristik morfologi tanah.

Perubahan Sifat Morphologi Tanah di bawah

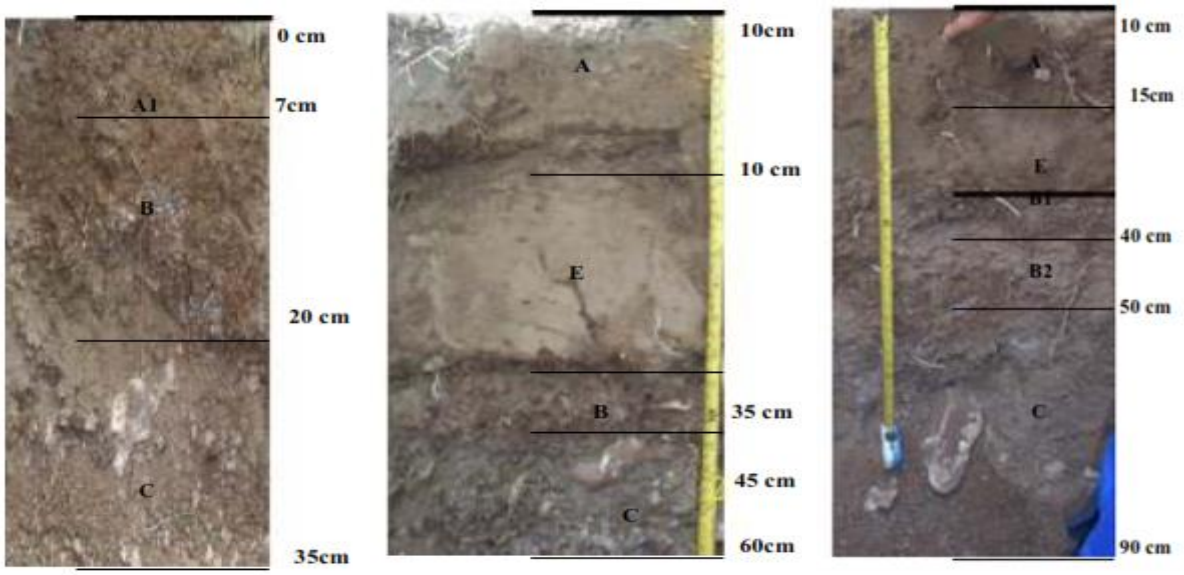
Sistem Agroforestri dan Perkembangan Tanah

Penerapan jenis agroforestri berpengaruh terhadap tingkat perkembangan tanah yang terlihat dengan terbentuknya lapisan dan horizon tanah yang lebih berkembang di lahan

agroforestri daripada horizon tanah yang berada di lahan kontrol (Gambar 1-3) yang menandakan bahwa tingkat keadaan dan proses fisika, kimia dan biologi tanah telah mencapai keseimbangan pada lahan agroforestri. Hal ini tergambar melalui tingkat perkembangan tanah yang semakin membaik dan mencapai keseimbangan pada umur 17 tahun penerapan agroforestri.

Adanya penetrasi akar tanaman, bahan organik tanah, aktifitas biota tanah, dan stabilnya sifat fisik tanah akan memperbaiki porositas dan ekosistem mikro tanah. Secara mekanik menurut Ford (1998), terbentuknya porositas tanah yang seimbang, BV dan dan struktur tanah yang dinamis di permukaan tanah akan memperbaiki proses pencucian, translokasi dan transformasi bahan organik dan mineral tanah sehingga terbentuk horizon tanah yang lebih berkembang dibawahnya. Sedangkan secara biokimia, proses mineralisasi dan immobilisasi (aktifitas biota tanah), translokasi dan transformasi bahan organik serta bahan mineral tanah (akibat pencucian) akan mengendap dan membentuk horizon tempat terakumulasinya hasil pencucian.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa asumsi dan tujuan yang dibuat yaitu untuk menilai perubahan kualitas lahan dan mencari indikator kualitas lahan di bawah tegakan agroforestri di wilayah lahan kering marjinal telah termanifestasikan dan ditemukan melalui adanya perubahan sifat morfologi tanah.



a) b) c)

Gambar 1. Perubahan Morfologi Tanah setelah berumur 17 tahun;
a) Morfologi Profil Tanah pada kontrol tidak ada agroforestri, b) Morfologi Profil Tanah pada sistem agroforestri Sengon, c) Morfologi Profil Tanah pada sistem agroforestri Mahoni

KESIMPULAN

Agroforestri mampu meningkatkan kualitas tanah di wilayah lahan kering. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka indikator sifat fisika tanah (berat volume tanah dan kadar lengas tanah), indikator kimia tanah (C/N rasio), sifat biologi tanah (evolusi CO2) serta indikator kualitas sifat morfologi tanah (perkembangan tanah) telah mengalami perubahan dan

dapat terukur melalui pemahaman tentang hubungan timbal balik (interrelationship) antara indikator yang telah ditemukan.

Agroforestri di bawah Mahoni menghasilkan kualitas tanah yang lebih baik dibandingkan dengan agroforestri dibawah Sengon dan tanpa tanaman agroforestri. Hal yang paling menarik dari hasil penelitian ini adalah tingkat perubahan kualitas tanah (kualitas sifat fisik, kimia dan biologi tanah) yang terrjadi dapat termanifestasikan dan terukur dengan baik di wilayah lahan kering hanya dengan menilai dan menggunakan indikator kualitas sifat morfologi tanah (perkembangan tanah di bawah tegakan agroforestri dan kontrol) dengan cepat, tepat, mudah, dan murah.

DAFTAR PUSTAKA

CSIRO. 1993. Land Care Science in Action: Tree-Clearing in the Semi-Arid Tropic.CSIRO Publication. Australia.

Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2019. Data Kerusakan Hutan dan Lahan Kritis Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Fisher, F., and Binkley, D. 2000. Ecology end Management of Forest Soil. Tihrd Edition. Jhon Wiley and Sons, inc. New York.

Ford, D.H. 1998. Soil Fertility and Fertilizer. Mac Millan. New York.

Lal, R. 1989. Consevation Tillage for Sustainable Agriculture: Tropic versus Tenperat Invironment. Advences in Agronomy. 42:85-197.

Maftu'ah. E., Alwi. M., dan Willis. M. 2005. Potensi Makrofauna Tanah sebagai Bioindikator Kualitas Tanah Gambut. Volume 2 Nomor 1, Januari 2005;1-14.

Siripa, P., and Kanungkit, L. 2005. Change of Soil Properties After 10 years Forest Plantation in Thailand.

Soil Survey Staff. 2005. Keys to Soil Taxonomi. 10th ed. USDA, US Goverment Printing Office, Washngton DC.

Suwardji dan I.G.L. Partatanaya. 2018. Alih Fungsi Lahan dan Dampaknya Terhadap Ketahanan Pangan Nasional. Makalah yang Disampaikan Pada Seminar Nasional Perhimpunan Mahasiswa Agroteknologi se Indonesia di Universitas Tribuana Tunggadewi Malang 27 M

Sugiyono. 2017. Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kwantitatif. Yokyakarta Press. 278 halaman.

Suwardji dan P. Eberbach. 1998. Seasonal changes of physical properties of Oxic Paleustalf after 16 Years of Direct Drilling or Conventional Cultivation. Soil and Tillage Research 49(1998):65-77.

Suwardji dan Joko Priyono. 2004. Lahan Kritis: Kriteria Identifikasi Untuk Keperluan Inventarisasi Luasanya di Provinsi NTB. Makalah yang disampaikan dalam Workshop Penyamaan Persepsi Untuk Mencari Kriteria Identifikasi dan Inventarisasi Lahan Kritis Provinsi NTB di Lingkungan Dinas dan Instansi Terkait Provinsi NTB, Tanggal 7 Agustus 2004.

Suwardji dan Tejowulan. 2002. Pertanian Lahan Kering di Propinsi NTB, Prospek dan Kendala Pengembangannya. Makalah Seminar Nasional Pengembangan Sumberdaya Lokal di Universitas Wangsa Manggala, Yogyakarta.

Utomo, M. 1990. Budidaya Pertanian Tanpa Olah Tanah. Teknologi untuk Pertanian Berkelanjutan. Direktorat Produksi Padi dan Palawija Departemen Pertanian, Jakarta.

EFEKTIFITAS IMPLEMENTASI SKEMA KEMITRAAN KEHUTANAN DI KAWASAN HUTAN SAMBELIA KABUPATEN LOMBOK TIMUR

Effectiveness of Implementation on Forestry Partnership Scheme in Sambelia Forest Area, East Lombok District

Markum*, Andy C Ichsan, Maiser Saputra, M Rifky Tirta Mudhofir

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Mataram
**email: markum.exp@gmail.com*

ABSTRAK

KPHL Rinjani Timur telah menjalin kemitraan kehutanan dengan Kelompok Tani Hutan Harapan Bersama di Desa Sugian, Kecamatan Sambelia Lombok Timur, tahun 2016. Tujuan kemitraan memberikan akses pengelolaan hutan yang lebih pasti kepada masyarakat agar lebih sejahtera dan hutan lestari. Tujuan penelitian adalah menganalisis tingkat efektivitas implementasi skema kemitraan kehutanan dan merumuskan gagasan strategis untuk mendorong implementasi kebijakan kemitraan lebih efektif. Metode penelitian deskriptif, pengumpulan data melalui serangkaian observasi lapangan, wawancara dan Focus Group Discussion (FGD). Dari populasi sebanyak 98 orang, ditetapkan secara random sampling teknik Slovin, dengan margin error 10 %, sehingga diperoleh 31 responden. Variabel yang diteliti meliputi aspek persepsi dan konsistensi implementasi terhadap kesepakatan kemitraan. Untuk menguji tingkat efektivitas digunakan analisis skoring yang menggabungkan nilai skor untuk persepsi dan penerimaan (bobot 20) dan konsistensi implentasi (bobot 80). Analisis skoring memiliki interval penilaian antara 0-100, dengan 4 kriteria keputusan: sangat efektif, efektif, kurang efektif, tidak efektif. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tingkat efektivitas kemitraan termasuk kategori kurang efektif, dengan perolehan skor 52,2. Gambaran tentang kurang efektif tersebut di deskripsikan bahwa petani memiliki persepsi dan penerimaan yang baik (skor 15,4), tetapi rendah dalam konsistensi pelaksanaan (skor 36,8). Faktor ketidakberhasilan disebabkan oleh faktor keamanan, kebakaran hutan dan kekeringan. Tindakan strategis yang perlu dilakukan adalah dengan memperkuat kelembagaan petani dalam berperan keamanan hutan, dan pilihan kombinasi tanam yang bisa lebih resisten terhadap kekeringan.

Kata kunci: efektivitas, kemitraan kehutanan, Kecamatan Sambelia

ABSTRACT

The Rinjani Timur KPHL (a protect forestry management unit) has established a forestry partnership with the Harapan Bersama Forest Farmer Group in Sugian Village, Sambelia Sub-district, East Lombok, 2016. The purpose of the partnership is to provide access to more certain forest management

for the community to be more prosperous and sustainable forests. The research objectives are analyzing the effectiveness of the implementation of the KPHL partnership scheme and formulating strategic ideas to encourage the implementation of a more effective. The research method is used descriptive, data collection through a series of field observations, interviews and Focus Group Discussion (FGD). From a population of 98 people, a random sampling technique of Slovin was determined, with a margin of error of 10%, so as to obtain 31 respondents. The variables studied include aspects of perception and consistency of implementation of the partnership agreement. To test the level of effectiveness used scoring analysis that combines the score for perception (weight 20) and consistency (weight 80). Scoring analysis will be divided into intervals between 0-100, with 4 decision criteria: very effective, effective, less effective, ineffective. This study concluded that the level of effectiveness in the category of less effective, with the acquisition of a score of 52.2. The description of the ineffectiveness is described that farmers have a good perception and acceptance of the partnership (score 15.4), but low in consistency in implementation (score 36.8). The factor of failure in partnership is due to safety, forest fire and drough. The strategic action that needs to be taken is to strengthen farmers' institutions in the role of forest security, and the choice of planting combinations that can be more resistant to drought.

Keywords: effectiveness, partnership forest, Sambelia Subdistrict

PENDAHULUAN

Skema kemitraan kehutanan dimaksudkan dalam kerangka pemberdayaan masyarakat untuk meningkatkan kemampuan serta kemandirian masyarakat dalam pengelolaan hutan dan meningkatkan kesejahteraannya (Permen LHK No 83 Tahun 2016). Menurut (Markum, *et al*., 2006; Sutejo, 2014; Suradiredja, *et al.*, 2018) bahwa salah satu kantong kemiskinan adalah masyarakat yang berada pada sekitar kawasan hutan, dengan pekerjaan utama sebagai petani hutan dengan luasan lahan yang dikelola berkisar 0,25-1 ha, dan tidak jarang masyarakat tidak memiliki lahan garapan. Masyarakat yang tinggal di sekitar hutan memiliki keterbatasan dalam pilihan sumber pekerjaan, sehingga mereka menggantungkan sebagian besar kebutuhan hidupnya dari hasil hutan. Faktor tersebut sebagai salah satu penyebab rentannya hutan dari kerusakan dan perambahan.

Skema Kemitraan Kehutanan tersebut telah diterapkan di Desa Sugian, Kecamatan Sambelia, Kabupaten Lombok Timur, yaitu antara Kelompok tani hutan (KTH) "Harapan Bersama" bermitra dengan KPHL Rinjani Timur (Rintim) selaku pengelola kawasan hutan. Dalam perjanjian kemitraan antara kedua belah pihak disepakati untuk melakukan penanaman Sengon (*Pharaseriantes falcatari*) sebagai tanaman utama. Peran KPHL Rinjani Timur adalah menfasilitasi masyarakat untuk mendapatkan legalitas mengelola hutan, menyediakan bibit dan melakukan kegiatan pendampingan. Kemitraan ini dinilai penting oleh KPH, karena masyarakat sebelumnya telah lebih dulu menduduki kawasan hutan atau illegal, sehingga skema kemitraan ini diharapkan juga dapat meredam kasus-kasus perambahan hutan oleh masyarakat (KPHL Rinjani Timur, 2014).

KPHL Rinjani Timur merupakan salah satu dari 23 KPH di provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Luas wilayah kerja dari KPHL Rinjani Timur yang didasarkan atas tata batas yang dilakukan adalah seluas 37.063,67 ha, yang terdiri dari 31.498,67 ha hutan lindung dan 5.565 ha hutan produksi. Berdasarkan administrasi luasan wilayah kerja tersebut tersebar kedalam beberapa kecamatan yaitu Kecamatan Sembalun, Sambelia, Pringgabaya, Suela,

Wanasaba, Aikmel dan Jerowaru (RPHJP KPHL Rinjani Timur 2014-2023 KPHL Rinjani Timur, 2014). Berdasarkan data administrasi tersebut, kegiatan kemitraan tersebut berada pada kecamatan Sambelia.

Kelompok Tani Hutan (KTH) Harapan Bersama merupakan kelompok masyarakat yang melakukan pengelolaan hutan di daerah Sambelia tepatnya berada pada Desa Sugian. KTH Harapan Bersama pada dasarnya telah terbentuk sebelum tim pendamping dari KPHL Rinjani Timur masuk dan mensosialisasikan kemitraan di Desa Sugian. KTH Harapan Bersama terbentuk dari hasil kesepakatan beberapa orang dengan struktur kepengurusan tanpa adanya musyawarah telebih dahulu, dampak dari terbentuknya kelompok tanpa proses musyawarah. Selain itu KTH yang dibentuk hanya dilakukan penunjukan tampa adanya dokumen sah yang menguatkan kelompok secara legal dalam melakukan pengelolaan hutan (Hardiyanti, 2017).

Berdasarkan surat perjanjian kemitraan antara KPHL Rinjani Timur dengan KTH Harapan Bersama terdapat beberapa poin perjanjian yang tertuang didalamnya yang antara lain: masyarakat Desa Sugian yang tergabung dalam KTH Harapan Bersama sepakat untuk melakukan kerjasama dengan KPHL Rinjani Timur selaku pihak pengelola hutan untuk bersama-sama mengelola kawasan hutan produksi yang berlokasi di Desa Sugian Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur, luasan kawasan yang dimitrakan adalah seluas ± 285 ha, dengan bentuk kerjasama yang diusahakan adalah hasil hutan kayu (HHK) dimana tanaman yang diusahakan adalah Sengon Laut *(Pharaseriantes falcataria)* yang ditanam dengan sistem jalur dengan jarak tanam 5 x 3 m^2, tanaman yang ditanam akan dilakukan pemanenan 5 tahun sejak tahun penanaman, sistem bagi hasil yang diterapkan adalah 40% untuk KPHL Rinjani Timur selaku pengelola, 57% untuk petani penggarap, 2% untuk kelembagaan/kelompok, dan 1% untuk pemerintah desa setempat. (Surat Perjanjian Kemitraan Kehutanan, 2016).

Sampai sekarang kemitraan telah berjalan kurang lebih selama tiga tahun. Sebagaimana menurut Hadi, *et al.*, (2011) bahwa fungsi evaluasi adalah dapat memberikan informasi yang valid terkait kinerja kebijakan, program atau proyek, yaitu seberapa jauh sebuah tujuan telah tercapai, memberikan penjelasan ketika sebuah program berhasil atau sebaliknya, dan berdasarkan data tersebut dapat digunakan sebagai dasar pengambilan suatu keputusan terhadap suatu permasalahan sehingga dapat memberikan rekomendasi penyelesaian terhadap suatu masalah.

Berdasarkan hal tersebut, penting untuk dilakukan penelitian, sejauh mana tingkat efektifitas dari implementasi kemitraan tersebut, apakah kemitraan yang telah disepakati berjalan sebagaimana mestinya (efektif) atau telah terjadi pembiasan sehingga tujuan semula menjadi tidak efektif. Tujuan penelitian untuk menganalisis tingkat efektivitas implementasi skema kemitraan kehutanan antara KPHL Rinjani Timur dengan masyarakat di Desa Sugian dalam pengelolaan kawasan hutan di Sambelia, dan merumuskan gagasan strategis untuk mendorong implementasi kebijakan pada skema kemitraan kehutanan menjadi lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif, metode yang bertujuan untuk mengeksplorasi atau mengklarifikasi mengenai suatu fenomena atau kenyataan sosial yang ada saat ini dengan cara mendeskripsikan variabel yang berkaitan dengan masalah yang

ingin diteliti, menganalisis dan menarik kesimpulan (Faisal, 2010). Penelitian ini dilaksakan pada tahun 2019, selama enam bulan mulai Mei – September 2019. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung oleh peneliti dari hasil wawancara langsung dengan pihak pengelola KPHL Rinjani Timur serta masyarakat yang bermitra. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari dokumen yang berasal dari berbagai instansi terkait (Sugiyono, 2009).

Responden adalah masyarakat yang tergabung dalam KTH Harapan Bersama yang berjumlah 196 orang. Namun dari jumlah tersebut yang aktif dalam keanggotaan dan ikut bermitra dengan KPHL Rinjani Timur adalah 98 orang (Hardiyanti, 2017). Sehingga dalam penelitian ini yang dijadikan sebagai responden adalah masyarakat yang tergabung dalam KTH Harapan Bersama serta aktif dan mengikuti kemitraan dengan KPHL Rinjani Timur. Dari populasi tersebut dilakukan penarikan sampel dengan acak sederhana (*Simple Random Sampling*) menggunakan rumus *Slovin* dengan *margin error* 15%. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus *Slovin* jumlah responden yang diwawancara dalam penelitian ini adalah sebanyak 31 orang. Dalam pengumpulan data teknik yang digunakan adalah observasi, wawancara dengan instrumen kuesioner, verifikasi lapang dan dokumentasi.

Kebutuhan analisis tentang tingkat efektivitas implementasi skema kemitraan, variabel yang diteliti meliputi: persepsi dan penerimaan petani terhadap skema kemitraan, dan konsistensi pelaksanaan komponen kemitraan yang disepakati dengan yang diterapkan di lahan petani meliputi: jumlah bibit Sengon laut yang diterima oleh petani hutan, jumlah bibit tanaman Sengon laut yang ditanam oleh petani hutan, penerapan penggunaan sistem tanam jalur, penerapan jarak tanam 5 x 3 m^2, sistem pemeliharaan dan pembibitan yang diterapkan oleh petani hutan dan persentasi tumbuh tanaman Sengon laut. Sedangkan untuk nalisis rumusan atau gagasan strategis sebagai masukan kebijakan adalah dengan mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat implementasi skema kemitraan, dan penelusuran rumusan strategis dari aspek budidaya, konsep kemitraan, dan dukungan teknis dan non teknis.

Instrumen analisis untuk mengukur tingkat efektivitas implementasi skema kemitraan digunakan analisis skoring sebagai berikut (Tabel 1).

Tabel 1. Penilaian bobot dan kisaran skore

Komponen	Bobot Penilaian	Kisaran Skor
1. Persepsi dan penerimaan petani terhadap skema kemitraan	20	0-20
2. Konsistensi penerapan kemitraan	80	0-80
Total Kisaran Skor		0 – 100

Keterangan: a = Jumlah kisaran nilai score persepsi dan penerimaan petani (0-20)
b = Jumlah kisaran nilai score konsistensi pelaksanaan (0 – 80)

Instrumen pengukuran persepsi dan penerimaan menggunakan penilaian dengan skala likert (0-4) dimana 0 menggambarkan persepsi dan penerimaan yang buruk, dan angka 4

menunjukkan persepsi dan penerimaan yang sangat baik. Jumlah unit dalam komponen persepsi dan penerimaan petani ada sebanyak 5 unit pertanyaan. Nilai Skor untuk persepsi petani terhadap penerimaan kemitraan dapat dihitung dengan persamaan 1.

$$Nilai\ skor = \frac{a}{124} \times 20 \quad \text{.....(1)}$$

Dimana:

a = Jumlah nilai yang diperoleh semua responden
124 = nilai tertinggi yang bisa diperoleh seluruh responden
20 = Bobot nilai skor

Analisis konsistensi yang gunakan dalam penelitian ini adalah persentase perbandingan antara kesepakatan dengan penerapan dikalikan dengan 80 (bobot penilaian). Kriteria keputusan untuk penilaian efektivitas adalah menggabungkan nilai persepsi (skor 0-20) dan nilai konsistensi (skor 0-80) sebagai berikut (Tabel 2).

Tabel 2. Penilaian tingkat efektivitas

Kisaran Perolehan Skor	Kriteria Penilaian
81 -100	Sangat efektif
61 - 80	Efektif
41 - 60	Kurang efektif
0 - 40	Tidak efektif

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Sebagian besar mata pencaharian responden adalah petani hutan (90%), buruh tani (6%) dan selebihnya adalah usaha kecil. Responden mengandalkan hasil kelola lahan garapan di kawasan hutan, yang ditanami dengan beragam tanaman, baik tanaman tahunan dan tanaman semusim. Tanaman semusim yang banyak ditanam adalah jagung, kedele, dan padi gogo. Sedangkan tanaman tahunan yang dimanfaatkan hasilnya adalah mete dan sebagian kecil tanaman buah-buahan seperti nangka, dan alpukat. Namun andalan petani adalah pada produksi tanaman pangan.

Luas lahan garapan petani bervariasi, antara 0,16 – 1,75 ha atau rata-rata 0,92 ha, lebih luas jika dibandingkan dengan lokasi lain di Sesaot, Lombok Barat (0,3 ha), di Santong KLU (0,5 ha), dan di Aikbual Lombok Tengah (0,5 ha) (Markum, *et al.*, 2014).

Tabel 3. Distribusi luas lahan responden

No	Luas Lahan (ha)	Jumlah	Presentase (%)
1	<0,5	7	22
2	0,5-1	15	48
3	>1	9	30
		31	100

Sumber: Data primer

Meskipun dari luas areal garapan lahan kelola rata-rata lebih luas dibandingkan lokasi lain di Pulau Lombok, namun kendalanya adalah di Kawasan Hutan Sambelia curah hujan dan jumlah hari hujan rendah. Data BMKG (2016), menunjukkan bahwa pada curah hujan di Sambelia sebesar 876 mm dan jumlah hari hujan 77 hari. Dengan kondisi iklim seperti itu, pada akhirnya kawasan hutan tersebut memiliki faktor pembatas yang tinggi, antara lain resiko tumbuh tanaman yang rendah dan kecilnya pilihan jenis tanaman yang bisa diusahakan oleh petani.

Persepsi Responden

Persepsi adalah sikap penerimaan responden terhadap isi kemitraan kehutanan yang terdiri atas lima komponen, yaitu: (a) tanaman yang disepakati adalah Sengon laut *(Pharaseriantes falcataria),* (b) penerapan sistem tanam jalur, (c) jarak tanam 5 x 3 m^2, (d) waktu panen 5 tahun dan (e) sistem bagi hasil yang disepakati 40% untuk KPHL Rinjani Timur, 57% untuk petani penggarap, 2% untuk kelompok, dan 1% untuk pemerintah desa. Dalam sistem kemitraan ini, KPHL Rintim menyediakan bibit Sengon yang didistribusikan kepada petani melalui kelompok. Tidak ditentukan berapa jumlah bibit yang harus diterima oleh petani, tetapi petani dapat mengambil langsung bibit tersebut di tempat yang telah disediakan. Cara pendistribusian bibit tersebut punya tujuan positif, yaitu mendorong kesadaran individu untuk memanfaatkan bibit yang ada, agar ditanam di lahan garapannya.

Berdasarkan isi kemitraan dan fasilitas yang telah disediakan oleh KPHL Rintim, secara umum persepsi responden terhadap kemitraan termasuk baik. Artinya responden menerima dengan baik isi kemitraan tersebut, dan berharap bahwa sistem kemitraan mampu menjadi sumbangan pendapatan dan membantu pemulihan pelestarian hutan yang kondisinya telah terbuka atau tutupan vegetasi rendah. Gambaran tentang penerimaan responden terhadap semua komponen disajikan pada tabel berikut (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai skor responden terhadap penerimaan kemitraan

Persepsi Responden	Jumlah Responden tentang Persepsi Responden terhadap Isi Kemitraan (orang)				
	Jenis Tanaman (Sengon)	Sistem Tanam Jalur	Jarak Tanam (5 x 3 m^2)	Waktu Panen (5 tahun)	Sistem Bagi Hasil
1. Sangat Setuju (4)	9	1	3	7	3
2. Setuju (3)	22	30	22	19	25
3. Cukup (2)	0	0	6	5	2
4. Kurang (1)	0	0	0	0	0
5. Tidak Setuju (0)	0	0	0	0	0
Jumlah (a) :	102	103	90	95	91
Nilai Skor*)	16	17	14	15	15

Sumber: Data primer

Keterangan*): $\frac{a}{124} \times 20$

Interval nilai skor adalah antara 0 – 20, dimana setiap komponen memiliki peluang mendapatkan angka 0 – 20; 0 menunjukkan penerimaan sangat rendah dan 20 menunjukkan

penerimaan sangat tinggi (Skala Likert). Dari hasil analisis (Tabel 4) di atas menunjukkan bahwa nilai 5 komponen berada pada interval 14 – 17, atau rata-rata 15,4, bisa disimpulkan bahwa persepsi petani terhadap skema kemitraan kehutanan adalah tinggi.

Konsistensi Implementasi Kemitraan

Konsistensi pada prinsipnya membandingkan antara penerimaan kemitraan dengan implementasinya di lapangan. Mengingat implementasi adalah menyangkut tindakan nyata yang dilakukan (aspek perilaku), maka konsistensi diberikan bobot = 80, sedangkan persepsi = 20. Berdasarkan hasil analisis, secara umum menunjukkan bahwa konsistensi implementasi bervariasi berada pada interval nilai 23 – 98, namun memiliki rata-rata yang kurang baik atau kurang konsisten (Tabel 5).

Tabel 5. Nilai skor konsistensi implementasi kemitraan

Komponen	Konsistensi Penerapan Kemitraan (0-100 %)				
	Jumlah bibit ditanam	Jumlah Jalur terbentuk	Penerapan Jarak Tanam	Pemeliharaan Tanaman	Jumlah tanaman tumbuh
Nilai Terkecil	75	0	0	20	0
Nilai terbesar	100	100	35	75	55
Rata-rata	98	36	23	50	23

Sumber: Data primer

Jumlah bibit yang ditanam memiliki nilai persentase yang tinggi, hampir 100 %. Hal ini disebabkan petani mengambil sendiri bibit yang akan ditanam di lahannya. Bibit tidak diberikan kepada petani sesuai dengan luas lahannya, tetapi tergantung pada minat petani sendiri. Jika mengikuti isi perjanjian, jarak tanam yang harus diterapkan adalah 5 x 3 m^2 maka idealnya setiap ha ditanam sebanyak 667 bibit Sengon. Namun pada kenyataannya, petani rata-rata hanya menanam Sengon di lahannya sebanyak 60% dari bibit yang seharusnya ditanam. Petani tidak langsung mengambil bibit sekaligus, tetapi penanaman dilakukan secara bertahap, sehingga selain menghemat tenaga, juga dipastikan bahwa bibit yang diambil akan ditanam.

Jumlah jalur tentu mengikuti bentuk dan kelerengan lahan. Idealnya untuk jalur pada lahan miring, mengikuti garis konturnya secara mendatar. Semakin curam lereng, maka jalur antar tanaman semakin pendek, sehingga jumlah jalur semakin banyak. Dalam praktiknya, petani yang menerapkan sistem jalur yang benar, rata-rata hanya 36%. Secara umum bibit ditanam menggunakan formasi jalur yang tidak konsisten, tetapi seperti acak. Faktor penyebabnya adalah di lahan petani terdapat beragam jenis tanaman tertentu yang dipertahankan untuk diambil manfaatnya, sehingga tanaman Sengon tidak bisa leluasa ditanam mengikuti jalurnya.

Bentuk lahan, tutupan lahan, dan peruntukan lahan untuk tanaman pangan, menjadi faktor yang menentukan keputusan petani untuk mengatur tanaman sesuai jalur, jarak tanam dan jumlah tanaman (Irawan & Purwanto, 2012; Suprayitno, 2008) Sikap lebih

mementingkan pertumbuhan tanaman pangan, menjadikan petani harus hati-hati dalam menempatkan di mana Sengon harus ditanam. Sehingga jika dilihat dari jarak tanam yang ada, maka rata-rata tingkat konsistensi petani hanya 23% yang menerapkan jarak tanam sesuai kesepakatan. Petani menganggap 5 x 3 m^2 adalah jarak yang terlalu dekat, karena jika tanaman Sengon tumbuh, maka tajuknya menutupi tanaman di bawahnya.

Dalam hal pemeliharaan, setidaknya ada 8 item yang harus dilakukan oleh petani untuk membantu pertumbuhan bibit Sengon lebih baik, yaitu: pembersihan lahan, pembuatan lubang tanam, pengajiran, penyulaman, penyiangan, pemupukan, penjarangan, pengontrolan lahan. Rata-rata petani hanya melakukan kegiatan pemeliharaan antara 2 – 6 item. Kegiatan yang umum dilakukan adalah pembersihan lahan sebelum tanam, pembuatan lubang tanam, penanaman, penyiangan, pemupukan, pengontrolan lahan. Tingkat konsistensi penerapan pemeliharaan sebesar 50 %, artinya rata-rata petani melakukan 4 item kegiatan dari 8 item yang seharusnya.

Persentase tumbuh tanaman Sengon termasuk rendah, hanya 23%. Menurut informasi petani, kecilnya persentase tumbuh bibit disebabkan oleh faktor iklim dan kebakaran lahan. Tanaman banyak yang tidak tahan terhadap kekeringan, dan dampak kekeringan menimbulkan kerentanan kebakaran lahan. Bisa dikatakan kebakaran lahan di lokasi kemitraan mencapai 30% dari luas lahan yang ada. Jika merujuk data curah hujan (876 mm) dan hari hujan (77 hari) di kawasan hutan Sambelia, lokasi tersebut memang mengindikasikan termasuk wilayah kering. Sehingga akan berpengaruh terhadap daya tahan pertumbuhan bibit seperti Sengon. Hal ini juga bisa dirujuk data Hardiyanti (2017), yang menunjukkan bahwa pada tahun 2018, pertumbuhan tanaman Sengon mencapai 40%. Dalam rentang waktu satu tahun (2018-2019), jumlahnya semakin menurun akibat kekeringan dan kebakaran lahan.

Tingkat Efektivitas Kemitraan

Berdasarkan hasil analisis persepsi tentang penerimaan kemitraan dan konsistensi dalam implementasi kemitraan, maka telah diperoleh nilai untuk kedua komponen tersebut adalah (Tabel 6).

Tabel 6. Tingkat Efektivitas Kemitraan

Komponen Penilaian	Skor Rata-Rata	Tingkat Efektivitas
1. Persepsi Penerimaan Kemitraan	15,4	
2. Konsistensi Implementasi Kemitraan	(46×0,8) = 36,8	Kurang Efektif
Jumlah	52,2	

Skor untuk persepsi memiliki interval 0 – 20, dengan demikian nilai skor 15,4 menggambarkan bahwa tingkat penerimaan petani terhadap kemitraan termasuk kategori tinggi. Sedangkan untuk konsistensi memiliki interval 0-80, sehingga nilai skor yang diperoleh 36,8 menggambarkan konsistensi yang rendah. Kedua nilai skor persepsi dan konsistensi 52,2 adalah menggambarkan tingkat efektivitas implementasi kemitraan. Sebagaimana merujuk pada kriteria keputusan yang telah ditetapkan, maka nilai skor 52,2 termasuk dalam interval 41-60, yaitu termasuk kategori kurang efektif (Tabel 7).

Tabel 7. Hasil penilaian tingkat efektivitas kemitraan

Kisaran Perolehan Skor	Kriteria Penilaian
81 -100	Sangat Efektif
61 - 80	Efektif
41 - 60	Kurang efektif
21 - 40	Tidak efektif
0 - 20	Sangat Tidak Efektif

Kurang efektifnya implementasi kemitraan, disebabkan oleh adanya beberapa faktor, diantaranya adalah orientasi petani dalam mengelola lahan yang cenderung memprioritaskan tanaman pangan atau semusim (Nugroho, *et al.*, 2008), sehingga pertumbuhan tanaman Sengon dinilai bisa mengganggu pertumbuhan tanaman di bawah tegakan, faktor iklim yang sangat kering, dan karena kebakaran hutan dan lahan.

KESIMPULAN

Tingkat efektivitas kemitraan termasuk dalam kategori kurang efektif, dengan perolehan skor 52,2. Gambaran tentang kurang efektif tersebut di deskripsikan bahwa petani memiliki persepsi dan penerimaan yang baik terhadap kemitraan (skor 15,4), tetapi kurang dalam konsistensi pelaksanaan (skor 36,8). Faktor ketidakberhasilan dalam kemitraan sebagian besar disebabkan oleh faktor keamanan, kebakaran hutan dan kekeringan. Oleh karena itu, tindakan strategis yang perlu dilakukan adalah memperkuat kelembagaan petani dalam berperan keamanan hutan, dan pilihan kombinasi tanam yang bisa lebih resisten terhadap kekeringan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian PNBP Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

BMKG. 2016. Buku Informasi Perubahan Iklim Nusa Tenggara Barat. Pusat Perubahan Iklim dan Kualitas Udara. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. Jakarta

Faisal, S. 2010. Format-Format Penelitian Sosial. Pt Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Hadi, S., Lamsuri, M., & Mutrofin. 2011. Metode Riset Evaluasi. Laksbang Grafika. Yogyakarta.

Hardiyanti, S.T. 2017. Evaluasi penerapan sistem kemitraan KPHL Rinjani Timur dengan kelompok tani hutan dalam penanaman Sengon laut di Desa Sugian Lombok Timur. Skripsi, 74p.

Irawan, U.S., & Purwanto, E. 2012. Manual Teknik Penanaman dan Pemeliharaan Tanaman. Operatio Wallacea Tust.

KPHL, Rinjani Barat. 2011. Interaksi Masyarakat Dengan Sumberdaya Hutan Pada KPHL Rinjani Barat.

KPHL, Rinjani Timur. 2014. Dokumen Rencana Pengelolaan Hutan Jangka Panjang 2014-2023 KPHL Rinjani Timur. KPHL Rinjani Timur.

Markum, Muktar, & Setiawan, W. 2006. Studi penerapan model agroforestry di Sekitar Sumber mata air di Lombok Barat. LP3ES, Jakarta. 93p.

Markum, Budhy, S., & Rahmat, S. 2014. Hutan Kemasyarakatan. Sebutah ikhtiar mewujudkan hutan lestari masyarakat sejahtera. BPDAS Mataram. 166p.

Nugroho, B.T.A., Undaharta, N.K.E., & Siregar, M. 2008. Interaksi Masyarakat Sekitar Hutan Terhadap Pemanfaatan Keaneka Ragaman Hayati Yang Berada Disekitar Kawasan Ekosistem Hutan Alami Bedugul Pancasari-Bali. Biodiversitas, Vol. 9. 227-231.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. P83/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2016 tentang Perhutanan Sosial. Berita negara Republik Indonesia Tahun 2016 Nomor 1663.

Sugiyono. 2009. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.

Suprayitno, A.R. 2008. Pelibatan Masyarakat Lokal: Upaya Pemberdayaan Masyarakat Menuju Hutan Lestari. Jurnal Penyuluhan, Vol. 4. 136-138.

Suradiredja, D.Y., Andi, P., Markum, Wiji Johar, S., & Ridha Hakim, M. 2018. Menoleh jalan panjang hutan kemasyarakatan. Catatan perjalanan tiga dasawarsa program Hutan Kemasyarakatan di Pulau Lombok. WWF Indonesia. 199p.

Sutejo, P. 2014. Hubungan Program Pengelolaan Hutan Bersama Masyarakat Terhadap Peningkatan Pendapatan Masyarakat. Jurnal Ilmiah Pendidikan Geografi, Vol. 2. 39-48.

RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI BORANG AKREDITASI SARJANA DI PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS MATARAM

Design and Build of Information Systems Accreditation Form for Bachelor of Informatics Engineering Study Program at the University of Mataram

Moh. Ali Albar*, Budi Irmawati, Sri Endang Anjarwani, Ahmad Zafrullah Mardiansyah

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Mataram.
Jl. Majapahit 62, Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.
Tel. +62-0370-631712, Fax. +62-0370-636523

**email: mohalialbar@unram.ac.id*

ABSTRAK

Proses penyusunan borang akreditasi sarjana untuk program studi merupakan sebuah langkah awal yang penting dalam proses penilaian kelayakan sebuah program studi. Hal ini penting karena banyaknya unsur yang harus disertakan dalam sebuah borang akreditasi, sehingga sering terjadi banyak kesalahan serta kesulitan dalam penyampaian informasi di borang tersebut terutama pada proses pengisian manual. Pada penelitian ini telah dibuat sebuah aplikasi sistem informasi yang mampu mempermudah penyusunan borang akreditasi sarjana program studi yang bersesuaian dengan standar Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT). Pengembangan sistem ini dilaksanakan dengan memanfaatkan metode S*ystem Development Life Cycle* (SDLC) dengan *Unified Modeling Language* (UML) *Diagram*, yaitu *Use Case diagram, Activity* dan *Sequence Diagram* sebagai bahasa pemodelan untuk pemrograman berorientasi objek. Data dalam penyusunan borang melalui sistem ini diperoleh dari Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram (Unram). Aplikasi mengacuan pada sembilan standar pengisian borang. Berdasarkan hasil pengujian menggunakan metode *Black Box,* bahwa fungsionalitas dari semua fitur yang ada di aplikasi ini berjalan dengan benar dan sempurna.

Kata kunci: sistem informasi; borang akreditasi; BAN-PT; SDLC; UML

ABSTRACT

The process of preparing undergraduate accreditation forms for study programs is an important first step in the process of evaluating the feasibility of a study program. This is important because there are many elements that must be included in an accreditation form, so there are often many mistakes and difficulties in delivering information in the form, especially in the manual filling process. In this research an information system application has been made that can facilitate the

preparation of undergraduate accreditation forms of study programs that are in accordance with the standards of the Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT). The development of this system is carried out by utilizing the *System Development Life Cycle* (SDLC) method with *Unified Modeling Language* (UML) Diagrams, namely Use Case diagrams, Activity and Sequence Diagrams as modeling languages for object-oriented programming. Data in the preparation of forms through this system was obtained from the Informatics Engineering Study Program of the University of Mataram (Unram). The application refers to nine standard forms for filling. Based on the test results using the Black Box method, that the functionality of all the features in this application are running properly and perfectly.

Key words: information systems; accreditation forms; BAN-PT; SDLC; UML

PENDAHULUAN

Pendidikan tinggi merupakan jenjang pendidikan setelah pendidikan menengah dengan program diploma, sarjana, magister, doktor, profesi dan spesialis yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi melalui program studi yang memiliki kurikulum dan metode pembelajaran sesuai dengan program pendidikan. Program studi diwajibkan menjaga jaminan mutunya melalui proses Akreditasi. Akreditasi merupakan kegiatan penilaian untuk menjamin kelayakan dari sebuah program studi berdasarkan kriteria yang mengacu pada Standar Nasional Pendidikan Tinggi (SNPT). Proses akreditasi terdiri dari 3 tahapan, yang pertama, evaluasi data dan informasi, kedua, penetapan status akreditasi, dan yang ketiga, pemantauan status akreditasi. Akreditasi diselenggarakan oleh BAN-PT dengan menugaskan asesor yang ahli di bidangnya untuk melakukan penilaian terhadap borang atau instrumen penilaian akreditasi yang diajukan oleh Prodi kepada BAN-PT. Program studi mengajukan akreditasi setiap lima tahun sekali untuk menjaga mutu dan kelayakan pendidikan tinggi yang diselenggarakannya, dalam peraturan pemerintah disebutkan bahwa program studi yang tidak melakukan atau mengajukan proses akreditasi akan dicabut izin penyelenggarannya oleh Pemerintah. Inilah mengapa proses akreditasi diharuskan untuk dapat memberikan dukungan kepada program studi dan perguruan tinggi dalam menjamin dan meningkatkan jaminan mutu atas kelayakan penyelanggaraan pendidikan mereka.

Salah satu instrumen yang dilakukan dalam akreditasi adalah pengisian Laporan Kinerja Program Studi (LKPS). LKPS ini dibuat oleh Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi (BAN-PT). LKPS ini berbentuk softfile Microsoft Excel. Isi LKPS berupa tabel-tabel sesuai dengan standar yang di tentukan oleh BAN-PT. Jumlah standar akreditasi mulai akhir tahun 2018 diberlakukan sebanyak 9 standar. Ada penambahan 2 standar baru dari tahun-tahun sebelumnya. LKPS ini akan di upload di Sistem Akreditasi Perguruan Tinggi Online (SAPTO) sebagai salah satu syarat pengajuan akreditasi program studi. Karena bentuk LKPS dalam Ms. Excel sehingga tidak efektif dalam pengisian data-datanya dan dapat juga terjadi kesalahan dalam pengisian karena salah ketik atau data yang duplikat.

Penelitian-penelitian terdahulu yang menjadi referensi dari penelitian ini adalah sebagai berikut. Terdapat perbedaan antara penelitian tersebut dengan penelitian ini. Menurut penelitian yang berjudul sistem informasi penyusunan borang akreditasi daring untuk program studi diploma, sarjana dan fakultas, menyatakan bahwa penelitian tersebut masih

mengacu pada borang BAN-PT dalam bentuk 7 standar. Metode pengembangan sistem menggunakan Rapid Application Development (RAD) (Aryanto dkk, 2016).

Menurut penelitian yang berjudul desain sistem informasi akreditasi program studi berbasis *website* di Indonesia menyatakan bahwa borang yang diacu masih dalam bentuk borang 7 standar. Metode yang digunakan adalah SDLC. Fitur yang ditawarkan pada sistem informasi ini masih sedikit, yaitu input pengajuan akreditasi, upload instrumen akreditasi, dan input pengajuan reakreditasi (Sukamto, dkk, 2016).

Perancangan sistem menggunakan tahapan yang terdapat pada model pengembangan perangkat lunak SDLC (S*ystem Development Life Cycle)* (Mulyanto, A.R., 2008) dan pemodelan alur sistem digambarkan menggunakan UML *Diagram*, sehingga dapat dijelaskan secara spesifik, tervisualisasikan dan terdokumentasikan dengan baik (Chen, Z., 2011). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibuat aplikasi Sistem Informasi Borang Akreditasi Sarjana di Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram (PSTI Unram) dalam mendukung pengisian borang akreditasi khususnya LKPS yang masih manual.

BAHAN DAN METODE

Alat

Kebutuhan pembuatan Sistem Informasi ini membutuhkan beberapa alat sebagai berikut:

1. Laptop/PC (Komputer)
2. *Sistem Operasi Windows 10*
3. *Text Editor ATOM*, untuk membuat *code* program.
4. *Framework Code-Igniter*, untuk pembuatan aplikasi berupa *website* agar mempermudah dalam pembangunan sistem.
5. WAMP SERVER (MySQL) yang digunakan sebagai *server* pembuatan dan pengelolaan *database* sistem.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembangunan Sistem Informasi ini adalah data-data yang berkaitan dengan pengisian Laporan Kinerja Program Studi (LKPS). Data yang berkaitan dengan LKPS di kelompokkan menjadi delapan, yaitu Kerjasama; Mahasiswa; Sumber daya manusia; Keuangan, sarana dan prasarana; Pendidikan; Penelitian; Pengabdian kepada masyarakat; dan Luaran dan capaian tridharma.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode System Development Life Cycle (SDLC) dalam pengembangan aplikasi sistem informasi. Tahapan metode SDLC dapat di lihat pada Gambar 1. SDLC merupakan merupakan sebuah proses pembuatan dan pengembangan sistem yang merujuk pada sistem komputer ataupun informasi. SLDC ini mendasari pada pengembangan perangkat lunak dan membentuk suatu perencanaan dan pengendalian pembuatan sebuah sistem informasi.

Pengembangan SLDC adalah proses yang digunakan oleh analis sistem untuk mengembangkan sistem informasi. SLDC harus menghasilkan sebuah sistem yang memenuhi harapan pelanggan, mencapai penyelesaian dengan tepat waktu, dan dapat bekerja secara

efektif dan efisien. Metode SDLC dimulai dari tahap analisis sistem, tahap perancangan sistem, tahap implementasi sistem, tahap pengujian sistem, dan tahap pemeliharaan sistem, dan dilakukan dalam bentuk suatu siklus kerja (Albar, M.A., dkk, 2019).



Gambar 1. Metode SDLC

Metode SDLC di kenal juga dengan sebutan *waterfall*. Metode pengembangan sistem sekuensial linier atau yang sering disebut dengan siklus kehidupan klasik atau model air terjun (*waterfall* model) memberikan sebuah pendekatan pengembangan sistem yang sistematik dan sekuensial (Prasetyo, dkk, 2017). Metode *waterfall* memungkinkan pengerjaan sistem yang dilkaukan secara linear atau secara berurutan. Setiap langkah-langkah pengerjaan harus dikerjakan berurutan tanpa bisa dilewati. Apabila langkah pertama belum dikerjakan, maka sangat tidak memungkinkan untuk mengerjakan langkah selanjutnya. Sehingga untuk menyelesaikan pengembangan sistem, sebuah keharusan bahwa penyelesaian setiap langkah pekerjaan harus diselesaikan dengan tuntas (Tantowi, dkk, 2019).

Berikut ini adalah tahapan-tahapan pada SDLC adalah

1. Perencanaan Sistem (Systems Planning)

Perencanaan adalah sebuah proses untuk memahami sebuah sistem yang akan dibangun. Pada tahapan perencanaan ini diperlukan analisa terhadap sistem salah satunya dengan cara mencari data ataupun menyeleksi kebutuhan user. Aktivitas-aktivitas pada tahap ini meliputi mendefinisikan tujuan, mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan dengan sistem dan strategi pengembangan sistem.

2. Analisis Sistem (Systems Analysis)

Analisis system ditujukan untuk pemahaman yang menyeluruh terhadap masalah dan kebutuhan yang akan dipelajari dan dianalisis. Aktivitas pada tahapan ini yaitu melakukan studi untuk menemukan suatu kasus yang bisa diselesaikan oleh sistem, mengklasifikasikan masalah, solusi yang diterapkan pada sistem, analisa dan pendefinisian kebutuhan sistem.

3. Perancangan Sistem (Systems Design)

Tahap ini merupakan hasil analisa dan hasil pembahasan mengenai spesifikasi sistem yang akan diterapkan menjadi rancangan dari sebuah sistem dan siap untuk dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan implementasi spesifikasi sistem, analisis terhadap sistem, dan pendukung dari sistem yang akan dikembangkan nantinya.

Sistem akreditasi berbasis website ini, dimodelkan menggunakan 3 jenis diagram dari UML yaitu, *Use case diagram, Activity diagram* dan *Sequence diagram*. *Use case diagram* digunakan untuk menunjukkan fungsi-fungsi utama dari sebuah sistem dan relasi antar fungsi tersebut, pada dasarnya *Use case* menunjukkan bagaimana aktor (pengguna) berinteraksi dengan sistem dan bagaimana modul sebuah sistem dijalankan (Shi-xiang, T., dkk, 2010).

Activity diagram digunakan untuk menggambarkan alur aktivitas/kegiatan dari proses bisnis, juga untuk memodelkan respon yang akan terjadi apabila suatu operasi dalam sistem dijalankan (Clements, P., dkk, 2011). *Sequence diagram* memuat pengiriman pesan antar objek (Booch, G., dkk, 2005) dan merupakan eksekusi dari diagram *Use Case*. *Sequence diagram* mengilustrasikan bagaimana alur pengiriman dan penerimaan pesan antar objek. Penelitian ini juga memberikan rancangan dan desain antarmuka sistem untuk menunjukkan modul-modul yang terdapat pada sistem.

4. Pengembangan Sistem (System Development)

Pada tahapan ini mengonversi desain ke sistem informasi. aktifitas pada tahap ini seperti melakukan instalasi lingkungan sistem, membuat basis data, memperbaiki program.

5. Implementasi Sistem (Systems Implementation)

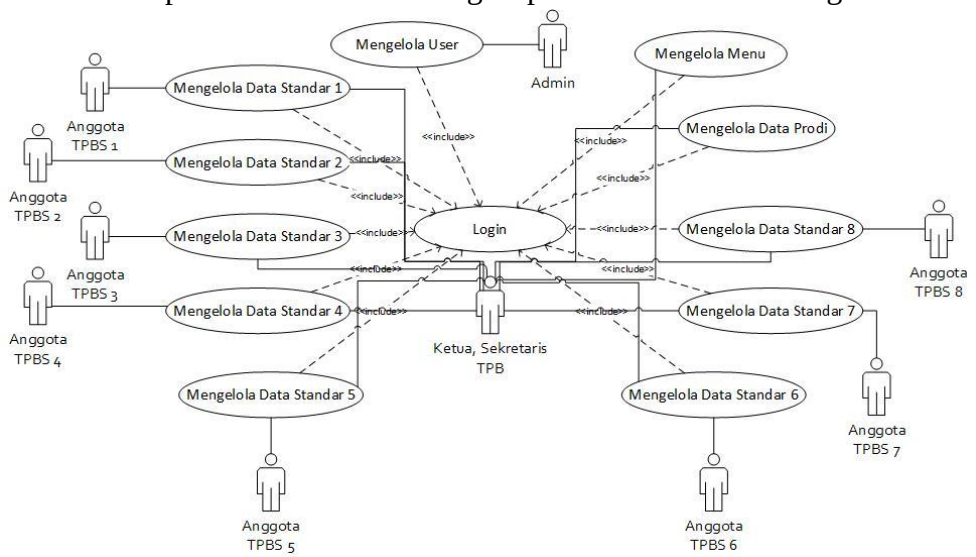
Pada tahapan ini sebuah sistem sudah selesai dibuat, sudah diujicoba, dan dapat bekerja dengan baik dan juga optimal. Pada tahapan ini sistem mulai diimplementasikan dan digunakan secara real oleh user yang membutuhkan.

6. Testing

Pada tahadapan ini kita melakukan testing terhadap sistem baru yang telah kita buat. aktifitas pada sistem ini berupa identifikasi terhadap kelayakan sistem serta identifikasi kesalahan sistem

7. Pemeliharaan Sistem (Systems Maintenance)

Pada Tahapan ini dilakukan untuk menjaga sistem agar tetap mampu beroperasi secara benar melalui kemampuan sistem dalam mengadaptasikan diri sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2. *Use Case* Diagram

Metode Unified Modeling Language (UML)

UML adalah bahasa untuk menspesifikasi,memvisualisasi, membangun dan mendokumentasikan *artifacts* (bagian dari informasi yang digunakan untuk dihasilkan oleh proses pembuatan perangkat lunak, *artifact* tersebut dapat berupa model, deskripsi atau perangkat lunak)dari sistem perangkat lunak, seperti pada pemodelan bisnis dan sistem non perangkat lunak lainnya. Selain itu UML adalah bahasa pemodelan yang menggunakan konsep orientasi *object*. UML dibuat oleh Grady Booch, James Rumbaugh, dan Ivar Jacobson di bawah bendera *Rational Software Corps*. UML menyediakan notasi-notasi yang membantu

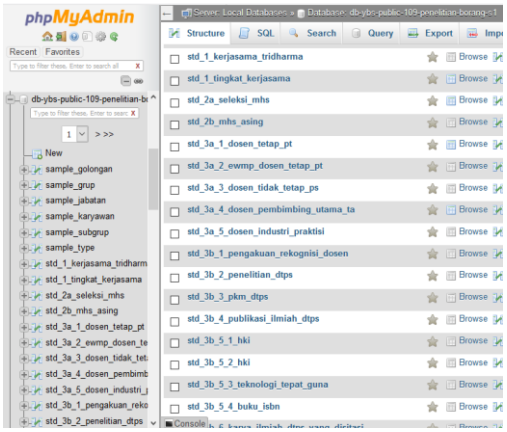
memodelkan sistem dari berbagai prespetktif. UML tidak hanya digunakan dalam pemodelan perangkat lunak, namun hampir dalam semua bidang yang membutuhkan pemodelan. Diagram pada UML antara lain use case diagram, class diagram, sequence diagram, dan activity diagram.

Use Case Diagram

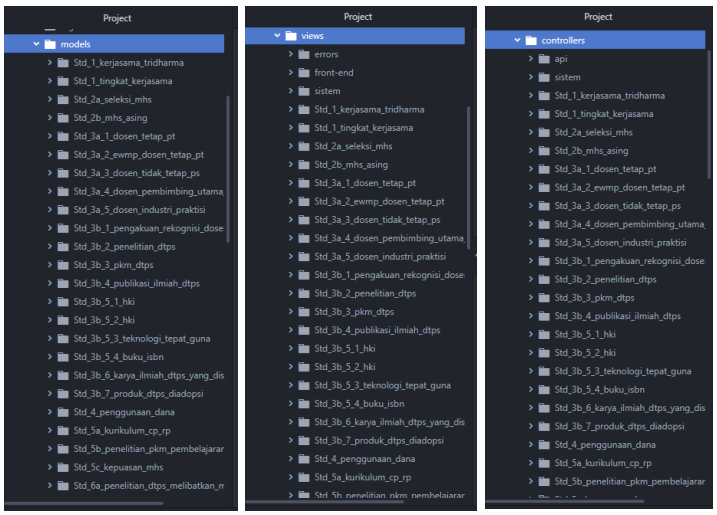
Use case diagram dari aplikasi ini dapat dilihat pada Gambar 2. Use case merupakan fitur kegiatan yang disediakan oleh aplikasi berdasarkan aktornya. Aktor dari sistem informasi ini ada empat, yaitu Admin, Ketua Tim Pengisi Borang (Ketua TPB), Sekretaris Tim Pengisi Borang (Sekretaris TPB), dan Anggota Tim Pengisi Borang Standar (Anggota TPBS).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Database dari aplikasi ini terdiri dari 59 tabel. Potongan beberapa tabelnya bisa di lihat pada Gambar 3.

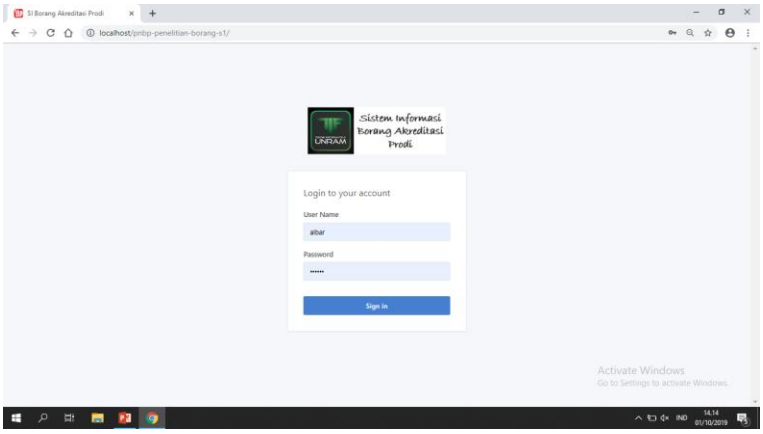


Gambar 3. Beberapa tabel database aplikasi borang akreditasi



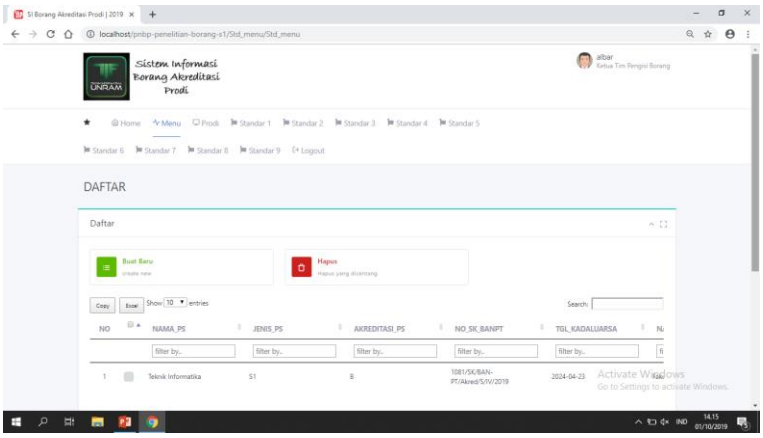
(a) (b) (c)

Gambar 4. (a) Model, (b) View, dan (c) Controller pada Framework Codeigniter aplikasi sistem informasi borang prodi sarjana

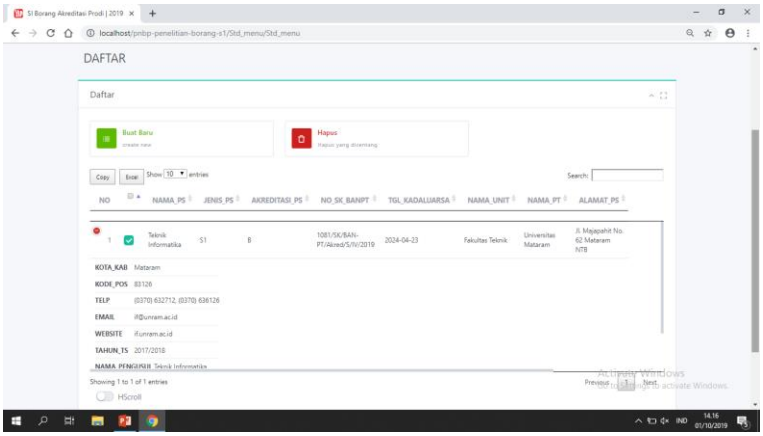


Gambar 5. Halaman Login

Codeigniter adalah sebuah *Application Development Framework* (*toolkit*) yang digunakan untuk membangun *website* menggunakan PHP. Codeigniter bersifat *open source* digunakan untuk membangun aplikasi php dinamis. Codeigniter menyediakan berbagai macam *library* yang dapat mempermudah dalam pengembangan. Codeigniter didasarkan pada pola pengembangan *Model–View–Controller* (MVC). MVC adalah pendekatan perangkat lunak yang memisahkan logika aplikasi dari presentasi. Dalam praktiknya, MVC memungkinkan halaman web memiliki *scripting* yang minimal karena presentasi terpisah dari *scripting* PHP (CodeIgniter, 2019). Pola pengembangan MVC pada aplikasi sistem informasi borang ini dapat di lihat pada Gambar 4.

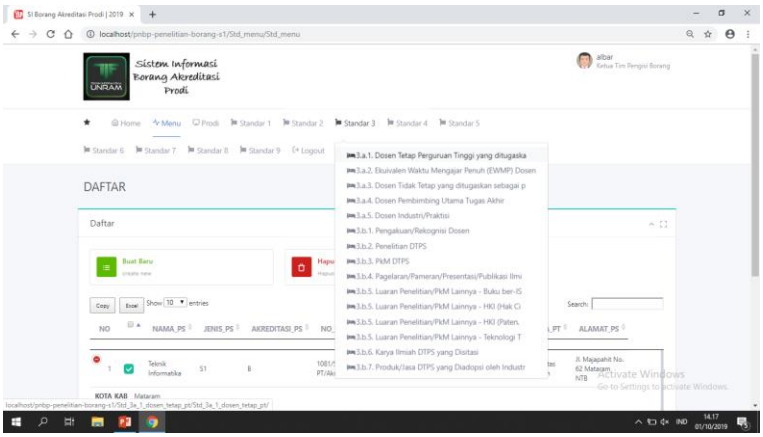


Gambar 6. Halaman Menu

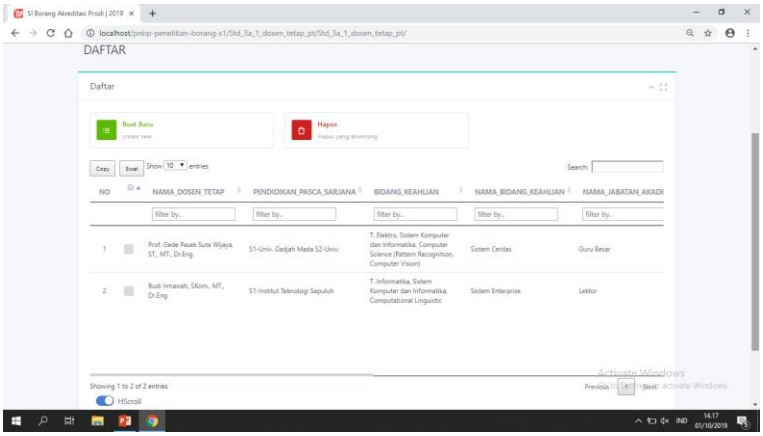


Gambar 7. Halaman Program Studi

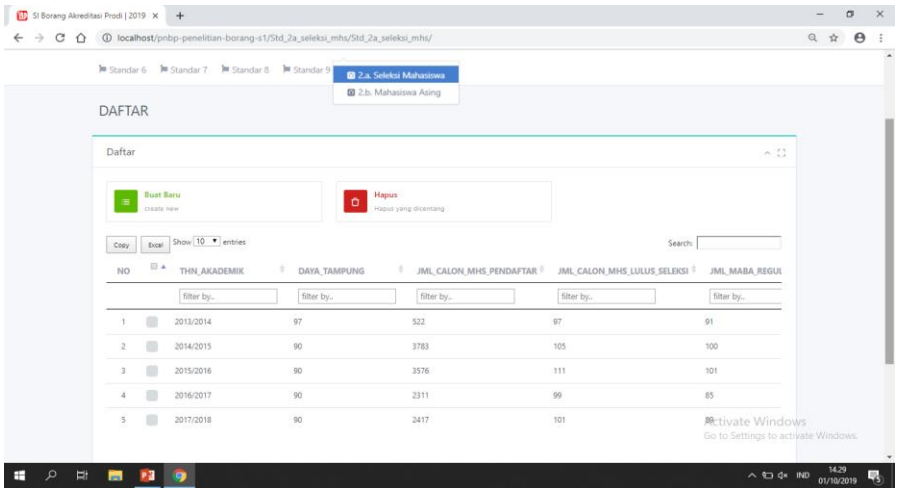
Antarmuka merupakan tampilan yang terlihat ketika mengakses halaman suatu aplikasi. Antarmuka sistem informasi borang ini dapat di lihat pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 10. Pada penelitian ini, antarmuka yang dimilikinya sangat banyak, sehingga hanya ditampilkan dalam beberapa gambar saja.



Gambar 8. Halaman Standar 3a.1 mengenai Dosen Tetap PT yang ditugaskan (1)



Gambar 9. Halaman Standar 3a.1 mengenai Dosen Tetap PT yang ditugaskan (2)



Gambar 10. Halaman Standar 2a mengenai Seleksi Mahasiswa

Pengujian Black Box

Metode pengujian *black box* merupakan metode pengujian yang menguji fungsi-fungsi didalam sistem untuk menentukan apakah fungsi-fungsi tersebut sudah berjalan sesuai harapan atau tidak (Sumiati, dkk, 2018). Metode *black box* juga menguji a*kurasi*, *kuesioner*,

dan Precision Recall (Pritia, D.E., dkk, 2017), tapi di dalam penelitian ini tidak dilakukan, karena pengujian tersebut membutuhkan nilai dalam proses pengolahan angkanya.

Teknik pengujian yang digunakan pada sistem ini adalah pengujian *black box.* Pengujian *black box* merupakan pengujian untuk mengetahui apakah semua fungsi pada Sistem Informasi ini telah berjalan sesuai dengan kebutuhan fungsional yang telah didefinisikan. Hasil beberapa pengujian *black box* ini dapat di lihat pada Tabel 1. Pada pengujian ini terdapat 45 bagian pengujian yang dilakukan pengujian, di mana setiap tabel dilakukan pengujian dari tabel standar 1 sampai 8 sesuai dengan yang ada di LKPS. Berdasarkan 45 bagian pengujian *black box* ini, didapatkan kesimpulan bahwa hasil pengujian semuanya valid sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

Tabel 1. Hasil beberapa pengujian *black box*

No	Bagian yang di uji	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
1	Login	Dapat melakukan login	Sesuai	Valid
2	Logout	Dapat melakukan logout	Sesuai	Valid
3	Mengelola Menu Borang	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Mengelola Menu Borang	Sesuai	Valid
4	Mengelola data program studi	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Mengelola data program studi	Sesuai	Valid
5	Mengelola user	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Mengelola user	Sesuai	Valid
6	Tabel 1 Kerjasama Tridharma	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Kerjasama Tridharma	Sesuai	Valid
7	Tabel 2.a Seleksi Mahasiswa	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Seleksi Mahasiswa	Sesuai	Valid
8	Tabel 2.b Mahasiswa Asing	Dapat melakukan tambah, ubah, hapus, dan lihat data Mahasiswa Asing	Sesuai	Valid

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang bisa didapatkan dari penelitian ini adalah hasil pengujian black box menyatakan bahwa fungsionalitas dari Sistem Informasi Borang Akreditasi Sarjana di Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram (PSTI Unram) dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang diinginkan. Selain itu, pengelolaan data borang oleh tim pengisi borang dapat dilakukan dengan mudah.

Adapun saran dari penelitian ini adalah dapat dikembangkan sistem yang berbasis mobile sehingga dapat digunakan pada perangkat yang memiliki sistem operasi Android karena banyaknya pengguna Android pada saat ini.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Mataram (LPPM Unram) yang dibiayai dari sumber dana

DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram tahun anggaran 2019 yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Dosen Pemula untuk kelompok peneliti bidang ilmu kecerdasan buatan dan teknologi informasi tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Albar, M.A., Akbar, H., 2019. Sistem Kendali Arsip Kepegawaian (Sikasep) Berbasis Desktop Pada Balai Sosial Bina Remaja (BSBR) Karya Mandiri. JTIKA, Vol. 1, No. 1, Maret 2019. ISSN:2657-0327. hal. 94-102.

Aryanto, K.Y.E., Arthana, I.K.R., 2016. Sistem Informasi Penyusunan Borang Akreditasi Daring Untuk Program Studi Diploma, Sarjana dan Fakultas. Seminar Nasional Vokasi dan Teknologi (SEMNASVOKTEK). ISSN Cetak : 2541-2361 | ISSN Online : 2541-3058. hal. 290-295.

Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., 2005. The Unified Modeling Language Reference Manual. Beijing: China Machine Press.

Chen, Z., 2011. The research of software development supporting environment based on UML. International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology.

Clements, P., Bachmann, F., Bass, L., Garlan, D., Ivers, J., Little, R., Merson, P., Nord, R., Stafford, J., 2011. Documenting Software Architectures: Views and Beyond (Second Edition). Second. Boston: Pearson Education Inc.

CodeIgniter, 2014. Panduan Pengguna CodeIgniter Indonesia. [Online] Tersedia di: https://codeigniter-id.github.io/user-guide/ [diakses pada 13-01-2019].

Mulyanto, A.R., 2008. Rekayasa Perangkat Lunak. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.

Prasetyo, J.E., Widiartha, I.B.K., Albar, M.A., 2017. Sistem Informasi Geografis Pencarian Lokasi Wisata Kuliner Terdekat di Kota Mataram Berbasis *Website*. J-COSINE, Vol. 1, No. 1, Desember 2017. E-ISSN:2541-0806. P-ISSN:2540-8895. hal. 65-70.

Pritia, D.E., Husodo, A.Y., Albar, M.A., 2017. Sistem Pakar Berbasis Web untuk Mendiagnosa Penyakit Hewan Ternak Ruminansia Besar. J-COSINE, Vol. 1, No. 1, Desember 2017. E-ISSN:2541-0806. P-ISSN:2540-8895. hal. 53-58.

Shi-xiang, T., Sheng-ze, W., 2010. The Conceptual Design and Simulation of Mechatronic System Base on UML.

Sukamto, T.S., Nugroho, L.E., Winarno, W.W., 2016. Desain Sistem Informasi Akreditasi Program Studi Berbasis *Website* di Indonesia. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATi). ISSN: 1907 – 5022*. hal. F-34 – F-40.

Sumiati, Anjarwani, S.E., Albar, M.A., 2018. Rancang Bangun Sistem Informasi Pengelolaan Surat dan Kearsipan pada Sekretariat Daerah Provinsi NTB Berbasis Web. J-COSINE, Vol. 2, No. 1, Juni 2018. E-ISSN:2541-0806. P-ISSN:2540-8895. hal. 7-16.

Tantowi, I., Albar, M.A., Bimantoro, F., 2019. Rancang Bangun Sistem Informasi Toefl Pada Pusat Bahasa Universitas Mataram. JTIKA, Vol. 1, No. 2, September 2019. ISSN:2657-0327. hal. 216-223.

TINGKAT ADOPSI KOMPONEN TEKNOLOGI PTT SEBELUM DAN SESUDAH PENDAMPINGAN (Studi Kasus di Desa Poto Kabupaten Sumbawa)

Adoption Level of PTT Technology Components Before and After the Appearance (Case Study in Poto Village, Sumbawa Regency)

Yuliana Susanti*, M. Yasin, Yul Alfian Hadi, dan Nani Herawati

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, NTB
**email: yuliana99.ys@gmail.com*

ABSTRAK

Adopsi komponen teknologi PTT (Pengelolaan Tanaman Terpadu) yang dilaksanakan sebelum dan sesudah dilakukannya pendampingan di kawasan pertanian padi dilaksanakan di Desa Poto kecamatan Moyo Hilir Kabupaten Sumbawa yang merupakan daerah sentra padi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan produktivitas dan tingkat adopsi petani sebelum dan sesudah dilakukannya pendampingan serta analisa finansial usaha tani. Pengkajian dilaksanakan pada MT (Masa Tanam) I pada bulan Desember – Maret dan MT II pada bulan April - Juli tahun 2017. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *simple random sampling* yang melibatkan 30 petani responden. Data dan informasi dikumpulkan melalui teknik wawancara terstruktur dengan menggunakan kuisioner terkait kegiatan usaha tani, penerapan komponen teknologi PTT, produktivitas dan analisa finansial usaha tani. Data hasil penelitian diinterpretasikan dalam bentuk deskriptif yang sistematis. Hasil penelitian menunjukkan produktivitas padi berbanding lurus dengan tingkat penerapan teknologi PTT. Hasil rata-rata produktivitas setelah pendampingan mencapai 6,73 t/ha, sementara sebelum pendampingan produktivitas rata-rata baru mencapai 5,95 t/ha. Sementara untuk petani di luar kawasan yang menerapkan teknologi berdasarkan pengalaman baru mencapai produktivitas sebesar 5,22 t/ha. Dari aspek adopsi komponen teknologi terdapat peningkatan sebesar 18,95%. Hal ini disebabkan karena petani beranggapan dampak penggunaan bahan organik tidak cepat terlihat dan tidak mempengaruhi hasil.

Kata kunci: padi sawah, Teknologi PTT, tingkat adopsi

ABSTRACT

The adoption of components of PTT technology carried out before and after doing assistance in the rice farming area was carried out in the village of Poto, Moyo Hilir sub-district, Sumbawa Regency, which is a rice center area. This study aims to determine the increase in productivity and the level of adoption of farmers before and after assistance and financial analysis of farming. The assessment was carried out in MT I in December - March and MT II in April - July 2017. Sampling was carried out using simple random sampling method involving 30 resonden farmers. Data and information were collected through structured interview techniques using questionnaires related to farming activities, application of PTT technology components, productivity and financial analysis of farming. The results of the research data are interpreted in a systematic descriptive form. The results showed that rice productivity was directly proportional to the level of application of PTT technology. The average yield of productivity after mentoring reached 6.73 t/ha, while before the average productivity assistance reached 5.95 t/ha. While for farmers outside the region who apply technology based on new experiences achieve productivity of 5.22 t/ha. From the aspect of technology component adoption there is an increase of 18.95%. This is

because farmers assume the impact of using organic materials is not quickly seen and does not affect the results.

Keywords: paddy rice, PTT Technology, adoption level

PENDAHULUAN

Dalam upaya untuk mempertahankan swasembada beras dalam rangka ketahanan dan kedaulatan pangan nasional, banyak permasalahan dan kendala yang dihadapi diantaranya perubahan iklim ekstrim yang dapat menimbulkan kekerinngan maupun kebanjiran, ledakan populasi organisme pengganggu tanaman (OPT), alih fungsi lahan, pertambahan penduduk dan penerapan teknologi yang masih sederhana.

Berdasarkan hal tersebut, pemerintah melalui Direktorat Jenderal Tanaman Pangan (Ditjen TP) telah menetapkan pelaksanaan Program Peningkatan Produksi Beras Nasional (P2BN) sejak tahun 2008 dengan salah satu kegiatannya adalah Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL-PTT) padi. Program SL-PTT telah terjadi peningkatan pengetahuan dan keterampilan petani dalam penerapan teknologi budidaya padi dengan pendekatan PTT yang sekaligus meningkatkan produksi padi khususnya di NTB.

Tahun 2015 program Pengembangan Kawasan Pertanian Nasional Tanaman Pangan Komoditas Padi dalam bentuk Gerakan Penerapan Pengelolaan Tanaman Terpadu (GP-PTT) berbasis kawasan di areal pengembangan tanaman pangan dengan difokuskan pada pemasalan penerapan PTT secara tepat dan lengkap dalam kawasan yang relatif luas yakni 2.500 ha. Penyempurnaan pengelolaan menjadi penting mengingat pelaksanaan SL-PTT tahun sebelumnya mampu meningkatkan produksi secara nyata dengan rata-rata kenaikan sebesar 6,24%, sedangkan peningkatan produktivitas rata-rata 2,72%. Apabila penerapan teknologi dilakukan secara benar dan meluas maka peningkatan produktivitas berkontribusi nyata terhadap peningkatan produksi.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat dan bahan penelitian antara lain: Benih padi, insektisida, pupuk NPK Ponska, Urea, cangkul, alat semprot, timbangan anilitik, *hand counter*, meteran, penggaris dan ATK.

Metode

Penentuan lokasi dilakukan secara sengaja (*purposive*) di Kecamatan Moyo Hilir, dengan pertimbangan bahwa Moyo Hilir merupakan lokasi yang menerapkan teknologi pengelolaan tanaman terpadu spesifik lokasi pada MK I (bulan Mei – Agustus 2017). Lokasi ini merupakan wilayah pendampingan pengembangan kawasasan padi yang dilaksanakan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTB. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *simple random sampling.* Petani pelaksana pendampingan kawasan padi dipilih sebanyak 30 orang petani. Data dan informasi dikumpulkan melalui wawancara secara individual untuk memperoleh data/informasi terkait data penerapan komponen teknologi sebelum dan sesudah dilakukannya pendampingan, peningkatan produktivitas dan analisis finansial usaha tani yang telah dilakukan petani. Data produktivitas dianalisis dengan rata-rata kemudian dibandingkan dengan produktivitas petani yang tidak mendapat pendampingan di dalam kawasan, sedangkan data penerapan teknologi dianalisis dengan teknik tabulasi dilanjutkan dengan rata-rata. Tingkat adopsi teknologi PTT diukur melalui parameter tingkat penerapan 12 komponen teknologi PTT padi sawah irigasi masing-masing responden. Adopsi teknologi dikategorikan dalam tiga tingkat yaitu, rendah, sedang dan tinggi serta analisis sosial ekonomi yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum pendampingan rata-rata adopsi penerapan teknologi yang dilakukan petani sebesar 56,26%, dan setelah dilakukan pendampingan tingkat adopsi naik menjadi 75,21%. Terjadi peningkatan adopsi sebesar 18,95%. Sementara tingkat adopsi petani di luar kawasan sebesar 45,75%. Hal ini menunjukkan bahwa petani sebagai pelaku utama dalam penerapan inovasi PTT mempunyai respon positif dalam peningkatan penerapan inovasi teknologi. Fachrista dan Sarwedah (2014) menambahkan bahwa informasi yang diperoleh, kemudian petani mempersepsikan dan mulai menilai inovasi tersebut berdasarkan sifat inovasi, keunggulan dan kesesuaian, kerumitan dan kemudahan untuk dicoba dan dilihat produktivitasnya.

Tabel 1. Adopsi komponen teknologi PTT padi sebelum dan sesudah pendampingan serta petani yang tidak didampingi di kawasan padi Kabupaten Sumbawa MK I 2017

No.	Komponen Teknologi	Adopsi Per Komponen Teknologi (%)		
		Sebelum Pendampingan	Setelah Pendampingan	Petani non Kawasan
1	Interval waktu olah tanah >7 hari	49,9	84,6	16,0
2	Varietas Unggul Baru	18,4	53,7	2,5
3	Benih bermutu	74,4	100,0	57,5
4	Bibit muda <21 hari	61,5	73,8	65,0
5	Bibit per rumpun 1-3 batang	78,6	96,3	70,0
6	Tanam dengan Jajar Legowo	68,4	89,4	65,0
7	Penggunaan bahan organik	6,7	23,6	0,0
8	Pemupukan rekomendasi BPTP	39,5	53,9	35,5
9	Kesesuaian hama dengan pestisida	74,3	87,6	57,5
10	Kesesuaian penyakit dengan pestisida	67,4	70,4	47,5
11	Pengelolaan air secara efisien	60,1	70,1	62,5
12	Panen tepat waktu	76,1	99,2	70,0
Rerata Adopter		56,26	75,21	45,75

Keterangan: kategori tingkat adopsi: 1-20% sangat rendah; >20-40% rendah; >40-60% sedang; >60-80% tinggi; >80% sangat tinggi

Data Tabel 1 menunjukkan bahwa penerapan komponen teknologi PTT setelah dilakukan pendampingan mengalami peningkatan, walaupun masih ada penerapan komponen teknologi yang masih rendah seperti komponen penggunaan bahan oganik sebesar 23,6%. Hal ini diduga karena petani beranggapan bahwa aplikasi penggunaan bahan organik cukup rumit dan memicu pertumbuhan gulma pada pertanaman padi. Selain itu, petani juga beranggapan bahwa penggunaan bahan organik dampaknya terhadap pertumbuhan tanaman padi tidak cepat terlihat

dan hasil yang diperoleh tidak akan maksimal meskipun dengan penggunaan bahan organik dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang dapat mengurangi biaya produksi. Sumarno dan Kartasasmita (2012) menyatakan bahwa rendahnya penggunaan pupuk organik pada lahan sawah disebabkan oleh kebiasaan petani menggunakan pupuk anorganik yang lebih praktis dan terlihat manfaatnya, kurangnya pemahaman tentang manfaat jangka panjang pupuk organik dan sebagian petani tidak memiliki ternak sapi sebagai penghasil kotoran hewan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Suharyanto, *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik berpengaruh nyata terhadap produksi padi sawah. Hal ini membuktikan bahwa penerapan komponen teknologi penggunaan bahan organik berpengaruh cukup besar terhadap peningkatan produktivitas padi sawah, selain itu juga dapat membuktikan dan bisa merubah persepsi petani terhadap manfaat penggunaan bahan organik untuk tanaman padi sawah. Sementara untuk komponen varietas unggul baru tergolong dalam kategori sedang (53,7%). Hal ini diduga karena petani masih menyukai varietas-varietas lama akibat dari kurangnya informasi tentang varietas-varietas unggul baru di tingkat petani, sehingga daya tarik varietas lama seperti varietas mekongga, situbagendit dan ciherang masih cukup besar.

Selain itu, berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan diketahui bahwa ketidaktersediaan benih Varietas Unggul Baru (VUB) di lokasi menjadi salah satu faktor penyebab tidak berkembangnya penggunaan VUB dalam penerapan teknologi PTT. Nurbaeti, *et al*., (2008) menyatakan bahwa petani dalam mengaplikasikan komponen teknologi PTT dengan mempertimbangkan lingkungan fisik, sosial ekonomi petani setempat dan tingkat kepercayaan petani terhadap teknologi baru. Sementara untuk komponen pemupukan sesuai rekomendasi, sebelum pendampingan tergolong kategori rendah dan setelah pendampingan tergolong kategori sedang.

Perubahan sikap petani terjadi karena petani secara langsung telah membuktikan bahwa dengan pemberian pupuk yang berimbang sesuai rekomendasi baik jumlah dosis yang diberikan maupun waktu pemberian pupuk yang tepat mampu meningkatkan produktivitas padi sawah. Fachrista, *et al.*, (2013) menyatakan bahwa faktor utama yang menjadi pertimbangan petani dalam menerapkan komponen inovasi teknologi adalah penerapan inovasi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas.

Produktivitas dan Pendapatan Usahatani

Produktivitas merupakan tolak ukur paling obyektif dan mudah diukur dalam menilai keberhasilan pendampingan. Produktivitas berbanding lurus dengan tingkat penerapan teknologi karena itu dipastikan bahwa hasil akan meningkat apabila komponen teknologi diterapkan secara benar sesuai rekomendasi.

Tabel 2. Produktivtas padi berdasarkan status petani di kawasan pendampingan PTT padi Kab. Sumbawa pada MK I 2017

No.	Uraian	Rerata Provitas (t/ha)
1	Petani sebelum Pendampingan	5,95
2	Petani Setelah Pendampingan	6,73
3	Petani non kawasan	5,22

Data Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas yang diperoleh petani setelah pendampingan yakni sebesar 6,73 t/ha, meningkat sebanyak 1,15 t/ha atau terjadi peningkatan sebesar 20% jika dibandingkan sebelum dilakukan pendampingan dengan rata-rata produktivitas 5,95 t/ha. Untuk petani di luar kawasan, rata-rata produktivitas baru mencapai

5,22 t/ha. Peningkatan hasil yang diperoleh dengan penerapan teknologi PTT merupakan kenaikan hasil yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan rata-rata kenaikan hasil yang ditargetkan di NTB hanya berkisar 5%. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi peningkatan produktivitas tanaman padi setelah dilakukan pendampingan, yaitu penerapan cara tanam Jajar Legowo 2 : 1. Dengan penerapan cara tanam Jajar Legowo setiap barisan tanaman padi mengalami pengaruh sebagai tanaman pinggir, dimana tanaman pinggir secara umum akan menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang lebih tinggi karena persaingan tanaman antar barisan dapat dikurangi.

Penerapan cara tanam sistem legowo memiliki beberapa kelebihan, yaitu sinar matahari dapat dimanfaatkan lebih banyak untuk proses fotosintesis, pemupukan dan pengendalian organisme pengganggu tanaman menjadi lebih mudah dilakukan di dalam lorong-lorong, selain itu juga cara tanam padi sistem legowo juga meningkatkan populasi tanaman (Pahruddin, *et al.*, 2004). Hal ini dipertegas oleh pendapat Irmayanti (2011) yang menyatakan bahwa pemanfaatan ruang kosong pada pola Jajar Legowo menyebabkan proses fotosintesis berlangsung efektif pada fase generatif hasil fotosintesis lebih banyak dibawa ke biji sehingga hasil gabah lebih tinggi. Muyassir (2012) menambahkan bahwa dengan jarak tanam berpengaruh nyata terhadap hasil ubinan dan yang terbaik adalah 30 x 30 cm dengan hasil gabah mencapai 8,12 t/ha.

Hasil penelitian Salahuddin, *et al*., (2009) menunjukkan bahwa jarak tanam mempengaruhi panjang malai, jumlah bulir per malai dan hasil per ha tanaman padi. Sementara sebelum pendampingan petani hanya menerapkan cara tanam pola simetris atau sembarang, dimana pada jarak tanam yang rapat daun tanaman akan cenderung berhimpitan sehingga tidak maksimal menerima sinar matahari dimana tingkat laju asimilasi bersih sangat dipengaruhi oleh penyebaran sinar matahari pada tajuk tanaman. Hal ini tentunya akan sangat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Selain itu, dengan jarak tanam yang rapat, ruang tumbuh tanaman sangat terbatas sehingga akan menyebabkan persaingan antara tanaman dalam memanfaatkan faktor tumbuh yang ada, kesulitan dalam pemeliharaan tanaman yang pada akhirnya akan sangat mempengaruhi pertumbuhan hasil tanaman padi. Laporan Rauf, *et al*., (2005) mempertegas bahwa dari 10 varietas padi yang diuji memiliki asam fenolat dalam tanaman berkisar antara 260 pmm hingga 777 ppm yang berpotensi menjadi penghambat pertumbuhan tanaman pada jarak tanam rapat, maupun residunya bagi tanaman berikutnya.

Selain komponen jarak tanam, komponen penanaman bibit muda dan jumlah bibit 1-3 per rumpun juga berpengaruh terhadap peningkatan produktivitas padi di lokasi pendampingan. Dengan penggunaan bibit umur muda dan penanaman bibit satu batang per lubang tanam selain akan menghemat penggunaan benih juga dapat meningkatkan potensi perkembangan anakan, sementara jika semakin tua umur bibit, maka semakin sedikit waktu yang tersedia untuk tumbuhnya anakan. Pemindahan bibit ke lapangan harus disesuaikan dengan tingkat perkembangan akar tanaman sehingga pada waktu pemindahan bibit tidak terjadi kerusakan akar yang bisa membutuhkan waktu cukup lama untuk proses penyembuhan sementara anakan maksimum tanaman terjadi pada batas umur 49-50 hari setelah sebar. Menanam satu rumpun per lubang tanam akan memberikan kesempatan pada benih untuk menumbuhkan tunas baru yang lebih banyak, memberikan keleluasaan bergerak dan menghindari terjadinya persaingan. Syaiful, *et al.,* (2012) menyatakan bahwa bertambahnya jumlah bibit pertanaman cenderung meningkatkan persaingan baik antara tanaman dalam satu rumpun maupun dengan rumpun lainnya terhadap cahaya, ruang dan unsur hara sehingga mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas.

Hasil penelitian Muyassir (2012) menunjukkan bahwa umur bibit berpengaruh nyata terhadap produksi tanaman padi. Umur bibit 8 hari di persemaian dapat memberikan hasil padi tertinggi yaitu 8,01 t/ha dan berbeda nyata dengan hasil pada umur bibit 16 hari yang memperoleh 7,66 t/ha. Jumlah bibit 1 batang per rumpun memperlihatkan hasil gabah yang

sama dengan jumlah bibit 2 batang per rumpun, namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan penggunaan bibit lebih dari 2 batang per rumpun. Hal ini dipertegas oleh hasil penelitian Talahalu dan Silahooy (2014) yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah mengikuti SL-PTT serta terdapat hubungan antara pelaksanaan SL-PTT dengan pengetahuan, keterampilan maupun sikap dalam penerapan PTT dari kriteria kurang menjadi baik serta memberikan dampak positif terhadap peningkatan produksi dari kriteria cukup menjadi baik. Data yang diperoleh di atas menunjukkan bahwa pendampingan merupakan salah satu cara yang sangat efektif untuk membantu mempercepat adopsi komponen teknologi di tingkat petani, yang secara langsung dapat berpengaruh nyata terhadap peningkatan produktivitas padi yang dilakukan di Kecamatan Moyo Hilir.

Tabel 3. Produktivitas dan pendapatan usahatani padi sebelum dan sesudah pendampingan di Kab. Sumbawa pada MK I 2017

Uraian			peningkatan (%)
	Sebelum Pendampingan	Sesudah Pendampingan	
Produktivitas (Kg GKP)	5,95	6,73	20
Harga jual (Rp/Kg)	3.750	3.975	11
Penerimaan (Rp/Kg)	22.312.500	26.751.750	17
Pendapatan Usahatani (Rp)	15.062.500	18.020.000	83

Sumber: Data primer diolah

Penerapan teknologi PTT yang dilaksanakan di Desa Poto Kecamatan Moyo Hilir Kabupaten Sumbawa mampu meningkatkan produktivitas dan pendapatan petani. Hal ini terlihat dari perubahan produktivitas dan penerimaan petani antara sebelum pendampingan dan setelah dilakukannya pendampingan. Faisal Karsyono (1984) dalam Andayani & Sanira (2015) berpendapat bahwa perbedaan penerapan teknologi tentunya berpengaruh terhadap peningkatan produksi, besaran biaya dan pada giliran akhirnya mempengaruhi besarnya perolehan pendapatan. Penerapan teknologi dapat memberikan kenaikan hasil dan perubahan teknologi dapat menghemat penggunaan faktor produksi sehingga menghemat biaya produksi dan pada akhirnya akan memberikan kenaikan pendapatan petani.

Berdasarkan Tabel 3, penerapan PTT padi sawah mampu meningkatkan produktivitas dari 5,95 t/ha menjadi 6,73 t/ha setelah pendampingan atau meningkat sebesar 20%. Sependapat dengan penelitian yang dilakukan oleh Rintayani dan Sutijo (2010) yang menunjukkan bahwa dengan penerapan PTT padi sawah dapat meningkatkan hasil sebesar 8,7 – 21,4%. Dengan peningkatan harga jual sebesar 11% dan didukung juga dengan penurunan biaya produksi, maka peningkatan pendapatan usaha tani padi di kecamatan Moyo Hilir kabupaten Sumbawa menjadi 83%. Senada dengan Mayunar, *et al* (2005) yang melaporkan produktvitas padi sawah dengan pendekatan PTT di Desa Pegadingan Kecamatan Kramatwatu meningkat 15,7 – 36,3% dibandingkan dengan teknologi petani, sedangkan keuntungan yang diperoleh berkisar antara Rp 4.044.900,- – Rp 6.365.750,- (B/C ratio 1,22 – 2,07).

KESIMPULAN

1. Pelaksanaan pendampingan PTT padi sawah yang dilakukan memiliki dampak posistif terhadap perubahan prilaku dan peningkatan produktivitas tanaman padi. Komponen penggunaan varietas unggul baru memiliki tingkat perubahan paling tinggi yaitu 35,3%.

2. Penerapan budidayapadi dengan pendekatan PTT yang dilakukan petani di Kabupaten Sumbawa meningkat sebesar 20% dibandingkan dengan cara tanam tegel yang dilakukan petani. Secara finansial pendapatan petani meningkat menjadi 83%.

DAFTAR PUSTAKA

Andayani & Sanira, S.A. 2015. Pendapatan Usahatani Padi Sawah Berdasarkan Penerapan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu. Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan. 3(2):42-59.

Fachrista, I.A., Rachmat, H.R., & Risfaheri. 2013. Faktor Sosial Ekonomi Penentu Adopsi Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Sawah Di Bangka Belitung. Informatika Pertanian. 22(2):13-120.

Fachrista, I.A, & Sarwedah, M. 2014. Persepsi Dan TingkatAdopsi Petani Terhadap Inovasi Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah. Agroekonomika. 3(1):1-10.

Irmayanti, A. 2011. Respon Beberapa Varietas Padi Terhadap Dua Sistem Tanam. Tesis. Program Studi Pasca Sarjana Ilmu-ilmu Pertanian. Universitas Tadulako.

Mayunar. 2005. Tingkat Produktivitas Dan Pendapatan Usahatani Padi Sawah Melalui Sistem Tanam Legowo Dan Tegel Di Kecamatan Kramatwatu Kabupaten Serang. Laporan Pengkajian BPTP Banten.

Muyassir. 2012. Efek Jarak Tanam, Umur Dan Jumlah Bibit Terhadap Hasil Padi Sawah Oryza Sativa L.). Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan. 2(2):207-212.

Nurbaeti, B., Muliyanti, S.L., & Fahmi, T. 2008. Penerapan Model Pengelolaan Tanaman Dan Sumberdaya Terpadu Padi Sawah Irigasi Di Kabupaten Sumedang. Jurnal Pengkajian Dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 11(2):268-279.

Pahruddin, A., & Maripatul, & Rido, P. 2004. Cara Tanam Padi Sistem Legowo Mendukung Usaha Tani Di Desa Bojong Cikembar Sukabumi. Buletin Teknik Pertanian.

Rauf, A.W., Tohari, Yudono, P., & Kabirun, S. 2005. Pengaruh Alelopati Padi Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Pada Sistem Tanam Berurutan Padi Kedelai. Jurnal Penelitian Tanaman Pangan. 24(2):76-84.

Rintayani, R., & Sutijo, B. 2010. Dampak Penerapan Metode SL-PTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu) Terhadap Peningkatan Produksi Padi Dengan Pendekatan Regresi Hedonik. Skripsi. Universitas.

Salahuddin, K.M., Chowhdury, S.H., Munira, S., Islam, M.M., & Parvin, S. 2009. Response of Nitrogen and Plant Spacing of Transplanted Aman Rice. Bangladesh J. Agri. Res. 34(2):279-285.

Suharyanto, Jangkung, H., Dwidjono, H.D., & Sri, W. 2015. Analisis Produksi Dan Efisiensi Pengelolaan Tanaman Terpadu Padi Sawah Di Provinsi Bali. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 34(2):131-143.

Sumarno, U.G., & Kartasasmita. 2012. Kesiapan Petani Menggunakan Pupuk Organik Padi Sawah. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 31(3):137-144

Syaiful, S.A., Sennang, N.S., & Yasin, M. 2012. Pertumbuhan Dan Produksi Padi Hibrida Pada Pemberian Pupuk Hayati Dan Jumlah Bibit Per Lubang Tanam. Jurnal Agrivigor. 11(2):202-213.

Talahalu, H.D., & Silahooy, S.H. 2014. Evaluasi Pelaksanaan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu Dalam Peningkatan Produksi Padi Sawah Di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat. Jurnal Budidaya Pertanian. 10(1):21-29.

Pengembangan Model Neural Network Berbasis Wavelet B-Spline sebagai Fungsi Aktivasi dan Penerapan Inferensi Fuzzy Pada Proses Pembelajarannya untuk Pemodelan Masalah Hidrologi

Design of Neural Network Model Based on B-Spline Wavelet as An Activation Function and Application of Fuzzy Inference in The Learning Process for Modeling Hydrological Problems

Lailia Awalushaumi[1], Syamsul Bahri [1,*], Nurul Fitriyani [1]

[1)] Program Studi Matematika FMIPA Universitas Mataram

**corresponding author, email:*
syamsul.math@unram.ac.id

ABSTRAK

Hujan merupakan anugerah Tuhan yang sangat dibutuhkan oleh manusia, baik untuk kebutuhan biologis dan kehidupan, maupun untuk kepentingan yang menunjang perikehidupan dan pemenuhan hajad hidup pada umumnya. Di sisi lain, jika curah hujan cukup tinggi dengan infrastruktur irigasi yang belum memadai maka ancaman banjir menjadi sebuah fenomena yang menakutkan bagi kehidupan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan masalah hidrologi yang berhubungan dengan permasalahan banjir sesaat, yang dalam hal ini dipengaruhi oleh debit air sungai dan curah hujan di daerah sekitarnya. Pengembangan model berbasis *soft computing* yang merupakan kombinasi teknik fuzzy, wavelet dan neural network sebagai sebuah model hybrid, disebut model FWNN, digunakan untuk memodelkan debit air sungai sebagai sebagai indikator banjir sesaat. Secara statistik, berdasarkan indikator root of mean square error (RMSE), model FWNN yang dikembangkan memberikan tingkat akurasi yang cukup signifikan.

Kata kunci : Fuzzy wavelet neural network; wavelet B-spline; model hidrologi; debit air sungai; prediksi time series.

ABSTRACT

Rain is a gift of the God that is needed by humans, that are biologicals needs and life, as well as for the interests that support life and the fulfillment of the living hazard in general. But on the other hand, if rainfall is sufficiently high with inadequate of irrigation infrastructure, the threat of flooding becomes a frightening phenomenon for human life. This study aims to develop of model of the hydrological problems associated with the problem of momentary flooding, which in this case is influenced by water discharge of river and rainfall in the surrounding area. The development of a soft computing-based model which is a combination of fuzzy inference, wavelet and neural network model as a hybrid model,

called the FWNN model, is used to modeling of river discharge of river as an indicator of momentary flooding. Statistically, based on the root of mean square error (RMSE) indicator, the FWNN model developed provides a significant level of accuracy.

Keywords: Fuzzy wavelet neural network; B-spline wavelets; model of hydrology; water discharge of river; forecasting of time series.

PENDAHULUAN

Hujan merupakan anugerah Tuhan yang sangat dibutuhkan oleh manusia, baik untuk kebutuhan biologis dan kehidupan setiap mahluk hidup, maupun untuk kepentingan yang menunjang perikehidupan dan pemenuhan hajad hidup manusia pada umumnya. Namun di sisi lain, jika curah hujan cukup tinggi tetapi infrastruktur irigasi yang tidak memadai maka ancaman banjir menjadi sebuah fenomena yang menakutkan bagi kehidupan manusia. Permasalahan banjir, akhir-akhir ini merupakan fenomena yang dihadapi hampir oleh setiap daerah di Indonesia. Secara khusus, fenomena banjir yang diakibatkan oleh curah hujan yang tinggi maka salah satu variabel yang dapat digunakan sebagai indikator banjir adalah tinggi permukaan air sungai atau debit air sungai. Permasalahan tinggi permukaan air sungai atau debit air waktu demi waktu merupakan salah satu fenomena yang dapat direpresentasikan sebagai salah satu fenomena data time series.

Pemodelan masalah hidrologi (permasalahan tinggi rendah debit air atau curah hujan) merupakan salah satu permasalahan data *time series*. Model analisis *time series* klasik seperti metode Box-Jenkins, metode ARV, metode ARCH, dan metode GARCH memiliki keterbatasan dengan mensyaratkan data bersifat stasioner dan linier. Sementara, data hasil penelitian/observasi umumnya bersifat nonlinier dan nonstasioner. Sejak tahun 1990, para peneliti telah mengembangkan metode berbasis *soft computing* untuk permasalahan analisis *time series*. Teknik *soft computing* dilandasi oleh beberapa metode yaitu fuzzy, neural network, algoritma genetik, wavelet, dan kombinasinya. Metode ini secara parsial maupun kombinasi, telah digunakan dan berhasil menyelesaikan permasalahan *time series* [Mendivil dkk. (2008) dan Lineesh dkk. (2010)].

Secara parsial, NN unggul karena memiliki kemampuan adaptif, *learning algorithm by self*, generalisasi, dan menyelesaikan masalah nonlinier yang kompleks dan rumit. Sedangkan wavelet unggul dalam proses *de-noising*, kompresi, dan multiresolusi. Kombinasi kedua metode ini merupakan metode yang relatif baru, dikenal dengan metode wavelet neural network (WNN). Berbagai permasalahan telah diselesaikan menggunakan metode WNN, seperti analisis *time series* nonlinear (Minu dkk., 2010), *image processing* (Amar dan Jemai, 2007), kontrol *disc drives* (Chang dan Liu, 2006), dan desain model WNN serta aplikasinya untuk berbagai data ekonomi [Bruzda (2004) dan Bahri dkk. (2016a)].

Model WNN sebelumnya masih menggunakan model standar dengan wavelet sebagai fungsi aktivasi, tetapi belum secara optimal memanfaatkan keunggulan multiresolusi wavelet. Pengembangan model WNN masih menyisakan permasalahan terbuka diantaranya desain arsitektur WNN, tipe fungsi aktivasi, metode optimalisasi dalam *updating* parameter, penentuan bobot awal, banyaknya neuron pada layer tersembunyi, dan *pre-processing* data. Penelitian ini dilakukan untuk menjawab permasalahan di atas, yaitu pengembangan model

WNN yang memanfaatkan keunggulan multiresolusi wavelet B-spline dan kehandalan inferensi fuzzy dalam menangani ketidakpastian (*uncertainty*) data hidrologi sehingga menghasilkan performa model yang lebih baik.

LANDASAN TEORI

Hidrologi

Pada setiap tahunnya, musim kemarau dan musim hujan sangat berfluktuasi dan selalu berubah-ubah menurut waktu. Tinggi rendahnya intensitas curah hujan menimbulkan berbagai permasalahan, Curah hujan yang rendah akan berdampak pada irigasi pertanian, tetapi sebaliknya jika curah hujan terlalu tinggi akan berdampak pada banjir.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografis dibatasi oleh punggung-punggung gunung yang menampung dan menyimpan air hujan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2002). Jika intensitas curah hujan tinggi maka jumlah air yang terdistribusi ke suatu DAS juga akan banyak. Fenomena ini secara langsung akan berimplikasi pada tingginya muka air sungai atau debit air sungai meningkat. Jika tinggi muka air atau debit air sungai mencapai batas tertentu dan di pihak lain kapasitas sungai tidak memadai untuk menampung air yang ada maka hal tersebut menyebabkan air meluap keluar, yang dikenal dengan fenomena banjir.

Aliran sungai pada suatu DAS sangat dipengaruhi oleh karakteristik curah hujan dan kondisi biofisik DAS. Aliran air yang berada di atas permukaan tanah sebagai akibat dari pengaruh curah hujan yang lebih besar dibandingkan dengan daya tampung sungai atau kapasitas sungai disebut debit banjir. Secara fisis, debit atau aliran banjir dipengaruhi oleh intensitas curah hujan, luas daerah aliran sungai, dan nisbah laju puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan atau koefisien aliran permukaan (Setyawan, 2008),

$$Q = C \times I \times A, \tag{1}$$

dengan Q, C, I dan A berturut-turut menyatakan debit air sungai (m^3/jam), koefisien aliran permukaan, intensitas curah hujan (mm/jam), dan luas daerah aliran sungai (m^2). Kesamaan (1) secara implisit menyatakan bahwa debit air sungai atau tinggi muka air sungai hanya dipengaruhi intensitas curah hujan dan luas daerah aliran sungai. Oleh karenanya, jika debit air sungai sudah tinggi dan kemudian intensitas curah hujan tinggi maka peluang terjadinya banjir sangat besar.

Fuzzy dan Inferensi Fuzzy

MetodeTSK fuzzy merupakan model infrensia fuzzy yang cocok digunakan untuk model non linier dengan data yang besar (Karatape, 2005). Model TSK fuzzy diberikan dalam aturan IF-THEN sebagai berikut (Lee, 2005) :

$$R_k : \text{jika } x_1 \in A_{k1} \wedge x_2 \in A_{k2} \wedge x_3 \in A_{k3} \wedge \cdots \wedge x_m \in A_{km} \text{ maka } z_k = a_{k0} + \sum_{j=0}^{m} a_{2j} x_j \tag{2}$$

Jika *fire level* diberikan oleh $\alpha_i = A_{i1}(x_{0i}) \wedge A_{i2}(x_{0i}) \wedge \cdots \wedge A_{im}(x_{0i}),\ i = 1, 2, \cdots, k$ maka output individualnya diberikan oleh $z_i^* = a_{i1}x_{0i} + a_{i2}x_{0i} + \cdots + a_{im}x_{0i},\ i = 1, 2, \cdots, k$ dan output keseluruhan sistem diberikan oleh

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{k} \alpha_i z_i^*}{\sum_{i=1}^{k} \alpha_i} \tag{3}$$

Wavelet

Wavelet merupakan suatu kelas fungsi yang digunakan untuk melokalisasi suatu fungsi yang diberikan dalam dua hal yaitu posisi (waktu) dan skala (frekuensi). Kemampuan inilah yang menjadi alasan sehingga wavelet atau transformasi wavelet banyak diaplikasikan di dalam processing data seperti proses sinyal dan analisis *time series*.

Secara matematis, wavelet adalah keluarga fungsi yang dikonstruksi dari proses translasi dan dilatasi terhadap suatu fungsi, yang didefinisikan sebagai berikut (Debnath, 2002):

$$\psi_{a,b}(t) = |a|^{-1/2} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right), \; a,b \in \mathbf{R} \text{ and } a \neq 0, \tag{4}$$

dengan ψ menyatakan suatu mother wavelet, konstanta *a* dan *b* secara berturut-turut menyatakan parameter dilatasi (skala) dan parameter translasi (waktu).

Sejak tahun 1900, wavelet banyak digunakan sebagai analisis sinyal (signal processing) dan kemudian berkembang menjadi alat analisis *time series*. Metode ini menjadi alternatif analisis time series dibandingkan dengan metode statistika yang lebih dulu eksis karena keunggulannya dalam hal proses denoising, kompresi data, dan multiresolusi (Walker, 2008:1). Karena keunggulan ini pulalah yang menjadi alasan para peneliti menggunakan wavelet atau transformasi wavelet sebagai alat untuk pre-processing data dan bahkan kemudian menjadi alternatif fungsi aktivasi pada model NN. Penerapan fungsi wavelet sebagai fungsi aktivasi pada model NN, dikenal model WNN, mampu meningkatkan akurasi model NN dalam hal pencocokan pola (pattern recognition) atau peramalan data time series (Bahri dkk., 2016a,b dan Banakar, 2006).

Dari berbagai keluarga fungsi wavelet, beberapa fungsi wavelet yang sering digunakan sebagai basis analisis adalah wavelet Daubechies, B-Spline, dan Morlet. Wavelet Daubechies merupakan salah satu jenis wavelet yang memiliki support yang kompak. Jenis wavelet ini dikembangkan oleh Inggrid Daubechies sekitar tahun 1990-an. Wavelet Daubechies merupakan keluarga fungsi yang disebut dengan Wavelet Daubechies orde N (DbN), untuk suatu N bilangan asli. Wavelet Daubechies orde N dibangun berdasarkan Polinomial Daubechies orde N-1 didefinisikan sebagai berikut:

$$P_{N-1}(x) = \sum_{k=0}^{N-1} \binom{2N-1}{k} x^k (1-x)^{N-1-k}. \tag{5}$$

Wavelet Daubechies yang dibangun oleh polinom Daubechies orde N pada Persamaan (5).

Tipe wavelet berikutnya adalah wavelet B-spline. Wavelet B-spline merupakan satu keluarga wavelet yang diperoleh secara rekursif dari hasil konvolusi fungsi skala Haar (Tang dkk., 2000). Untuk bilangan asli $n \geq 1$, *B-spline* orde-n didefinisikan sebagai berikut:

$$N_n(x) = \left(\underbrace{N_1 * N_1 * \cdots * N_1}_{n \text{ factors}} \right)(x) = \left(N_{n-1} * N_1 \right)(x) = \int_0^1 N_{n-1}(x-t)\, dt, \tag{6}$$

dengan $N_1(x)$ merupakan fungsi scaling Haar,

$$N_1(t) = \begin{cases} 1, & 0 \le t < 1 \\ 0, & \text{selainnya} \end{cases}. \tag{7}$$

Berdasarkan konvolusi (6), Persamaan (5) dapat ditulis sebagai berikut:

$$N_n(x) = \frac{1}{(\mathrm{n}-1)!} \sum_{k=0}^{n} (-1)^k \binom{n}{k} (x-k)_+^{n-1}, \tag{8}$$

dengan $(x)_+^n = \max\{0, x\}^n$.

Untuk $n \ge 2,$ turunan pertama dari $N_n(x)$ pada Persamaan (8) disebut wavelet B-spline orde *n*-1. Unser (1997) dengan menggunakan aproksimasi fungsi Gabor (*cosine-modulated Gaussian*) telah menghasilkan rumusan untuk aproksimasi wavelet B-spline orde *n* pada Persamaan (8) sebagai berikut:

$$\psi^n(x) = \frac{4b^{n+1}}{\sqrt{2\pi(n+1)\sigma_w^2}} \cos(2\pi f_0(2x-1)) \exp\left(\frac{-(2x-1)^2}{2\sigma_w^2(n+1)} \right), \tag{9}$$

dengan *n* menyatakan orde wavelet B-spline, konstanta $b = 0.657066,$ $f_0 = 0.409177,$ dan $\sigma_w^2 = 0.561145.$

Wavelet B-Spline memiliki beberapa keunggulan yang dapat menjadi dasar pertimbangan memilih wavelet ini sebagai alat analisis diantaranya memiliki bentuk formula yang eksplisit dalam domain waktu dan frekuensi, memiliki bentuk yang simetri, memiliki support yang kompak, dan proses manipulasi yang sederhana (Unser, 1997)

Wavelet Morlet merupakan salah satu wavelet kontinu yang diturunkan secara proporsional dari fungsi cosinus dan fungsi densitas peluang (pdf) Gaussian yang diberikan oleh persamaan berikut:

$$\psi(x) = \exp(-x^2)\cos(5x) \tag{10}$$

Karakteristik dari fungsi wavelet Morlet yang diekpresikan pada Persamaan (7) adalah bersifat non-ortogonal, memiliki support yang infinit, dan energi maksimumnya berada disekitar titik asal (Banakar dan Azeem, 2006).

BAHAN DAN METODE

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I, Direktorat jenderal Sumber Daya Air, Kementerian Pekerjaan Umum. Data yang dikumpulkan adalah data hidrologi yang terdiri atas debit air Sungai Ancar Mataram dan data curah hujan periode Januari 2013 sampai dengan Desember 2015. Data yang ada digunakan untuk memodelkan debit air sungai ancar sebagai indikator utama terjadinya banjir sesaat. Dalam pemodelan ini, debit air sungai dipandang sebagai faktor respon dan sekaligus sebagai variabel yang memberi respon selain faktor curah hujan untuk lokasi Mataram dan sekitarnya.

Arsitektur Model FWNN yang Diajukan

Arsitektur model FWNN yang dikembangkan merupakan arsitektur *feed forward* neural network yang melibatkan fungsi wavelet sebagai fungsi aktivasi dan inferensi fuzzy sebagai proses pengambilan keputusan dalam proses pembelajaran pada hiden layer. Model arsitektur FWNN dikembangkan pada terdiri atas tujuh layer dengan 4 layer tersembunyi seperti pada Gambar 1.

Arsitektur *feed-forward* FWNN yang diajukan yang diberikan oleh Gambar 1 terdiri atas tujuh layer. Layer pertama merupakan input data dan layer kedua merupakan hasil transformasi wavelet diskrit Daubechies orde 8 (db8) level 3 terhadap data input yang telah dinormalisasi. Normalisasi data dilakukan untuk menon-dimensikan variabel yang terlibat dalam penelitian ini, dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$x_i = \frac{x'_i - x'_{\min}}{x'_{\max} - x'_{\min}} \tag{11}$$

dengan x'_i menyatakan data original ke-i, x_i hasil normalisasi dari data x'_i, $x'_{\min} = \min_{1 \le i \le n} \{x'_i\}$, dan $x'_{\max} = \min_{1 \le i \le n} \{x'_i\}$.

Pada layer ketiga, setiap data pada layer kedua dibobot dengan matriks W berukuran $n \times c$ dengan menggunakan formula:

$$Xw_k = \sum_{j=1}^{n} w_{jk} x_j, \; k = 1, 2, \cdots, c. \tag{12}$$

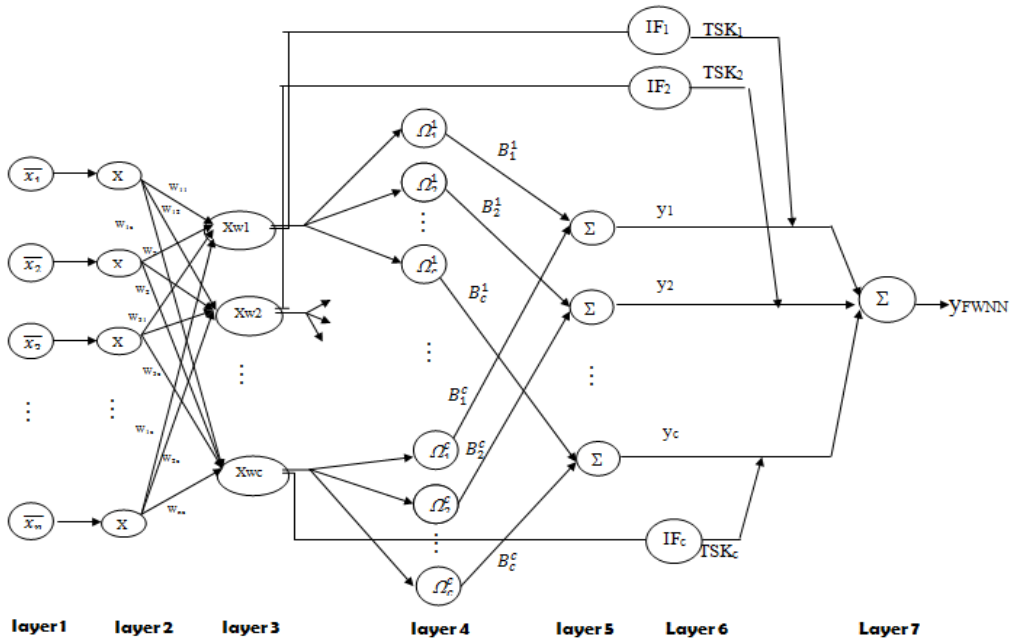
Pada layer keempat, setiap data pada layer ketiga diaktivasi menggunakan transformasi wavelet B-spline dengan orde 1 sampai orde c dan sebanyak c variasi wavelet B-spline berdasarkan variasi parameter translasi dan dilatasi, yaitu $\psi_j^i(\bar{x}_i)$ menyatakan variasi ke-j dari wavelet B-spline orde ke-i, $i, j = 1, 2, \cdots, c$ berikut ini.

$$\psi_j^i(z) = \frac{4b^{i+1}}{\sqrt{2(i+1)\sigma_w^2}} \cos\left(2 f_0 (2z - 1)\right) \exp\left(\frac{-(2z-1)^2}{2\sigma_w^2(i+1)}\right) \tag{13}$$

Layer kelima, agregasi dari setiap orde dari wavelet B-spline dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$y_j = 1,45 \sum_{k=1}^{c} \psi_k^j (Xw_{jk}) \tag{14}$$

dengan $Xw_{jk} = \dfrac{Xw_j - b_k}{a_k}$ menyatakan variasi ke-k , $k = 1,2,\cdots,c$ dari Xw_j, $j = 1,2,\cdots,c$ dan parameter a_k dan b_k berturut-turut menyatakan variasi ke-k dari parameter dilatasi dan translasi wavelet B-Spline. Banyaknya variasi parameter translasi dan dilatasi sama dengan banyaknya kelas klasifikasi data yang ditentukan dengan menggunakan algoritma *clustering* Fuzzy c-Mean (FCM).



Gambar 1. Model Arsitektur FWNN

Kemudian, proses penentuan nilai koefisien output y_k untuk suatu kelas klasifikasi ke-k ditentukan pada layer keenam. Proses ini diawali dengan proses fuzzifikasi input dengan menggunakan fungsi keanggotaan Gaussian. Fungsi keanggotaan Gaussian diberikan oleh Persamaan (15) berikut ini.

$$\mu_{ij}(\bar{x}_i) = e^{\frac{\left(\bar{x}_i - c_{ij}\right)^2}{2\sigma_{ij}^2}}, \quad i = 1,2,\cdots,n \ \text{ dan } j = 1,2,\cdots,m \tag{15}$$

dengan n dan m menyatakan banyaknya input dan klaster, $\bar{x}_i$ menyatakan data input, c_{ij} dan σ_{ij} berturut-turut menyatakan pusat dan lebar dari fungsi keanggotaan Gaussian. Parameter c_{ij} dan σ_{ij} ditentukan menggunakan metode FCM.

Proses inferensi fuzzy menggunakan metode Takagi-Sugeno-Kang (TSK) dengan aturan sebagai berikut.

Definisikan himpunan A_{ji}, $i=1,2,\cdots,n$ dan $j=1,2,\cdots,m$ sebagai himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan sebagai berikut:

$$\text{Jika } \bar{x}_i \in A_{ji} \text{ maka } \mu_{ij}(\bar{x}_i) = e^{\frac{\left(\bar{x}_i - c_{ij}\right)^2}{2\sigma_{ij}^2}} \tag{16}$$

dengan c_{ij} dan σ_{ij} berturut-turut menyatakan pusat dan lebar dari fungsi keanggotaan Gaussian.

$$\begin{aligned}
&R^1: \ if\ \bar{x}_1 \in A_{11} \wedge \bar{x}_2 \in A_{12} \wedge \bar{x}_3 \in A_{13} \wedge \cdots \wedge \bar{x}_n \in A_{1n} \text{ then } TSK_1 = \underline{\mu}_1 L_1(z) \\
&\vdots \\
&R^k: \ if\ \bar{x}_1 \in A_{k1} \wedge \bar{x}_2 \in A_{k2} \wedge \bar{x}_3 \in A_{k3} \wedge \cdots \wedge \bar{x}_n \in A_{kn} \text{ then } TSK_k = \underline{\mu}_k L_k(z) \\
&\vdots \\
&R^m: \ if\ \bar{x}_1 \in A_{m1} \wedge \bar{x}_2 \in A_{m2} \wedge \bar{x}_3 \in A_{m3} \wedge \cdots \wedge \bar{x}_n \in A_{mn} \text{ then } TSK_m = \underline{\mu}_m Lm(z)
\end{aligned} \tag{17}$$

Vektor $\{\bar{x}_1, \bar{x}_2, \cdots, \bar{x}_n\}$ menyatakan input variabel hasil transformasi wavelet diskrit Daubechies, $L_j(z) = \frac{1}{1+e^z}$ adalah fungsi logsig (bawaan matlab), $z_{ij} = Xw_j - b_{ij} / a_{ij}$ dengan a_{ij} dan b_{ij} berturut-turut menyatakan parameter dilatasi dan translasi, dan $Xw_k = \sum_{k=1}^{m} w_{ik} x_{ik}$, w_{ij} menyatakan bobot input ke-*i* yang berhubungan dengan aturan ke-*j*. Nilai konsekuen pada setiap aturan R^j, untuk setiap $j=1,2,\cdots,m$ diberikan oleh kesamaan berikut ini.

$$v_j = TSK_j = \underline{\mu}_j L_j(z_{ij}) \tag{18}$$

dengan $\underline{\mu}_j = \min\{\mu_{ij},\ i=1,2,\cdots,n \text{ dan } j=1,2,\cdots,m\}$.

Pada langkah terakhir, layer ketujuh merupakan agregasi terbobot dari hasil layer kelima dengan bobot diberikan oleh (19) yaitu

$$y_{WNN} = \sum_{j=1}^{c} v_j y_j \Big/ \sum_{j=1}^{c} v_j + 0,0144, \tag{19}$$

dengan $v_j = TSK_j$ untuk setiap $j=1,2,\cdots,c$.

Parameter Model FWNN

Model FWNN yang diajukan ditraining menggunakan tipe *supervised training*. Training FWNN dilakukan untuk meminimumkan fungsi biaya

$$J = \frac{1}{2}\left(y_i - y_i^t\right)^2 \tag{20}$$

dengan y_i menyatakan output yang dihasilkan oleh metode FWNN dan y_i^t menyatakan output target. Dengan menggunakan algoritma gradient descent dengan momentum, parameter bobot w_{ij}, dan parameter dilatasi dan translasi a_{kj} dan b_{kj} $(k=1,2,\cdots,c \text{ dan } j=1,2,\cdots,c)$ akan di-*update* menggunakan persamaan (21).

$$w_{ij}(t+1) = w_{ij}(t) + \eta_w \frac{\partial J}{\partial w_{ij}},\ a_{ij}(t+1) = a_{ij}(t) + \eta_a \frac{\partial J}{\partial a_{ij}},\ \text{dan}$$
$$b_{ij}(t+1) = b_{ij}(t) + \eta_b \frac{\partial J}{\partial b_{ij}}; \tag{21}$$

dengan η_w, η_a, η_b berturut-turut menyatakan parameter *learning rate* untuk parameter bobot w_{ij}, parameter dilatasi, dan parameter translasi dari wavelet B-spline yang ditentukan berdasarkan Teorema Banakar (Banakar, 2006).

Nilai turunan parsial pada persamaan (21) diberikan oleh persamaan-persamaan berikut ini.

$$\frac{\partial J}{\partial w_{jk}} = \frac{\partial J}{\partial y_{WNN}} \frac{\partial y_{FWNN}}{\partial w_{jk}} = \frac{\partial J}{\partial y_{WNN}} \frac{\partial}{\partial w_{jk}} \left(\frac{\sum_{k=1}^{c} v_k y_k}{\sum_{k=1}^{c} v_k} + \beta \right) \tag{22}$$

$$\frac{\partial J}{\partial a_k} = \frac{\partial J}{\partial y_{FWNN}} \frac{\partial y_{WNN}}{\partial a_k} = \frac{\partial J}{\partial y_{FWNN}} \frac{\partial}{\partial a_k} \left(\frac{\sum_{k=1}^{c} v_k y_k}{\sum_{k=1}^{c} v_k} + \beta \right) \tag{23}$$

$$\frac{\partial J}{\partial b_k} = \frac{\partial J}{\partial y_{FWNN}} \frac{\partial y_{WNN}}{\partial b_k} = \frac{\partial J}{\partial y_{FWNN}} \frac{\partial}{\partial b_k} \left(\frac{\sum_{k=1}^{c} v_k y_k}{\sum_{k=1}^{c} v_k} + \beta \right) \tag{24}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengorganisasian Data

Pemodelan debit air sungai didasarkan kenyataan bahwa debit air sungai pada waktu sekarang dipengaruhi oleh intensitas curah hujan pada saat sekarang dan debit air sungai pada waktu sebelumnya. Berdasarkan fakta ini maka dapat diformulasikan hubungan tersebut sebagai berikut:

$$y(t) = f(y(t-k), x(t)), \tag{25}$$

dengan $x(t)$ menyatakan intensitas curah hujan pada waktu ke-t, $y(t)$ menyatakan debit air sungai pada waktu ke-t, dan $y(t-k)$ menyatakan debit air air sungai pada waktu ke (t-k) untuk suatu k bilangan asli.

Pada sisi lain, debit air sungai waktu ke-t sebagai data time series dipengaruhi oleh data sejenis pada waktu sebelumnya yang berikan oleh persamaan berikut ini.

$$y(t) = h\big(y(\mathrm{t-k})\big),\ k = 1,2,3,4,6, \tag{26}$$

$$x(t) = h\big(x(\mathrm{t-k})\big),\ k = 1,2,3,5,6, \tag{27}$$

dengan fungsi h menyatakan hubungan auto korelasi (*autocorrelation*) data debit air sungai dan intensitas curah hujan pada waktu ke-t dengan waktu-waktu sebelumnya.

Analisis *cross-correlation* antara debit air sungai dengan variabel curah hujan diperoleh fakta bahwa:

$$y(t) = g\left(x(t-p)\right),\ p = 1,2,3,4. \tag{28}$$

Berdasarkan Persamaan (26), (27) dan (28) maka Persamaan (25) menjadi

$$y(t) = f\left(y(t-k), x(t-p)\right), \tag{29}$$

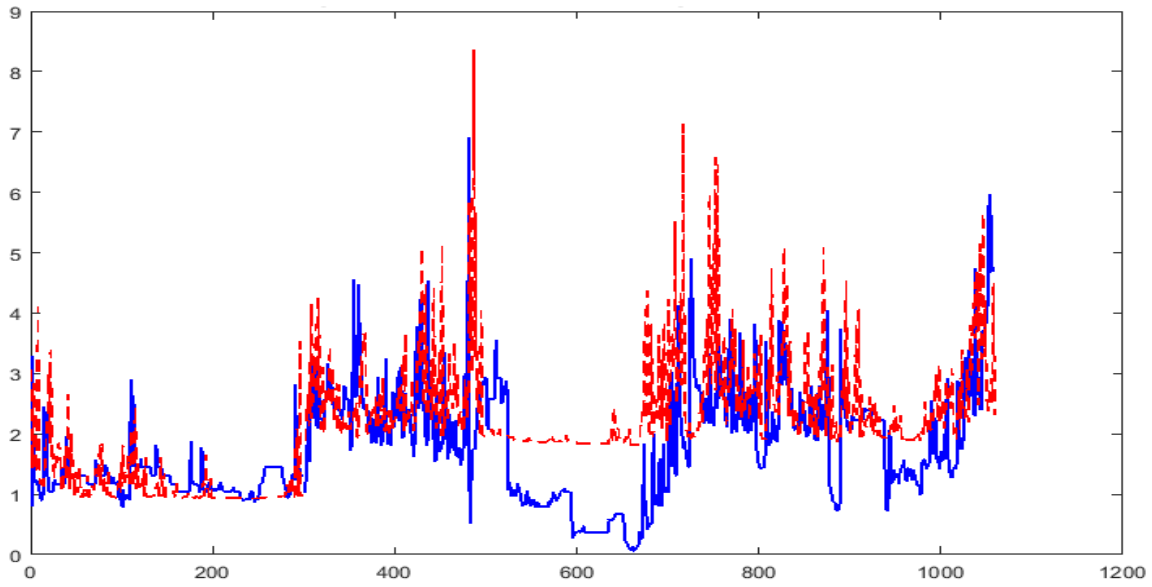
untuk bilangan asli k = 1, 2, 3, 4, 6 dan p = 1, 2, 3, 5, 6.

Tabel 1. Performa Model FWNN yang diajukan berdasarkan klasifikasi data pelatihan dan pengujian

KLASIFIKASI DATA	BANYAK DATA	PERFORMA MODEL (RMSE)
Data Pelatihan (In Sample Data)	800	11,2734
Data Pengujian (Out Sample Data)	260	444,3317

Model FWNN untuk Pemodelan Debit Air Sungai

Berdasarkan pengorganisasian data, pembelajaran sebanyak 50 iterasi menggunakan model FWNN yang diajukan terhadap 1060 data, dengan rincian 800 data sebagai data latih dan 260 data sebagai data uji memberikan hasil seperti pada Gambar 2. Sedangkan performa model FWNN yang diajukan terhadap dua klasifikasi data yaitu data pelatihan (*in sample*) dan data pengujian (*out sample*) diberikan oleh Tabel 1.



Gambar 2. Perbandingan grafik output Model FWNN yang diajukan (merah) dengan data aktual rata-rata debit air harian Sungai Ancar Mataram (biru).

Berdasarkan grafik pada Gambar 2, terlihat bahwa output Model FWNN yang diajukan cenderung memberikan aproksimasi yang lebih tinggi dari data aktualnya (*over-estimated*). Berdasarkan indikator *root of mean square error* (RMSE), performa model untuk klasifikasi data pelatihan (*in sample*) sudah cukup baik yaitu sebesar 11,2734. Sedangkan untuk data pengujian (*out sample*) sebesar 444,3317.

Dari sisi mitigasi bencana, prediksi ini relatif lebih aman karena data hasil prediksi (output model FWNN yang diajukan) cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan keadaan sebenarnya sehingga pemangku kebijakan dapat mengantisipasinya. Secara matematis, terlihat bahwa performa model (RMSE) khususnya pada data *out sample* masih relatif tinggi sebagai akibat dari *over estimated* dan rentang data yang diprediksi cukup besar. Secara fisis, tingginya error ini dimungkinkan karena faktor koefisien aliran permukaan (C) sebagai salah satu variabel penentu debit air sungai seperti terlihat pada Persamaan (1) belum diakomodasi oleh model yang diajukan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan model *feedforward neural network* yang direpresentasikan oleh model fuzzy wavelet Neural network (FWNN) memberikan hasil yang cukup baik berdasarkan indikator RMSE (*root of mean square error*) khususnya pada data pelatihan (*in sample*). Terhadap data pengujian (*out sample*), performa model FWNN yang diajukan belum begitu baik, dalam hal ini output model yang dihasilkan cenderung lebih tinggi dari data sebenarnya (*over-estimated*).

Ucapan Terimakasih

Tim Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Mataram atas *support* dana DIPA BLU Universitas Mataram melalui Skema Penelitian Dosen Pemula Tahun Anggaran 2019 dengan nomor kontrak 2489M/UN10.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Amar, C. Ben and Jemai, O. 2007. Wavelet Networks Approach for Image Compression. GVIP Special Issue on Image Compression.

Asdak, C. 2002. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Bahri, S., Widodo, dan Subanar. 2016a. Applied Multiresolution B-Spline Wavelet to Neural Network Model and Its Application to Predict some Economis Data. *International Journal of Applied Mathematics and Statictics,* Int. J. Appl. Math. Stats. Vol. 54. Issue No. 1.

Bahri, S., Widodo, dan Subanar. 2016b. Optimization of Wavelet Neural Networks Model by Setting the Weighted Value of Output Through Fuzzy Rules Takagi–Sugeno– Kang

(TSK) Type as A Fixed Parameter. *Global Journal of Pure and Applied Mathematics*, GJPAM. Vol. 12 (3): 2591-2603.

Banakar, A., dan Azeem, M. F. 2006. Artifisial Wavelet Neural Network and Its Application in Neuro Fuzzy Models. *Applied Soft Computing*. Vol 8: 1463-1485.

Bruzda, J. 2004. Wavelet vs. Spectral Analysis of an Economic Process. *Dynamic Econometric Models*. Vol. 6. Nicolaus Copernicus University, Toruń.

Chang, C. M. and Liu, T. S. 2006. A Wavelet Network Control Method for Disk Drives. IEEE Transactions on Control Systems Technology. Vol. 14 (1): 63-68.

Debnath, L. 2002. *Wavelet Transforms and Their Applications*. Birkhauser. Boston.

Karatepe, E. dan Alci, M. 2005. A new approach to fuzzy wavelet system modeling. *International Journal of Approximate Reasoning*. Vol. 40: 302–322.

Kriesel, D., 2005, *A Brief Introduction to Neural Network*, http :// www.dkriesel.com/en/ science/neural_network. [Maret 2012].

Lee, K. H. 2005. *First Course on Fuzzy Theory and Applications with 149 Figures*. Springer Verlag. Germany.

Lineesh, M. C., Minu, K. K. and John, C.J. 2010. Analysis of Nonstationary Nonlinear Economic Time series of Gold Price a Comparative Study. International Mathematical *Forum*. Vol. 5(34): 1673 – 1680.

Mendivil, S.G., Castillo, O., and Melin P. 2008. Optimization of Artificial Neural Network Architectures for Time Series Prediction using Parallel Genetic Algorithms. *Soft Computing for Hybrid Intel. Systems*, SCI. Vol. 154: 387-399.

Minu, K. K., Lineesh, M. C. and John, C.J. 2010. Wavelet Neural Networks for Nonlinear *Time series* Analysis. *Jounal of Applied Mathematical Sciences*. Vol. 4 (50): 2485 – 2495.

Setyawan, H. D. 2008. Peramalan Ketinggian Muka Air dengan Jaringan Syaraf Tiruan Perambatan-Balik. *Eprints.Undip.ac.id/25353/2/M-L2F003506.pdf*.

Smith, L. 1996. An Introduction to Neural Network. A talk given at the NSYN meeting in Edinburgh, Scotland.

Tang, Y. Y., Yang, L. H., Liu, J., and Ma, H. 2000. *Wavelet Theory and Its Application to Pattern Recognition.* World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. Singapore.

Unser, M. 1997. Ten Good Reasons for Using Spline Wavelets. *Proc. SPIE*. Wavelets Applications in Signal and Image Processing. Vol. 3169: 422-431.

Walker, J. S. 2008. *A Primer on Wavelets and Their Scientific Applications*, Second Edition. Chapman & Hall/CRC. USA.

Zekri, M., Sadri, S., and Sheikholeslam, F. 2008. Adaptive fuzzy wavelet network control design for nonlinear systems. *Fuzzy Sets and Systems*. Vol. 159: 2668 –2695.

Pengaruh Fenomena Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+) Terhadap Suhu Di Kota Padang

The Effect Of Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+) Phenomenes On Themperature In Padang City

Ahmad Mudyanto, Siti Alaa*, Susi Rahayu, Alfina Taurida Alaydrus
Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Mataram, Mataram, Indonesia 83115.

**email: siti.alaa@unram.ac.id*

ABSTRAK

Telah dilakukan analisis suhu kota Padang untuk melihat hubungannya dengan fenomena Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+). Data yang digunakan adalah data suhu selama 20 tahun (1990 – 2010). Kota Padang yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia memiliki suhu yang cenderung dipengaruhi fenomena IOD yang terjadi di Samudera Hindia. Dalam 20 tahun tersebut terjadi 4 kali fenomena IOD+. Kemudian dengan menggunakan metode korelasi didapatkan hasil korelasi sebesar -0.31, nilai minus menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi antara indek IOD+ dengan anomali suhu hubungannya lemah.

Kata kunci : Suhu, Indian Ocean Dipole Plus, Padang.

ABSTRACT

Padang city temperature analysis has been carried out to see its relationship with the Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+) phenomenon. The data used here were daily temperature for 20 years (1990 - 2010). The city of Padang, which is directly adjacent to the Indian Ocean, has temperatures which tend to be influenced by the phenomenon of IOD occurring in the Indian Ocean. In 20 years there were 4 times the phenomenon of IOD+. Then by using the correlation method, the correlation results obtained by -0.31, the minus value indicates an inverse relationship. These results indicate that the correlation value between the IOD+ index and the temperature anomaly is quite weak related.

Keywords: Temperature, Indian Ocean Dipole Positif, Padang.

PENDAHULUAN

Pada umumnya Indonesia memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau. Secara umum musim hujan terjadi antara bulan Oktober-Maret dengan puncaknya sekitar bulan Desember sampai Februari, disebabkan Monsun Dingin Asia. Sedangkan musim kemarau terjadi antara bulan April-September dengan puncaknya sekitar bulan Juni sampai Agustus, hal ini disebabkan Monsun Dingin Australia. Musim di Indonesia selain dipengaruhi

oleh Monsun dan pengaruh lokal, juga dipengaruhi oleh adanya fenomena global, diantaranya sirkulasi Hadley, sirkulasi Walker, El Nino, La Nina, Indian Ocean Dipole (IOD) dan lainnya.

IOD adalah kondisi interaksi Samudera dan Atmosfer di kawasan Samudera Hindia Khatulistiwa yang mempengaruhi iklim Australia dan negara-negara lain yang mengelilingi cekungan Samudra Hindia termasuk Indonesia (Saji dkk, 1999). Sinyal fenomena IOD sering diasosiasikan dengan perubahan anomali suhu permukaan laut (SPL) antara Samudera Hindia tropis bagian barat dengan Samudera Hindia tropis bagian timur.

Perubahan pada suhu permukaan laut selama IOD terjadi terkait dengan perubahan medan angin di tengah Samudera Hindia ekuator. Sehingga angin bergerak berlawanan dari biasanya barat ke timur selama Indian Ocean Dipole Mode Positive (IOD+). Selain itu, proses konveksi yang biasanya terjadi di atas Samudera Hindia bagian timur yang menghangat bergerak kearah barat (Bahera dkk, 2005). Hasil dari kondisi tersebut menyebabkan terjadinya peningkatan curah hujan dari normalnya di pantai timur Afrika dan Samudera Hindia bagian barat. Sedangkan di Indonesia mengalami penurunan curah hujan dari normalnya yang menyebabkan kekeringan. Fenomena yang berlawanan dengan kondisi ini dikenal sebagai Indian Ocean Dipole Mode Negative (IOD-) (Ashok dkk, 2003).

Variasi cuaca dan iklim sangatlah perlu diperhatikan karena sebagian wilayah Indonesia terletak di Belahan Bumi Utara dan sebagian di Belahan Bumi Selatan. Meskipun musim hujan dan kemarau terjadi secara periodik, tetapi panjang musim dan anomali suhu untuk setiap musim tidaklah selalu sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa musim di wilayah Indonesia tidak hanya dibentuk oleh monsun, tapi dibentuk juga oleh faktor lain yang berinteraksi dengan monsun untuk membentuk musim tersebut. Faktor tersebut bisa jadi merupakan fenomena global yaitu El Nino-La Nina dan IOD (Kailaku, 2009). Adanya kemungkinan tersebut membuat penulis mencoba mengkaji dampak dari fenomena IOD+ terhadap suhu di kota Padang.

Kota Padang adalah kota yang terletak di pantai barat pulau Sumatra, kota ini berbatasan langsung dengan Samudra Hindia. Suhu udaranya cukup tinggi, yaitu antara 23 °C–32 °C pada siang hari dan 22 °C–28 °C pada malam hari, dengan kelembabannya berkisar antara 78% – 81%. Kota Padang dan sekitarnya merupakan daerah pantai yang kondisi cuacanya sangat dipengaruhi oleh laut di sebelah barat dan rangkaian pegunungan Bukit Barisan di sebelah timur. Sehingga angin darat dan angin laut akan mendominasi perubahan cuaca kota Padang dan sekitarnya (Subarna, 2008). Kota padang mendapatkan pengaruh langsung dari fenomena IOD yang terjadi sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh fenomena tersebut terhadap suhu kota Padang, salah satunya dengan metode Korelasi.

Metode Korelasi adalah metode yang membahas tentang derajat hubungan antara dua variabel atau lebih. Korelasi merupakan salah satu teknik analisis statistika yang banyak digunakan dalam penelitian meteorologi karena dapat digunakan untuk mengetahui hubungan antar peristiwa/ fenomena meteorologi (Putramulyo dan Alaa, 2018). Besarnya tingkat keeratan hubungan antara dua variabel atau lebih dapat diketahui dengan mencari besarnya angka korelasi yang biasa disebut dengan koefisien korelasi. Dalam penelitian ini peneliti mencoba mencari nilai korelasi antara IOD+ dengan nilai anomali suhu kota Padang.

BAHAN DAN METODE

Fenomena yang dianalisis adalah IOD+. Korelasi akan dilakukan antara suhu rata-rata IOD+. IOD+ yang digunakan adalah IOD setiap bulan Juni-Feburari tahun 1990 – 2010 diunduh dari situs Jamstec: *Low Lattitude Climate Production Research*. Indeks Dipole Mode tahunan dibuat dengan cara menghitung rata rata bulanannya di setiap tahun periode tahun 1990 - 2010. Analisis statistik dilakukan pada data suhu harian yang dapat diunduh dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) selama 20 tahun (1990 – 2010) yang bisa diunduh secara gratis melalui http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/dataproduct yang kemudian dirata-rata menjadi suhu bulanan. Data yang disediakan merupakan data seluruh dunia, kemudian diambil grid-grid data yang termasuk ke dalam wilayah Indonesia dan diambil di satu stasiun saja yaitu stasiun meteorologi Tabing Kota Padang. Tahun-tahun yang telah diketahui menjadi tahun terjadinya fenomena IOD+ kemudian dikaitkan dengan anomali suhu perbulan pada tahun kejadian menggunakan rumus: (Fadholi, 2013).

$$S = S - \bar{S}$$

$$\bar{S} = \frac{i}{n}\sum_1^n S$$

Dimana S menunjukkan anomali suhu. Setelah nilai anomali diketahui maka dikorelasikan dengan nilai indeks Dipole Mode. Dari nilai korelasi tersebut ditentukan mana yang lebih berpengaruh terhadap anomali suhu yang terjadi. Analisis korelasi menggunakan rumus berikut: (Fadholi, 2013).

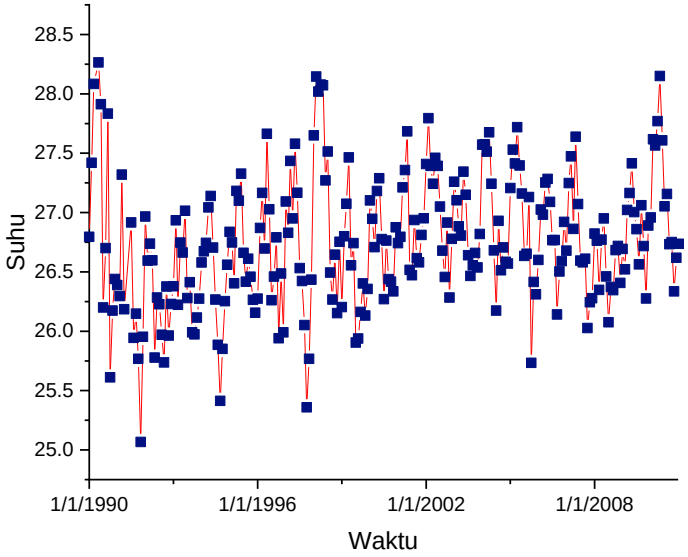
$$R = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n\sum X^2 - (\sum X)^2\}\{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Dimana R = korelasi, X = indeks IOD, Y = S = anomali suhu (^{0}C), dan n = jumlah data. Nilai korelasi berkisar antara -1 dan 1. Tanda positif atau negatif menunjukkan arah korelasinya. Bila korelasi antara x dany negatif maka kenaikan variabel x akan menyebabkan penurunan y atau sebaliknya. Bila korelasi antara x dan y positif maka kenaikan variabel x akan diikuti dengan kenaikan variabel y atau sebaliknya (Fadholi, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

IOD merupakan salah satu fenomena dominan yang mempengaruhi variasi iklim Indonesia yang merupakan fenomena yang terjadi di Samudra Hindia (Ashok dkk, 2003). Keadaan geografis Indonesia yang terletak di antara dua benua termasuk Hindia menyebabkan Indonesia mempunyai iklim yang terkait dengan fenomena tersebut. Pada penelitian kali ini, penulis meneliti pengaruh dari beberapa kejadian IOD+ terhadap suhu kota Padang, dimana kota padang adalah salah satu kota yang berpapasan langsung dengan Samudra Hindia sehingga memungkinkan pengaruh dari fenomena IOD cukup signifikan terhadap suhu bulanannya. Selama tahun IOD+, samudera Hindia bagian timur lebih dingin dari pada normalnya sedangkan bagian barat lebih hangat dari pada normalnya. Sejak indeks IOD ditetapkan sebagai perbedaan antara area barat dan area timur, indeks bernilai positif selama tahun IOD+ dan bernilai negatif selama tahun IOD-. Untuk menentukan tahun-tahun IOD+

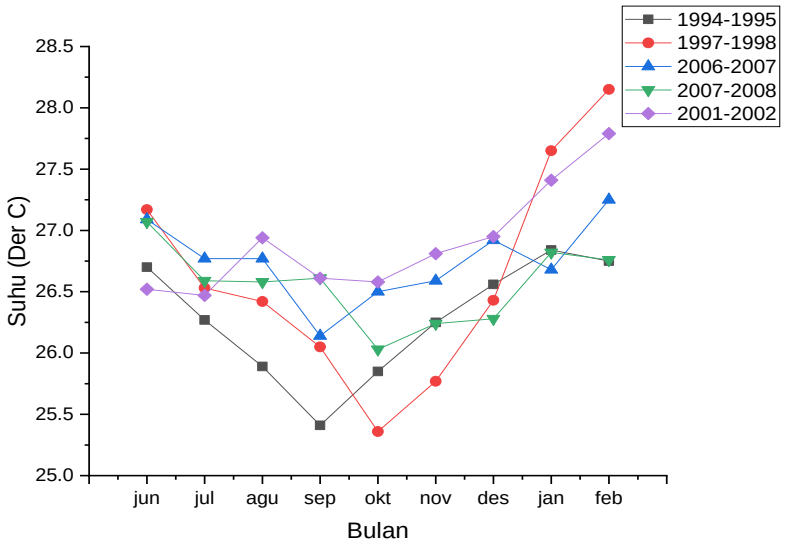
atau IOD- dilakukan dengan menggunakan data indeks IOD tahun 1990 sampai 2010. Tahun-tahun dimana terjadi IOD+ antara lain 1994-1995, 1997-1998, 2006-2007 dan2007-2008 (Fadholi,2013). Grafik time series suhu bulanan di kota Padang selama 20 tahun dari 1990 sampai 2010 ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik time series suhu bulanan kota Padang dalam 20 tahun (1990 – 2010).

Sedangkan grafik suhu kota Padang di tahun-tahun IOD+ ditampilkan pada Gambar 2. Kondisi suhu pada saat IOD+ tahun 1994-1995 dapat dilihat garis warna hitam pada grafik. Dimana terlihat bahwa suhu rata-rata perbulan mengalami penurunan dari bulan Mei secara konsisten sampai pada puncaknya dibulan September 1994, kemudian mengalami kenaikan lagi secara konsisten sampai pada bulan Februari pada tahun 1995. Kemudian untuk kondisi indeks IOD+ tertinggi terjadi pada Agustus1994 dengan nilai indeks 2,84. Pada tahun ini dapat dilihat bahwa kondisi suhu bulanan memiliki nilai perbedaan yang signifikan. Dari awal kejadian sampai akhir, suhu mengalami anomali sebesar -0,36^{0}C. Pengaruh IOD+ yang kuat sehingga semakin menguatkan efek kering yang terjadi. Garis warna merah dapat memperjelas kondisi suhu yang terjadi di kota Padang. Kondisi yang terjadi pada tahun ini mirip dengan yang terjadi pada tahun1994-1995 dimana suhu mengalami penurunan dari awal IOD+ sampai pada bulan Oktober kemudian mengalami kenaikan lagi sampai akhir kejadian IOD+. Selain itu pada periode ini indeks IOD sangat besar yaitu 3.55 dan anomali suhu -0.23^{0}C.

Pada tahun IOD+ 2006-2007 anomali suhu tidak terlalu besar. Kenaikan suhu dan penurunan suhu dari bulan Juni sampai pada bulan Feburari tidak terlalu signifikan seperti pada tahun-tahun lainnya, dimana nilai anomali suhu -0,07^{0}C. Kondisi suhu bulanan mulai Juli sampai November tahun 2006 mengalami penurunan dibanding dengan normalnya.



Gambar 2. Grafik suhu bulanan saat terjadi IOD positif (Juni - Feburari) setiap tahun kejadian.

Pada tahun 2007-2008 menurut Bahera dkk (2008) terjadi IOD+ dengan intensitas kuat. Kondisi pada tahun ini tidak beda jauh dengan tahun kejadian 1997-1998, dapat kita amati pula pada tabel 1, namun indeks IOD+ pada tahun ini cukup kecil dibandingkan tahun-tahun kejadian sebelumnya yaitu sebesar 0,39 dengan anomali suhu sebesar -0,25^{0}C.

Sebagai data pembanding dibuat grafik anomali suhu pada saat kondisi normal atau tidak ada pengaruh Fenomena IOD+ yaitu pada tahun 2001-2002. Bentuk grafik tahun 2001-2002 tersebut sangat jauh beda dengan bentuk-bentuk grafik sebelumnya, keadaan suhu setiap bulannya mengalami peningkatan dan nilai anomali suhu bernilai positif 0,05^{0}C, meskipun pada sekitaran bulan Juli tercatat kecenderungan suhu yang lebih tinggi diantara dua bulan sebelum dan sesudahnya.

Tabel 1.Nilai Anomali suhu terhadap Indeks IOD+.

Tahun	Anomali suhu rata-rata	Indeks IOD+
1994-1995	-0.36	2.84
1997-1998	-0.23	3.55
2006-2007	-0.07	1.37
2007-2008	-0.25	0.39
2001-2002	0.05	0.10

Pada tabel 1 menunjukkan nilai anomali suhu dengan Indeks IOD+ tersebut berbanding terbalik. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai korelasi antara anomali suhu dan indeks IOD+ sebesar -0.31, nilai tersebut menunjukan keeratan hubungan antara anomali suhu dengan indeks IOD+ tersebut. Nilai yang minus artinya bahwa hubungan antara suhu dengan Indeks IOD berbanding terbalik, atau ketika Indeksnya besar maka anomali suhu akan bernilai kecil dan ketika anomali suhu besar maka Indeks IOD akan bernilai kecil.

KESIMPULAN

Fenomena IOD+ dalam rentang tahun 1990-2010 di Indonesia terjadi pada periode 1994-1995, 1997-1998, 2006-2007, dan 2007-2008. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai korelasi antara anomali suhu di Kota Padang dengan indeks IOD+ adalah -0,31. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai korelasi antara indek IOD+ dengan anomali suhu berbanding terbalik dan hubungannya lemah.

DAFTAR PUSTAKA

Ashok, K., Guan, Z., Yamagata, T. A Look atthe Relationship between the ENSO and the Indian Ocean Dipole. Journal of the Meteorological Society of Japan Vol. 81.,No.1, pp. 41-56, 2003.

Behera, S. K., Luo, J.J., Masson, S., Delecluse,P., Gualdi, S., Navarra, A., and Yamagata,T. (2005). Paramount Impact of theIndian Ocean Dipole on the East African Short Rains: A CGCM Study, J. Climate,18, 4514-4530.

Fadholi , Akhmad. Studi Dampak El Nino Dan Indian Ocean Dipole (IOD) Terhadap Curah Hujan Di Pangkal Pinang.Volume 11 Issue 1: 43-50.

Kailaku, T.E, (2009). Pengaruh ENSO (El Nino-Southern Oscillation) DAN IOD (Indian Ocean Dipole) Terhadap Dinamika Waktu Tanam Padi di Wilayah Tipe Hujan Equatorial dan Monsunal (Studi Kasus Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat dan Kabupaten Karawang, Jawa Barat).Skripsi. Jurusan Meteorologi FMIPA IPB. Bogor.

Saji, N. H., Goswami, B. N., Vinayachandran,P. N., and Yamagata, T. (1999). A dipole mode in the tropical Indian Ocean. Nature, 401, 360-363.

Satriogi Putramulyo, Siti Alaa. 2018. Prediksi Curah Hujan Bulanan Di Kota Samarinda Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu dan Kelembapan Udara. Jurnal Eigen vol. 1 no. 2 hal 13-16. https://doi.org/10.29303/emj.v2i2.20

Subarna, Dadang. Simulasi Cuaca Daerah Padang. Peneliti Bidang Pemodelan Iklim. LAPAN Berita Dirgantara Vol. 9 No. 3 September 2008:61-65.

Potensi Ekstrak Kulit Buah Rukam (Flacurtia rukam Zoll) Sebagai Photosensitizer Pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

The Potential of Rukam Peel (Flacurtia rukam Zoll) as Photosensitizer in Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)

Dian W. Kurniawidi*, Heri Andrian, Siti Alaa, Susi Rahayu

Department of Physics Faculty of Mathematics and Natural Sciences
University of Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram,
*Email: diankurnia@unram.ac.id

ABSTRAK

Dye merupakan salah satu bagian dari Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) yang berperan sebagai bahan penyerap foton dan peka terhadap rangsangan cahaya (Photosensitizer). Telah dilakukan penelitian dengan menggunakan dye dari ekstrak kulit buah Rukam dengan menggunakan campuran pelarut etanol, asam asetat dan aquades (5:1:4) pada variasi konstentasi 75%, 50%, dan 25%. Ekstrak kulit buah rukam mengandung senyawa antosianin pelargonidin. Didapatkan panjang gelombang serapan maksimum buah rukam adalah 518 nm pada konsentrasi larutan 75%. Nilai spektrum serapan yang didapatkan pada ekstrak kulit buah Rukam dengan konsentrasi 75% adalah sebesar 2,752 a.u. dan luas area serapan 131,837 a.u nm. Setelah DSSC dirangkai, didapatkan hubungan nilai tegangan dan arus dengan konsentrasi larutan. Nilai tegangan dan arus yang paling baik didapatkan pada ekstrak tanpa pengenceran dengan nilai tegangan 412 mV dan arus 0,028 mA. Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa ekstrak antosianin kulit buah Rukam memiliki potensi sebagai photosensitizer pada DSSC.

Kata kunci : DSSC, antosianin, buah rukam, fotosensitizer

ABSTRACT

Dye is one part of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) which acts as a photon absorbent material and is sensitive to light stimulation (Photosensitizer). Research has been carried out using dye from Rukam fruit peel extract using a mixture of ethanol, acetic acid and aquades solvents (5: 1: 4) in the variation of the concentration of 75%, 50%, and 25%. Rukam rind extract contains pelargonidin anthocyanin compounds. The maximum absorption wavelength of rukam was obtained at 518 nm at a 75% solution concentration. The absorption spectrum value obtained in Rukam peel extract with a concentration of 75% is 2,752 a.u. and absorption area is 131,837 a.u nm. After DSSC is assembled, the relationship between voltage and current values with the concentration of the solution is obtained. The best voltage and current values are obtained in the extract without dilution with a voltage value of 412 mV and a current of 0.028 mA. Therefore, it can be stated that the anthocyanin extract of Rukam peel has potential as a photosensitizer on DSSC.

Keywords: dye sensitized solar cell, anthocyanin, rukam fruit, photosensitizer.

INTRODUCTION

DSSC is a solar cell system that implements the process of photovoltaic synthesized dye (Kay & Gratzel,1996; Smestad & Gratzel, 1998). Dye is one part of the DSSC that acts as a photon absorbent material and is sensitive to light stimulation (photosensitizer) (Bechtold & Mussak, 2009). Types of natural dyes commonly used contain flavonoid compounds in the form of chlorophyll or anthocyanin substances. Antosianin able to absorb light and give color to plants such as flowers, leaves, and fruit. The most common types of anthocyanin compounds are pelargonidin (orange), cyanidin (orange-red), peonidin (red), delphinidin (blue-red), petunidine (blue-red), and malvenidin (purple-red). This color pigment certainly has different efficiency if it is functioned as dye (Saputra, *et al*, 2013).

Beside dye, other ingredients are needed for the DSSC to work properly. The composition consists of TiO2 nanopores, dye molecules adsorbed on TiO2 surfaces, and catalysts all deposited between two conductive glass. The metal oxide nanocrystalline layer (TiO2) acts as a transport material for electrons and electrolyte liquids as a material for transporting holes (Green, 2006; Zhang & Banfield, 2000).

In this study, an anthocyanin extract derived from Rukam peel fruit (*Flacourtia rukam Zoll*). The red color on the peel of Rukam fruit became the basis for research because the most identical color with anthocyanin is red. In addition, Rukam fruit is rarely consumed or processed. Fruits extract from Rukam is expected to operate as a good sensitizer on DSSC, so it can convert solar energy into electrical energy.

MATERIALS AND RESEARCH METHODS

Extraction was done by dissolving the peel of the Rukam fruit using ethanol solvent, acetic acid and aquades with a ratio of 5: 1: 4. The solution then stirred and distilled for 30 minutes. After that the solution filtered and diluted with the same solvent at concentrations of 25%, 50%, and 75%.

Some preparations were conducted in the DSSC compilers. FTO (Flourine-doped tin oxide) glass with size 2cm x 2cm is prepared. The conductive glass part will act as the working electrode and the opposing electrode in the DSSC arrangement. In TiO2 preparation, it was dissolved 3.5 grams of TiO2 at 15 ml of ethanol. Then slip casting method is done on FTO glass to paste TiO2. Calcined FTO glass already coated at 500˚C. In the preparation of carbon, with a temperature of 150˚C calcination for carbon-coated glass. An electrolyte was prepared using a mixture of iodine and triiodide (I - / I3) dissolved in 10 ml of PEG. Furthermore, TiO2 coated glass parts are immersed into each dye solution for 24 hours. The DSSC compiled as in the following figure.

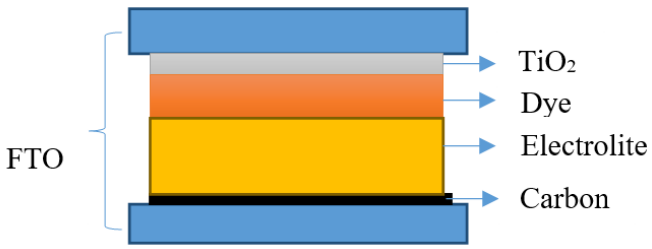


Fig. 1. Schematic design of DSSC

Further experiments were tested using digital multimeters in incandescent Philip bulb lamp with a power variation of 15-75 watts.

RESULT AND DISCUSSION

Color testing and TLC (Thin Layer Chromatography) testing is a preliminary test to identify the anthocyanin content of Rukam peel fruit (Lipsy, 2010). Based on the test results in Table 1, it can be said that Rukam peel fruit extract contains anthocyanin compound. This is because the anthocyanin extract reacts to changes in acid-base conditions. The Rf value obtained in the TLC test was 0.80 with a purple single spot. Based on these results, pure anthocyanin extract contains only the antituianin type pelargonidin because it has no other spots. Its means the extract from Rukam peel fruit has good potential to be used as dye on DSSC.

Table 1. The result of identification anthocyanin using TLC testing

Add solution	**Results**	**Conclussion**
Added HCl 2M is heated at 100C for 5 minutes	Red	Positive
Added 2M NaOH solution drop by drop	Unstable dark green	Positive
Chromatography with mobile phase butanol : acetic acid : water= 4 : 1 : 5	TLC testing, Rf=0,8	Pelargonidin

The result of absorbance spectrum is almost the same, the highest absorbance spectrum value of Rukam peel extract is obtained from 75% dissolution with a wide gap range from 450 nm to 600 nm with a wavelength of 518 nm and a maximum absorbance of 2,752 a.u. Its means Rukam fruit extract at 75% concentration has the best potential as photosensitizer compared with solution at 50% concentration with absorbance value 2,323 a.u and 25% concentration with absorbance value 1,574 a.u. The extract without dilution is too thick, so the resulting graphic form does not have a good waveform.

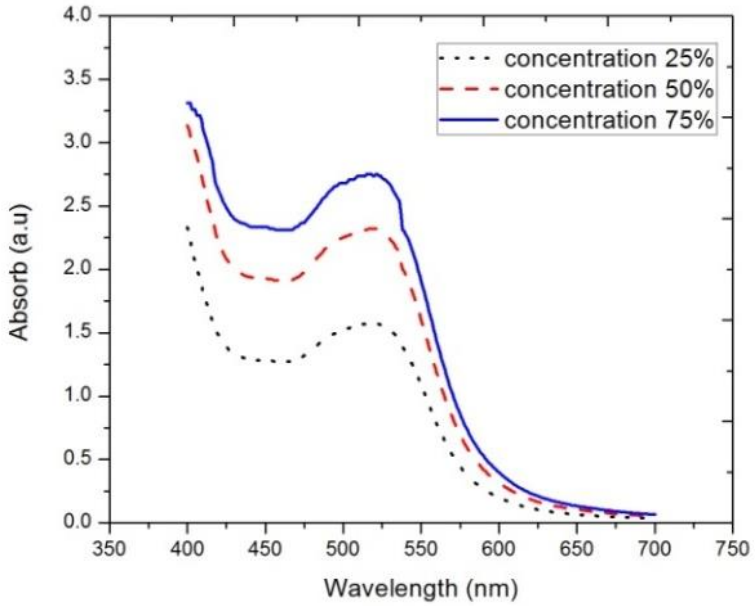


Fig. 2. Absorbance spectrum of Rukam peel fruit ekstract

Table 2. Absorbance spectrum results

Dilution	Max Wavelength (nm)	Absorption (a.u)	Area (nm.au)
25%	515	0.827	131.83
50%	518	0.736	116.69
75%	518	0.670	105.49

The electrical properties of DSSC was conducted using incandescent light of bulb lamp as light source in different lamp power.We measure the open circuit potential (Voc)and short circuit current (Isc) for DSSC with different concentration of dye.

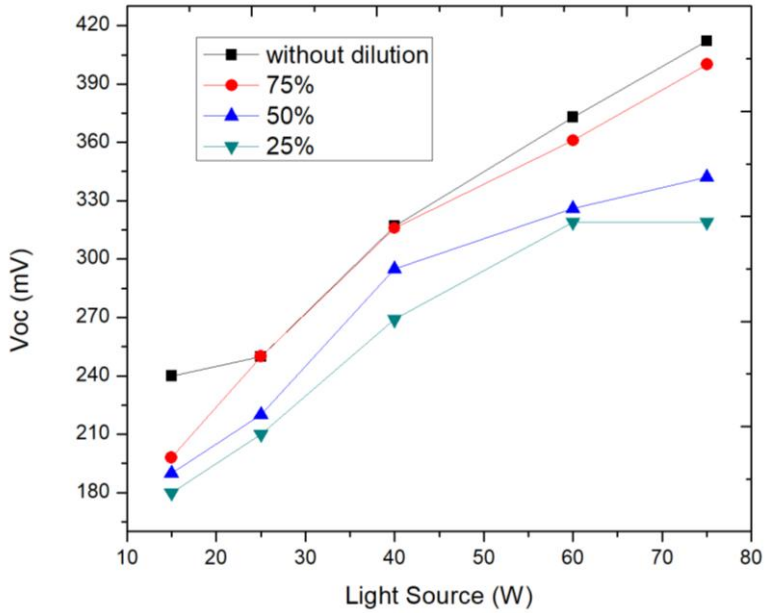


Fig. 3. Voltage value that produce by DSSC in different lux light.

The DSSC value with dye solubility concentration of 75% and without solvent has the same voltage value ratio. This is due to the maximum limit of absorption in the extract and the polluting factor on the extract without dilution, which can disrupt the stability of the solution as a sensitizer.

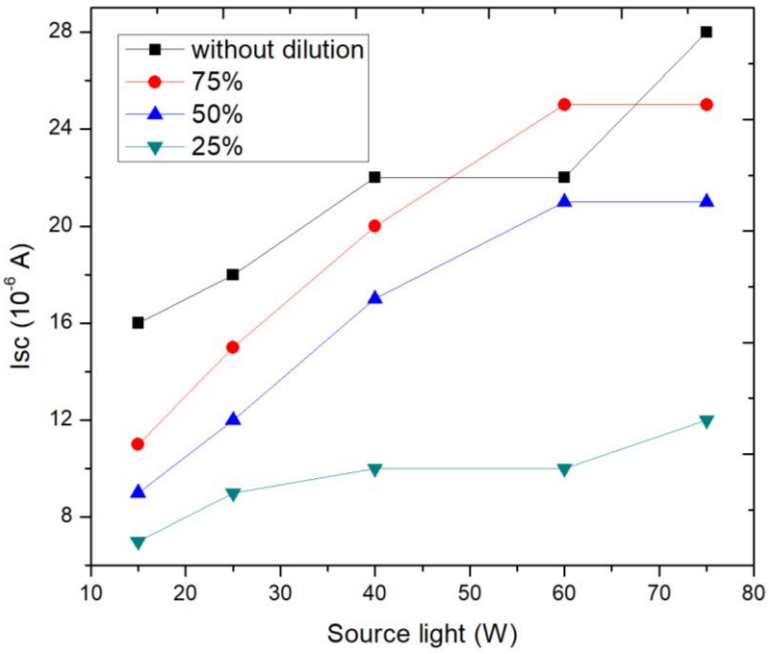


Fig 4. Current value that produce by DSSC in different dilution

The value of Isc can be seen in Fig. 4. The highest value is obtained on DSSC which uses Rukam peel extract without dilution. This is because the high levels of anthocyanins attached to the surface of TiO_2 can cause the active absorbance area of the working electrode to be more active to catch photons.

CONCLUSSION

The peel of Rukam fruit extract can be used as an alternative dye of DSSC. Rukam peel extract contains anthocyanin that can function as dye because it has the ability to absorb the foton. It shows that, the value of voltage and current produce by DSSC depends on the dilution performed. The dilution percentage of the extract is inversely proportional to the current and voltage results due to the anthocyanin content in the extract solution.

REFERENCES

Bechtold, T dan Rita Mussak. 2009. Handbook Of Natural Colorants. Leopord Franzens University: Austria.

Green, M. A. 2006. Third generation photovoltaics. New York: Springer.

Kay, A., & Grätzel, M. (1996). Low cost photovoltaic modules based on dye sensitized nanocrystalline titanium dioxide and carbon powder. Solar Energy Materials and Solar Cells. 44(1), 99-117.

Lipsy P. 2010. Thin Layer Chromatography Characterization of the Activeingredients in Excedrin and anacin.USA: Stevens Institute of Technology.

Saputra, F. R., Rondonuwu, F. S., & Sutresno, A. 2013. Pemanfaatkan Ekstrak Antosianin Kol Merah (Brassica Oleracea Var) Sebagai Dye Sensitized dalam Pembuatan Prototipe Solar Cell (DSSC).Ponegoro: Universitas Kristen Satya Wacana.

Smestad, G.P dan Gratzel, M. 1998. Demonstrating Electron Transfer And Nanotechnology: A Natural Dye Sensitized Nanocrytalline Energy Converter. J.Chem Educ. Vol. 75 No. 6, Hal. 752-756.

Zhang, H. dan Banfield J.F., 2000. Understanding Polymorphic Phase Transformation Behavior during Growth of Nanocrystalline Aggregates: Insights from TiO2. J. Physic Chemistry B: American Chemical Society Vol. 104 No. 15, hal. 3481-3487.

ARSITEKTUR PENGAKSESAN INFORMASI BERBASIS BOT TELEGRAM DI LINGKUNGAN UNIVERSITAS MATARAM

Architecture for Information Acces Based on Telegram Bot In Mataram University

Ariyan Zubaidi[1], Agus Arimbawa[1] , Andy Hidayat Jatmika[1], I Gde Putu Wirarama Wedashwara Wirawan[1]

[1)] Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, UNRAM, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.

** email: zubaidi13@unram.ac.id*

ABSTRAK

Kampus adalah salah satu objek pengimplementasian teknologi informasi dan komunikasi (TIK) untuk mendukung berbagai layanan yang disediakan dan penyebaran informasi secara efektif dan efisien. Implementasi TIK merupakan bagian penting dalam menjaga daya saing kampus. Begitupun di Universitas Mataram (Unram), telah dikembangkan berbagai sistem informasi yang diharapkan menjadi sarana penyampaian informasi dan layanan. Saat ini, berbagai sistem informasi yang dikembangkan di Unram berjalan pada protokol HTTP yang dapat diakses melalui web browser. Hal ini berbanding lurus dengan penggunaan teknologi oleh segenap civitas akademika baik itu dosen maupun mahasiswa, khususnya smartphone yang digunakan sehari-hari. Salah satu fitur yang sangat penting di smartphone adalah instant messenger (IM), yang merupakan alat utama untuk berkomunikasi sehari-hari, berbagi informasi dan berinteraksi. Aplikasi IM yang populer seperti Whatsapp, Facebook Messenger dan Telegram. Aplikasi yang disebut terakhir menyediakan fitur chatbot, yang dapat dikembangkan untuk berbagi informasi dan mengakses informasi sesuai kebutuhan. Chatbot merupakan program yang dikembangkan untuk berinteraksi dengan pengguna melalui perintah-perintah tertentu. Pada penelitian ini, dikembangkan arsitektur pengaksesan informasi melalui chatbot Telegram yang mampu menghubungkan pengguna dalam hal ini dosen dan mahasiswa dengan berbagai sistem informasi yang ada di Unram seperti Sistem Informasi Akademik dan Sistem Informasi BKD. Arsitektur yang dibuat mengidentifikasi teknologi-teknologi yang terlibat dalam pengintegrasian chatbot dengan sistem informasi di Unram beserta teknik dan pengimplementasiannya. Metode komunikasi yang digunakan adalah Webhooks yang dapat menyediakan komunikasi dengan zero latency dan dapat menangani banyak request. Sebagai broker yang menghubungkan sistem informasi dan Telegram, dibangun web service dengan menggunakan rest API. Selain itu, dalam pengembangan chatbot Telegram, akan digunakan bahasa pemrograman Python.

Kata kunci : chatbot; telegram; web service; sistem informasi.

ABSTRACT

Campus is one of the objects of implementing information and communication technology (ICT) to support various services provided and the dissemination of information effectively and efficiently. ICT implementation is an important part in maintaining campus competitiveness. Likewise at the University of Mataram (Unram), various information systems have been developed which are expected to be a means of delivering information and services. At present, various information systems developed at Unram run on the HTTP protocol which can be accessed through a web browser. This is in line with the use of technology by all academics both lecturers and students, especially smartphones that are used in daily basis. One very important feature on smartphones is instant messenger (IM), which is the main tool for daily communication, information sharing and interaction. Popular IM applications such as Whatsapp, Facebook Messenger and Telegram. The latter application provides chatbot features, which can be developed to share information and access information as needed. Chatbot is a program developed to interact with users through certain commands. In this paper, an architecture to acces information through Telegram chatbot was developed that was able to connect users in this case lecturers and students with various information systems in Unram such as Academic Information Systems and BKD Information Systems. The architecture created identifies the technologies involved in integrating chatbot with the information system at Unram, its techniques and implementation. The communication method used is Webhooks which can provide communication with zero latency and can handle many requests. As a broker that connects the information system and Telegram, a web service is built using the rest API. In addition, in the development of Telegram chatbot, the Python programming language will be used

Keywords: chatbot; telegram; information system; web service

PENDAHULUAN

Kampus sebagai suatu instansi yang menyediakan berbagai layanan berusaha memberikan layanan yang baik kepada segenap civitas akademika. Semakin baik layanan yang diberikan tentu saja akan memberikan penilaian yang baik pada kampus tersebut. Untuk memberikan layanan yang prima, penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) memegang peranan yang sangat penting. Dengan perkembangan TIK yang semakin baik dan kemungkinan pengimplementasiannya di kampus, maka muncul konsep *smart campus*. *Smart campus* adalah suatu kampus yang mengimplementasikan TIK pada berbagai fasilitas yang dimiliki untuk mendukung segenap civitas akademika dalam melaksanakan tri dharma perguruan tinggi. Implementasi smart campus tidaklah mudah karena melibatkan banyak sarana yang harus diwujudkan (Cordiaz, 2017). Implementasi teknologi smart campus dengan skala kecil akhirnya muncul seperti *smart class room*, *smart laboratory*, smart building, smart department atau smart faculty (Putra, 2017).

Smart campus dapat diimplementasikan secara bertahap yang dapat dimulai dari penyediaan layanan dan informasi khususnya informasi akademik baik kepada mahasiswa dan dosen. Hal ini telah dilakukan di Universitas Mataram, dengan menyediakan berbagai media penyampai informasi dan sistem informasi yang terkomputerisasi. Sampai saat ini, sebagian besar media informasi yang disediakan berbentuk situs yang dapat diakses oleh mahasiswa, seperti Sistem Informasi Akademik (SIA) bagi mahasiswa dan dosen, Sistem Informasi Beban Kerja Dosen (SI BKD), Sistem Informasi Kuliah Kerja Nyata (SI KKN),

dan sistem yang lainnya. Perlu dikembangkan varian lain sebagai media pengaksesan informasi yang dapat diakses dengan lebih mudah dan cepat.

Salah satu perangkat yang dapat dimanfaatkan untuk mengakses berbagai informasi adalah *smartphone*. Penggunaan *smartphone* di kalangan dosen dan mahasiswa sudah menjadi hal yang umum, sehingga salah satu langkah yang dapat dilakukan oleh pihak kampus untuk membuat informasi dan layanan dapat diakses dengan sangat mudah adalah mengembangkan aplikasi yang dapat berjalan di *smartphone* dengan berbagai platform yang ada. Hal ini akan memudahkan mahasiswa dan dosen dalam mengakses informasi dan layanan, sekaligus memudahkan pihak kampus dalam menyampaikan informasi dan mengotomatisasi layanan.

Salah satu fitur *smartphone* yang sangat membantu adalah *instant messenger* (IM). IM membuat komunikasi menjadi lebih mudah sekaligus dapat bertukar berbagai jenis dokumen. Berbagai pilihan aplikasi IM banyak digunakan seperti Whatsapp, Line, BBM dan Telegram. Aplikasi yang disebut terakhir menyediakan fitur *chatbot*, yang dapat dikembangkan untuk memberikan informasi dan memberikan layanan secara otomatis. Hal ini sesuai dengan pendapat dari para ahli teknologi yang menyatakan bahwa salah satu teknologi yang sedang berkembang sangat pesat sekarang ini adalah chatbot (Daniel et al., 2018). Selain itu, telegram menggunakan enkripsi *end-to-end*, yang dapat melindungi informasi yang dibagi (Setiaji and Paputungan, 2018).

Beberapa penelitian terkait telah dilakukan, diantaranya oleh (Setiaji and Paputungan, 2018) yang mengembangkan bot Telegram untuk mendukung bagi informasi di Kampus. Dalam pengembangannya, digunakan *webhooks* dengan kelebihan *zero latency* dan dapat menangani *multiple request* secara bersamaan di dalam komunikasi melalui bot Telegram. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Sastrawangsa (2017), dilakukan otomatisasi layanan kampus berupa pencarian informasi mengenai kampus, jadwal, hingga pengisian formulir yang dibutuhkan melalui bot Telegram. Aplikasi telegram dipilih karena bersifat gratis, cepat dan dapat berjalan pada berbagai *platform*.

Pada penelitian lainnya, (Gunawan, Anjarwirawan and Handojo, 2018) mengembangkan bot Telegram sebagai media informasi perkuliahan. Bot Telegram dapat membantu tata usaha dan dosen untuk menyampaikan informasi kepada mahasiswa. *Engine* Bot Telegram dibangun menggunakan bahasa PHP (Hypertext Preprocessor) dengan perantara *web service* untuk menghubungkan ke server Sistem Informasi Manajemen.

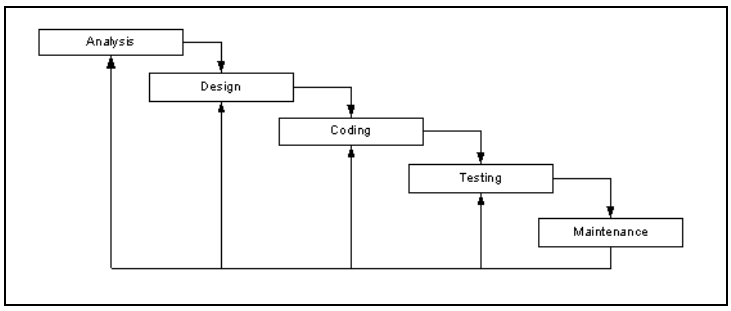
Pada penelitian yang dilakukan oleh (Accenture, 2016), telah diidentifikasi bahwa terdapat ketertarikan yang besar terhadap penggunaan *chatbot* untuk mengotomatisasi layanan. Hal ini didukung dengan perkembangan layanan *messenger* yang terus berkembang ditambah lagi kemajuan di bidang kecerdasan artifisial yang membawa kepada penggabungan layanan *chatbot* dan implementasi teknik kecerdasan buatan. Hal ini pun sudah diimplementasikan pada Korotaeva et al., (2018) yang membuat bot Telegram yang mampu mengklasifikasikan jenis daun berdasarkan gambar daun yang diunggah ke bot Telegram. Aplikasi yang dinamakan Botanicum dapat mengidentifikasi 20 jenis spesies daun yang

hidup di Rusia. Akurasi klasifikasi yang didapatkan mencapai 97.8%. Pemilihan *messenger* Telegram didasarkan pada kemudahan yang disediakan oleh Telegram bagi developer untuk membuat bot dengan fungsionalitas yang beragam.

Pada penelitian ini, akan dikembangkan arsitektur untuk mengakses informasi melalui bot Telegram yang dapat memberikan akses ke berbagai Sistem Informasi yang ada di Universitas Mataram seperti Sistem Informasi Akademik (SIA) dan Sistem Informasi Beban Kerja Dosen (SI BKD). Diharapkan dengan arsitektur ini, dapat dikembangkan aplikasi jadi yang dapat diakses melalui aplikasi Telegram dengan kelebihan yaitu informasi dapat diakses dengan lebih cepat, kapanpun dan dimanapun, serta layanan dapat diakses dengan mudah dan cepat.

METODE

Alur pada penelitian ini mengikuti salah satu model pada siklus pengembangan perangkat lunak atau *software development life-cycle* (SDLC), yaitu model *waterfall*. Pada model *waterfall* ini, terdapat langkah-langkah yang harus diikuti secara berurutan untuk pengembangan perangkat lunak. Langkah pertama yaitu tahap analisis, yaitu menganalisis berbagai kebutuhan yang diperlukan dalam pengembangan perangkat lunak. Mulai dari kebutuhan perangkat lunak yang akan dikembangkan, alat dan bahan yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak. Dari analisis yang telah dilakukan, maka langkah berikutnya yaitu tahap disain. Pada tahap disain, dilakukan penterjemahan dari kebutuhan-kebutuhan yang didapatkan dari tahap sebelumnya yang direpresentasikan dalam bentuk diagram. Pada penelitian ini menggunakan diagram Unified Modelling Languange (UML).



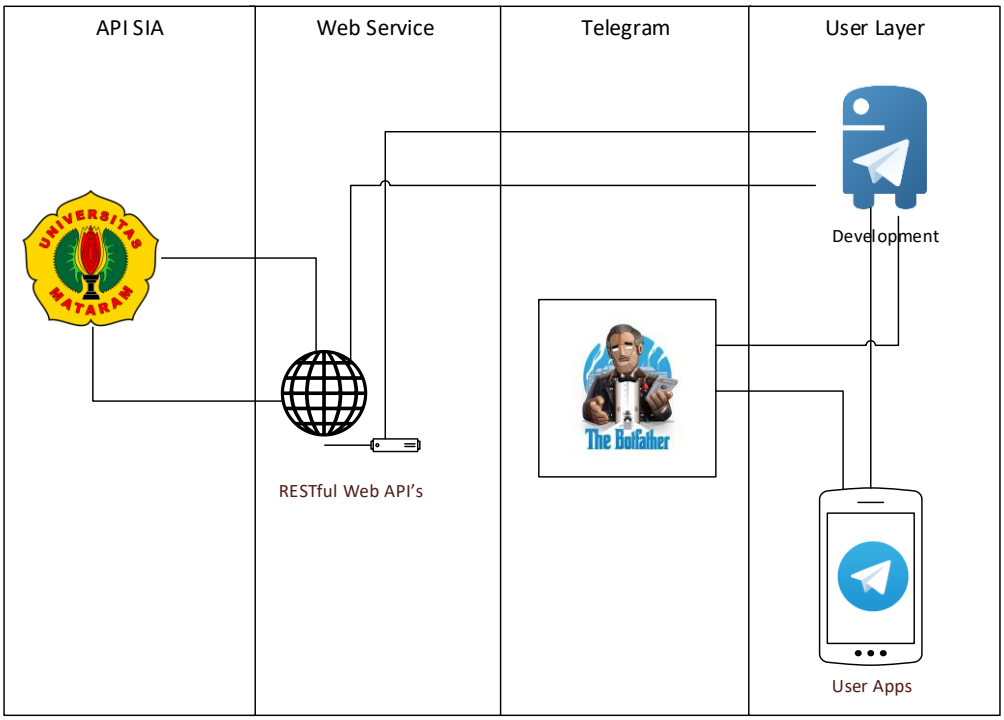
Gambar 1. Tahapan model *waterfall*.

Pada tahap berikutnya dilakukan tahap *coding*, yaitu tahap pengimplementasian perangkat lunak menggunakan bahasa pemrograman yang telah ditentukan. Setelah fungsionalitas perangkat lunak telah dikembangkan secara lengkap, maka tahap berikutnya adalah menguji perangkat lunak tersebut secara keseluruhan. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah setiap fungsionalitas yang ditanamkan pada perangkat lunak sudah sesuai dengan disain yang dilakukan. Tahap *testing* ini akan menguji setiap fungsionalitas dengan berbagai skenario sehingga terlihat apakah semua sesuai atau ada bagian yang perlu diperbaiki. Tahapan terakhir yaitu *maintenance*, yaitu tahap pemeliharaan sistem yang dilakukan jika dibutuhkan perbaikan maupun penambahan fitur setelah perangkat lunak digunakan oleh pengguna akhir. Alur model *waterfall* dapat dilihat pada gambar 1.

Untuk penelitian ini, tahapan yang dilakukan adalah tahap analisis dan disain, sedangkan tahapan lainnya akan dilakukan pada penelitian berikutnya. Fokus yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan yang akan dimasukkan dalam lingkup pengerjaan dari berbagai layanan yang ada di Universitas Mataram. Dari identifikasi tersebut kemudian akan didisain dalam bentuk diagram-diagram dari segi fungsionalitas dan kebutuhan pendukung seperti metode yang digunakan, teknik-teknik yang sesuai dengan permasalahan dan basis data yang perlu dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Arsitektur yang dibangun terdiri dari empat *layer* yaitu *user layer*, telegram, *web service* dan API UNRAM. Pada *user layer* terdapat aplikasi Telegram sebagai *end user* dan program dengan *library* "python-telegram-bot" yang bertugas untuk menangani setiap aktivitas dari bot telegram yang dibuat. Kedua *node* yang ada pada *user layer* akan terhubung dengan "The Botfather" yang ada pada layer Telegram. Relasi dari *node user apps* ke Telegram *layer* bertugas untuk mengatur layanan dari bot seperti aktivitas yang dapat dilakukan pada bot tersebut.



Gambar 2. Arsitektur untuk pengaksesan informasi berbasis bot Telegram.

Layanan "The Botfather" yang merupakan salah satu layanan dari Telegram untuk membuat chatbot, dan package "python-telegram-bot" untuk membuat *service* terkait apa saja yang bisa dilakukan pada bot chat yang sudah dibuat. Dari "The Botfather" akan diberikan token untuk setiap bot yang dibuat, selain itu pada "The Botfather" ini bisa dilakukan konfigurasi untuk *view* dari layanan apa saja yang bisa dilihat dan diakses. Setelah membuat dan melakukan konfigurasi pada bot, dengan package "python-telegram-bot" dibuat *service* untuk meng-*handle* layanan yang diminta berdasarkan yang sudah dibuat pada "The Botfather" menggunakan token yang didapatkan. Service pada arsitektur ini yang nantinya

bertugas untuk melakukan komunikasi data pada *web service* selanjutnya. Komunikasi tersebut salah satunya adalah melakukan *request* data yang dinginkan user yang nantinya akan di-*handle* pada *web service*.

Relasi antara *node development* pada *user layer* dengan Telegram *layer* yaitu hubungan yang berkaitan dengan komunikasi dengan *node* yang lain apabila membutuhkan *request* data, dalam kasus ini contohnya seperti *request* untuk data Sistem Informasi Akademik untuk mahasiswa dan dosen. Hal ini diwakilkan dengan relasi dari development ke RESTful Web API's yang ada pada *layer Web Service layer*. Pada *web service* ini terdapat dua *endpoint* yang akan bertugas untuk menangani masing-masing data dari setiap aktor seperti SIA untuk mahasiswa dan BKD untuk dosen.

Dalam pembuatan *Web Service* ini menggunakan *framework* Django Rest Framework yang merupakan salah satu *framework* yang menggunakan bahasa pemrograman python. *Framework* ini diperuntukkan untuk membuat layanan Rest API yang simpel dan kompleks. Adapun bentuk *endpoint* yang dibangun menggunakan *framework* ini untuk layanan SIA dan BKD diperlihatkan oleh gambar 3.

```
router = routers.DefaultRouter(trailing_slash=True)
router.register(r'sia', views.SIAViewset, base_name='sia')
router.register(r'bkd', views.BKDViewset, base_name='bkd')
```

Gambar 3. *Endpoint* untuk *web service* SIA dan SI BKD

Untuk *class viewset* yang bertugas untuk menangani *service* yang berkaitan dengan *endpoint* dari SIA untuk mahasiswa diperlihatkan pada gambar 4. Dari class di ini terdapat dua layanan yang dapat diakses yaitu layanan untuk melihat profil dan nilai dari mahasiswa berdasarkan NIM yang dikirimkan dari *node development* pada *user layer*.

Untuk *class viewset* yang bertugas untuk menangani *service* yang berkaitan dengan *endpoint* dari SI BKD untuk dosen diperlihatkan pada gambar 5. Dari *class* ini terdapat layanan yang dapat diakses yaitu layanan untuk melihat profil dosen berdasarkan kode atau NIP yang dikirimkan dari *node development* pada *user layer*.

```
class SIAViewset(viewsets.ModelViewSet):
    serializer_class = serializers.SIASerializer
    permission_classes = (perms.IsAuthenticated,
                          permissions.SIAPermission)
    authentication_classes = (JSONWebTokenAuthentication,)
    pagination_class = ResultPagination

    @action(detail=True,
            methods=['POST'],
            permission_classes=(
                perms.IsAuthenticated,
                permissions.SIAPermission),
            authentication_classes=(JSONWebTokenAuthentication,))
    def profil(self, request, pk=None):
        nim = request.POST['nim']
        postdata = {
            "nim" : nim
        }
        url = "https://sia.unram.ac.id/index.php/api/Mahasiswa/Profil?"
        r = requests.post(url, data=postdata)
        return Response(r.text)

    @action(detail=True,
            methods=['POST'],
            permission_classes=(
                perms.IsAuthenticated,
                permissions.SIAPermission),
            authentication_classes=(JSONWebTokenAuthentication,))
    def nilai(self, request, pk=None):
        nim = request.POST['nim']
        postdata = {
            "NIM_nama" : nim
        }
        url = "https://sia.unram.ac.id/index.php/api/Nilai?"
        r = requests.post(url, data=postdata)
        return Response(r.text)

    def perform_create(self, serializer):
        serializer.save()
```

Gambar 4. *Class viewset* untuk *endpoint* dari SIA untuk mahasiswa.

Dari masing-masing layanan di atas akan melakukan *request* ke layanan API SIA UNRAM pada *Layer* SIA UNRAM berdasarkan layanan yang dipilih dengan kode yang sudah dikirimkan. Setelah *web service* melakukan *request* data ke API SIA, maka dengan perintah *return* Response(t.text), data yang didapatkan akan dikirimkan kembali ke *node development* dalam bentuk JSON. Setelah mendapatkan data yang diinginkan, maka dari sisi *development* akan mengolah data untuk dikirim ke aplikasi bot telegram untuk ditampilkan ke user. Pada pengembangan aplikasi bot Telegram, komunikasi ke server Telegram dilakukan dengan teknik Webhooks yang lebih efisien daripada penggunaan metode Long Polling(Setiaji and Paputungan, 2018).

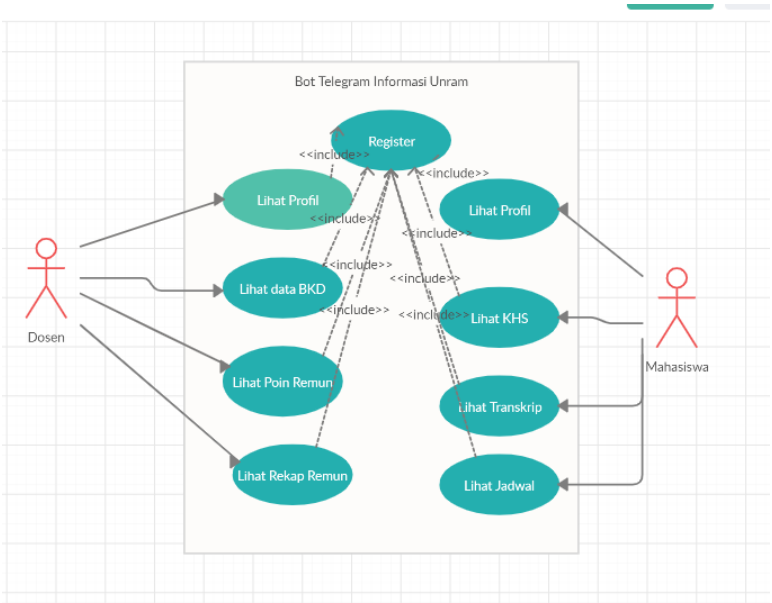
```python
class BKDViewset(viewsets.ModelViewSet):
    serializer_class = serializers.BKDSerializer
    permission_classes = (perms.IsAuthenticated,
                          permissions.BKDPermission)
    authentication_classes = (JSONWebTokenAuthentication,)
    pagination_class = ResultPagination

    @action(detail=True,
            methods=['POST'],
            permission_classes=(
                perms.IsAuthenticated,
                permissions.BKDPermission),
            authentication_classes=(JSONWebTokenAuthentication,))
    def profil(self, request, pk=None):
        kode = request.POST['kode']
        postdata = {
            "kode" : kode
        }
        url = "https://sia.unram.ac.id/index.php/api/Dosen?"
        r = requests.post(url, data=postdata)
        return Response(r.text)

    def perform_create(self, serializer):
        serializer.save()
```

Gambar 5. *Class viewset* untuk *endpoint* dari SIA untuk dosen.

Dalam implementasi bot Telegram, terdapat 2 (dua) aktor yaitu dosen dan mahasiswa. Dosen dapat melihat profil, melihat data BKD, melihat rekap remun dan melihat nilai remun. Sedangkan mahasiswa dapat melihat profil, melihat KHS, melihat transkrip dan melihat jadwal. Sebelumnya kedua aktor harus melakukan register untuk dapat menggunakan bot ini. Usecase dari bot layanan informasi Unram dapat dilihat di gambar 6.



Gambar 6. Usecase bot telegram informasi Unram.

KESIMPULAN

Telah dikembangkan arsitektur untuk pengaksesan informasi dari SIA dan SI BKD Universitas Mataram yang dapat diakses melalui aplikasi Telegram. Pada penelitian ini juga diidentifikasi teknologi-teknologi dan teknik-teknik yang dapat digunakan untuk menghasilkan sistem yang berjalan secara efektif dan efisien. Arsitektur ini menjadi dasar untuk implementasi pengembangan bot Telegram untuk pengaksesan informasi dari berbagai sistem informasi yang ada di Universitas Mataram.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Mataram atas bantuan dana PNBP yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Pemula tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Accenture (2016) '*Chatbots In Customer Service'*. Accenture Interactive

Cordiaz, M. (2017) 'Penerapan Smart Campus Sebagai Pendukung Kegiatan Pendidikan Dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi', *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 2(2), pp. 77–80.

Daniel, F. et al. (2018) 'Toward Truly Personal Chatbots On: On the Development of Custom Conversational Assistants Florian', *Proceedings of the 1st International Workshop on Software Engineering for Cognitive Services - SE4COG '18. ACM*, pp. 31–36. doi: 10.1145/3195555.3195563.

Gunawan, L. N., Anjarwirawan, J. and Handojo, A. (2018) 'Aplikasi Bot Telegram Untuk Media Informasi Perkuliahan Program Studi Informatika-Sistem Informasi Bisnis Universitas Kristen Petra', *Jurnal Infra*, 6(1).

Korotaeva, D. et al. (2018) 'Botanicum : a Telegram Bot for Tree Classification', in *Proceeding of The 22nd Conference Of Fruct Association*.

Putra, I. K. G. D. (2017) Smart Campus. Available at: https://konsultasi.unud.ac.id/articles/smart-campus (Accessed: 14 February 2019).

Sastrawangsa, G. (2017) 'Pemanfaatan Telegram Bot Untuk Automatisasi Layanan Dan Informasi Mahasiswa Dalam Konsep Smart Campus', *Konferensi Nasional Sistem & Informatika*, pp. 772–776.

Setiaji, H. and Paputungan, I. V (2018) 'Design of Telegram Bots for Campus Information Sharing Design of Telegram Bots for Campus Information Sharing'. doi: 10.1088/1757-899X/325/1/012005.

HUBUNGAN PEMBERIAN ASI EKSKLUSIF TERHADAP KEJADIAN PERAWAKAN PENDEK PADA ANAK USIA 6-12 BULAN DI LOKUS *STUNTING* LOMBOK TENGAH, NUSA TENGGARA BARAT

Association between Exclusive Breastfeeding and Stunting in Children of 6-12 Months Old in Stunting Area of Central Lombok, West Nusa Tenggara

Ristania Ellya John[1], Titi Pambudi Karuniawaty[1], Ni Komang Ayu Swanitri Wangiyana[1], Qisthinadia Hazhiyah Setiadi[1], Ratu Missa Qurani[1], Lina Nurbaiti[1], Jeslyn Tengkawan[2], Zulfikar Ihyauddin[2], Ayu Anandhika Septisari[2]

[1]Fakultas Kedokteran Universitas Mataram
[2]Yayasan Capella Indonesia

**email: ristania96@gmail.com*

ABSTRAK

Berdasarkan data Riskesdas (2018), Prevalensi *stunting* di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah 33,5%, lebih tinggi dibandingkan rerata nasional (30,8%). ASI eksklusif adalah salah satu faktor yang dapat memengaruhi kejadian perawakan pendek. Studi ini bertujuan untuk mengetahui hubungan pemberian ASI eksklusif terhadap kejadian perawakan pendek pada anak usia 6-12 bulan di lokus *stunting* di Lombok Tengah, NTB. Studi ini merupakan penelitian *cross-sectional*, yang diadakan pada 3 desa di Lombok Tengah (Sukadana, Teratak, Mantang). Subjek penelitian terdiri dari anak usia 6-12 bulan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Wawancara dilakukan kepada seluruh orang tua menggunakan kuesioner yang telah divalidasi, dan dilakukan pengukuran antropometrik terstandar untuk setiap anak. Total subjek penelitian berjumlah 199 anak, dengan rerata usia 9,3 bulan, yang mana 56,3% subjek berjenis kelamin perempuan. Terdapat 37 anak (18,59%) yang mengalami perawakan pendek. Hasil penelitian menunjukkan kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang tidak diberikan ASI eksklusif daripada anak yang diberikan ASI eksklusif (22,2% vs 15%), namun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik (p=0,19). Hasil analisa pada data desa Teratak menunjukkan kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang tidak diberikan ASI eksklusif (32,3% vs 8,57%), dengan kecenderungan risiko 5,08 kali lebih besar untuk mengalami perawakan pendek (p=0,016, PR=5,08), sedangkan data Desa Sukadana dan Mantang menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan (p=0,308 dan p=0,354). Secara umum, kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada kelompok anak yang tidak diberikan ASI eksklusif, namun tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik. Secara khusus,

terdapat hubungan pemberian ASI eksklusif terhadap kejadian perawakan pendek pada anak usia 6-12 bulan di Desa Teratak, sehingga dimungkinkan penelitian lanjutan mengenai faktor risiko kejadian perawakan pendek di lokus *stunting* Provinsi NTB.

Kata kunci: ASI eksklusif, lokus *stunting,* perawakan pendek

ABSTRACT

In Riskesdas 2018, the stunting prevalence in West Nusa Tenggara (NTB) is 33.5%, higher than national average (30.8%). Lack of exclusive breastfeeding is one of factors that may result in stunting. This study aimed to identify the association between exclusive breastfeeding and stunting of children of 6-12 month old in stunting area of Central Lombok, NTB. This study was a cross-sectional study, which was held in 3 villages in Central Lombok (Sukadana, Teratak, and Mantang). The subject of this study consisted of children of 6-12 months old who had met the selection criterias. We performed interviews for all subject's parents and standardized anthropometric measurements for each child. The total subjects were 199 children, with a mean age of 9.3 months, and 56.3% of the subjects were female. There were a total of 37 stunting children (18.59%). This study showed a higher stunting incidence in children receiving no exclusive breastfeeding than children receiving exclusive breastfeeding (22.2% vs 15%), although it was not significant (p=0.19). The analysis on Teratak's data showed a higher stunting incidence in children receiving no exclusive breastfeeding (32.3% vs 8.57%), with a 5.08 times higher risk tendency of experiencing stunting (p=0.016, PR=5.08), while Sukadana and Mantang's data showed no significant result (p=0.308 and p=0.342). In general, the incidence of stunting was higher in the group of children receiving no exclusive breastfeeding, but not statistically significant. In contrast, there was a significant association between exclusive breastfeeding and the incidence of stunting in children of 6-12 months old in Teratak Village, so further research about risk factor of stunting is needed.

Keywords: exclusive breastfeeding, stunting area, stunting

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masa anak-anak merupakan periode dimana pertumbuhan terjadi secara cepat, sehingga membutuhkan asupan nutrisi makro ataupun mikro dalam kuantitas dan kualitas yang adekuat. Usia 1-3 tahun merupakan usia emas, ditandai dengan terjadinya perkembangan otak dan pertumbuhan yang cepat. Beberapa anak mengalami *stunting* disebabkan karena *intake* nutrisi yang rendah dan frekuensi sakit yang tinggi akibat lingkungan yang tidak sehat (Terati, dkk., 2018). *Stunting* merupakan istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan kondisi gangguan pertumbuhan dan perkembangan pada anak dengan defisiensi nutrisi kronis dan stimulasi psikososial yang buruk. Sedangkan istilah perawakan pendek (*stunted)* secara khusus didefinisikan sebagai Z-score <-2 SD untuk rasio tinggi badan terhadap usia (TB/U) atau rasio panjang badan terhadap usia (PB/U) (World Health Organization, 2019).

Stunting masih menjadi masalah gizi dunia hingga saat ini, khususnya di negara berkembang. Penelitian membuktikan bahwa angka kejadian *stunting* di dunia masih tinggi. Pada

tahun 2010, diestimasikan sebanyak 171 juta balita mengalami *stunting*, dimana 167 juta diantaranya berada di negara berkembang (Onis, dkk., 2011). Sedangkan angka kejadian *stunting* pada tahun 2017 sebesar 150,8 juta (22,2%) balita, dimana 83,6 juta diantaranya berada di kawasan Asia (UNICEF, dkk., 2018). Adapun prevalensi *stunting* di Indonesia berdasarkan data Riskesdas 2018 adalah 30,8%, sedangkan di provinsi NTB sebesar 33,5% (Kementrian Kesehatan RI, 2018).

Stunting menyebabkan hambatan pembentukkan dan perkembangan organ dengan konsekuesi jangka pendeknya seperti kematian, morbiditas dan kecacatan. Sedangkan untuk konsekuensi jangka panjangnya berdampak negatif terhadap beberapa hal, meliputi ukuran tubuh yang tidak sesuai, dan kemampuan intelektual yang rendah. Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi terjadinya *stunting* pada anak usia dibawah 5 tahun yaitu, inisiasi menyusui dini, pemberian ASI eksklusif, durasi pemberian ASI, dan pemberian vitamin A (Muldiasman, dkk., 2018).

ASI eksklusif merupakan pemberian air susu ibu hingga usia 6 bulan, tanpa diikuti pemberian makanan atau minuman lain, termasuk air putih. Di Indonesia, berdasarkan data Riskesdas (2018), cakupan pemberian ASI eksklusif secara nasional adalah 37,3%. Sedangkan untuk provinsi NTB memiliki cakupan ASI eksklusif paling rendah secara nasional, yaitu sebesar 20,3%. Hal ini menunjukkan masih rendahnya kesadaran masyarakat NTB akan pentingnya pemberian ASI eksklusif (Kementrian Kesehatan RI, 2018). Beberapa penelitian menunjukkan adanya hubungan antara pemberian ASI eksklusif dengan kejadian *stunting*. Namun data terkait hal tersebut masih terbatas di provinsi NTB. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara pemberian ASI eksklusif dan kejadian *stunting*, khususnya pada anak usia 6-12 bulan di lokus *stunting* di Lombok Tengah, NTB.

METODE PENELITIAN

Studi ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan *cross-sectional*, yang diadakan di tiga lokus *stunting* di Lombok Tengah, NTB, dari bulan Juni hingga Agustus 2019. Tiga desa dipilih secara acak dari 10 lokus *stunting* yang ada di Kabupaten Lombok Tengah, yaitu Desa Sukadana, Teratak, dan Mantang. Subjek dari penelitian ini terdiri dari anak usia 6-12 bulan yang telah memenuhi kriteria inklusi dan ekslusi. Kriteria inklusi meliputi: (1) anak berusia 6-12 bulan yang tinggal dan terdaftar di 3 lokus *stunting* di Lombok Tengah (Sukadana, Teratak, dan Mantang); (2) anak dan ibu dapat hadir pada lokasi pengambilan data; dan (3) ibu setuju untuk berpartisipasi dalam penelitian dengan menandatangani lembar persetujuan. Kriteria eksklusi meliputi: ibu yang tidak kooperatif. Wawancara dilakukan oleh tenaga peneliti terlatih kepada ibu dari subjek penelitian, serta dilakukan pengukuran antropometrik terstandar untuk setiap anak. Analisa data dilakukan dengan metode chi square, dan menggunakan aplikasi SPSS 25.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total subjek penelitian ini adalah 199 anak, dengan masing-masing 67, 66, dan 66 anak pada Dusun Sukadana, Teratak, dan Mantang. Rerata usia anak dalam penelitian ini adalah 9,3 bulan, yang mana sebagian besar (56,3%) berjenis kelamin perempuan. Ibu dari partisipan sebagian besar (59,8%) berusia 20-30 tahun, yang mana 64,3% di antaranya tidak sekolah atau hanya lulusan SD dan SMP (<SMA) (Tabel 1**)**.

Tabel 1. Gambaran Demografi Subjek Penelitian

Parameter		Desa			Total
		Sukadana	Teratak	Mantang	
Usia Ibu	<20 tahun	5 (2,5%)	7 (3,5%)	6 (3%)	18 (9%)
	20-30 tahun	40 (20,1%)	44 (22,1%)	35 (17,6%)	119 (59,8%)
	>30 tahun	22 (11,1%)	15 (7,5%)	25 (12,6%)	62 (31,2%)
Pendidikan Ibu	< SMA	44 (22,11%)	43 (21,6%)	41 (20,6)	128 (64,3%)
	SMA atau lebih	23 (11,6%)	23 (11,6%)	25 (12,6%)	71 (35,7%)
Usia Anak	6-9 bulan	24 (12,1%)	41 (20,6%)	38 (19,1%)	103 (51,8%)
	9-12 bulan	43 (21,6%)	25 (12,6%)	28 (14,1%)	96 (38,2%)
Jenis Kelamin Anak	Laki-laki	31 (15,6%)	24 (12,1%)	32 (16,1%)	67 (43,7%)
	Perempuan	36 (18,1%)	42 (21,1%)	34 (17,1%)	112 (56,3%)

Terdapat 37 anak (18,59%) yang mengalami perawakan pendek, yang terdiri dari 10 orang anak berasal dari Desa Sukadana, 13 orang anak berasal dari Desa Teratak, dan 14 orang anak berasal dari Desa Mantang. Presentasi kejadian perawakan pendek pada masing-masing desa secara urut ialah 14,9%, 19,7%, dan 21,2% (Tabel 2).

Tabel 2. Presentase Perawakan Pendek pada Subjek Penelitian

Parameter		Desa			Total
		Sukadana	Teratak	Mantang	
Kejadian Perawakan pendek	Perawakan pendek	10 (14,9%)	13 (19,7%)	14 (21,2%)	37 (18,59%)
	Tidak Perawakan pendek	57 (85,1%)	53 (80,3%)	42 (78,8%)	162 (81,41%)

Subjek penelitian ini terdiri atas kelompok anak yang mendapatkan ASI eksklusif, dan kelompok anak yang tidak mendapatkan ASI eksklusif. Terdapat 100 anak yang mendapatkan ASI eksklusif, dan 99 anak yang tidak mendapatkan ASI eksklusif (Tabel 3). Pada kelompok anak yang tidak diberikan ASI eksklusif, 24 orang anak (24,2%) diberikan susu sapi, 82 orang anak (82,8%) diberikan minuman lain, dan tidak ada yang diberikan susu kedelai.

Hasil penelitian menunjukkan angka kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang tidak diberikan ASI eksklusif daripada anak yang diberikan ASI eksklusif (22,2% vs 15,2%), namun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik (p=0,19; 95% CI). Hasil analisa chi square pada data desa Teratak menunjukkan angka kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang tidak diberikan ASI eksklusif (32,3% vs 8,57%), dengan kecenderungan risiko 5,08

kali lebih besar dibandingkan dengan anak yang diberikan ASI eksklusif (p=0,016; PR=5,08; 95% CI), sedangkan data Desa Sukadana dan Mantang menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan (p=0.308 dan p=0,354; 95% CI) (Tabel 3).

Tabel 3. Perbandingan Kejadian Perawakan Pendek Berdasarkan Pemberian ASI

Parameter		Desa					
		Sukadana		Teratak		Mantang	
		Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek	Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek	Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek
Status Pemberian ASI	Tidak ASI Ekslusif	7	30	10	21	5	26
	ASI Eksklusif	3	27	3	32	9	26
Total		10	57	13	53	14	52
p value		*p*=0,308		*p*=0,016		*p*=0,342	
p value total= 0,19							

Penelitian ini juga menganalisa hubungan waktu pemberian makanan pendamping ASI (MP-ASI) terhadap kejadian perawakan pendek. Hasil penelitian menunjukkan angka kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang memulai MP-ASI pada usia kurang dari 6 bulan dibandingkan dengan usia 6 bulan atau lebih (35,7%% vs 18,1% vs 13,3%), namun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik (p=0,193; 95% CI). Hasil analisa *fisher exact* pada data desa Teratak menunjukkan angka kejadian perawakan pendek lebih tinggi pada anak yang memulai MP-ASI pada usia kurang dari 6 bulan dibandingkan dengan usia 6 bulan atau lebih (100% vs 16,4% vs 12,5%), dan hasil ini signifikan secara statistik (p=0,002; 95% CI), sedangkan data Desa Sukadana dan Mantang menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan (p=0,641 dan p=0,517; 95% CI) (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan Kejadian Perawakan Pendek Berdasarkan Waktu Pemberian MP-ASI

Parameter		Desa					
		Sukadana		Teratak		Mantang	
		Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek	Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek	Perawakan pendek	Tidak Perawakan pendek
Waktu Pemberian MP ASI	< 6 bulan	2	6	3	0	0	3
	6 bulan	7	38	9	46	12	43
	> 6 bulan	1	13	1	7	2	6
Total		10	57	14	52	14	52
p value		*p*= 0,641		*p*= 0,002		*p*=0,517	
p value total = 0,193							

Penelitian ini dilakukan pada anak berusia 6-12 bulan di tiga desa, dengan angka kejadian perawakan pendek secara keseluruhan adalah sebesar 18,59%. Angka ini lebih rendah dari data Riskesdas 2018, dimana rerata *stunting* nasional adalah 30,8%, dan angka kejadian *stunting* di provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) adalah 33,5% (Kemenkes RI, 2018). Rendahnya angka kejadian perawakan pendek pada penelitian ini dapat disebabkan karena perawakan pendek mayoritas terjadi pada usia diatas 48 bulan. Hal ini disebabkan karena kebutuhan gizi yang meningkat seiring bertambahnya usia sehingga dapat terjadi pertumbuhan anak yang menyimpang dari garis pertumbuhan normal jika pemberian makan yang dilakukan tidak adekuat. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Terati, dkk., (2018) yaitu dari hasil evaluasi status gizi anak dibawah 5 tahun, didapatkan angka *stunting* sebesar 86% dan seluruhnya berusia diatas 48 bulan (Terati, dkk., 2018). Meskipun demikian, *stunting* harus tetap ditangani secara dini karena *stunting* merupakan penanda buruknya perkembangan anak. *Stunting* berisiko menyebabkan anak memiliki kemampuan kognitif dan prestasi akademik yang buruk dikemudian hari. Hal ini akan berdampak pada rendahnya kemampuan ekonomi baik pada tingkat individu, rumah tangga, maupun masyarakat (Kementrian Kesehatan RI, 2018).

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara anak yang mendapatkan ASI eksklusif dan anak yang tidak mendapatkan ASI eksklusif terhadap kejadian perawakan pendek (p=0,19). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rusmil, dkk., (2019), di Jatinangor pada anak usia 6-9 bulan, yang menunjukkan bahwa terdapat 14 dari 110 anak (12,7%) yang mengalami *stunting*, dan diantaranya 10 anak tidak menyusui secara eksklusif. Hasil analisis penelitian tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan antara ASI dengan *stunting* (p=0,248). Meskipun kejadian *stunting* lebih tinggi pada kelompok ASI non-eksklusif, tidak ada perbedaan dalam proporsi *stunting* antara mereka yang diberi dan tidak diberi ASI eksklusif, namun pemberian ASI eksklusif tetap dianjurkan untuk dilakukan (Rusmil, dkk., 2019). Hal serupa terjadi pada penelitian Nova dan Afriyanti (2018), dimana hasil studi menggunakan uji *Chi-Square* diperoleh nilai p=0,327, yang membuktikan tidak ada hubungan yang signifikan antara pemberian ASI eksklusif dengan kejadian *stunting* pada balita usia 24-59 bulan di wilayah kerja Puskesmas Lubuk Buaya Kota Padang (Nova dan Afriyanti, 2018). Pada penelitian ini, pengaruh ASI eksklusif terhadap kejadian perawakan pendek juga tidak menunjukkan hasil yang signifikan di dua Desa, yaitu Desa Sukadana (p=0,308) dan Desa Mantang (p=0.354).

Penelitian lain menunjukkan hasil yang berbeda, yaitu adanya hubungan yang signifikan antara pemberian ASI eksklusif dengan kejadian *stunting*, seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Rakhmahayu, dkk., (2019) dimana analisis bivariat menunjukkan bahwa terdapat pengaruh pemberian ASI eksklusif terhadap kejadian *stunting* pada anak usia 6-24 bulan (Rakhmahayu, dkk., 2019). Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Uwiringiyimana, dkk., (2019) yang menyatakan bahwa anak-anak dengan riwayat menyusui eksklusif cenderung tidak mengalami *stunting* (Uwiringiyimana, dkk., 2019), serta didukung oleh penelitian Sugiyanto, dkk., (2019), dimana anak balita yang mendapat ASI eksklusif mengurangi risiko *stunting* 1,67

kali dibandingkan dengan anak-anak yang tidak mendapat ASI eksklusif (Sugiyanto, dkk., 2019). Pada penelitian ini, didapatkan hasil yang signifikan antara pemberian ASI eksklusif dengan kejadian perawakan pendek di Desa Teratak (p=0,016).

Hasil analisa di desa Teratak sejalan juga dengan penelitian oleh Lestari, dkk., (2018) yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pemberian ASI non-eksklusif dan *stunting* pada anak usia 24-59 bulan. Anak-anak dengan status gizi normal lebih banyak menerima ASI eksklusif (86,7%) daripada anak-anak yang *stunting* (56,7%). Sebagian besar ibu memberikan susu formula selain ASI kepada anak-anak mereka dengan alasan karena anak tidak mau minum ASI atau pekerjaan ibu di luar rumah sehingga tidak memungkinkan untuk menyusui anak. Memberikan susu formula dan ASI dapat memenuhi kebutuhan gizi anak, tetapi susu formula tidak memiliki antibodi, sehingga anak akan rentan terhadap penyakit (Lestari, dkk., 2018). Penelitian oleh Khan dan Islam (2017) dan Wahdah, dkk., (2015) juga menunjukkan terdapat efek perlindungan ASI eksklusif pada kesehatan dan gizi anak, terutama untuk penyakit gastrointestinal seperti kasus diare (27,37%), diikuti oleh demam (13,24%) dan infeksi saluran pernapasan (8,94%), serta terdapat efek perlindungan pada kekurangan gizi seperti pada kasus *stunting* (Wahdah, dkk., 2015; Khan dan Islam, 2017). ASI mengandung banyak zat imunologis yang tidak ditemukan dalam susu formula, seperti imunoglobin yang dapat mencegah penyakit, zat sekretori yang dapat menetralkan bakteri dan virus patogen pada saluran pencernaan, dan laktoferin yakni zat imunologis yang mengikat zat besi dari saluran pencernaan. ASI juga mengandung vitamin A, D, E, K, B12, dan zat yang membantu penyerapan kalsium, serta memiliki rasio protein *whey* dan *casein* yang seimbang (60:40) dibandingkan susu formula (20:80), dimana protein whey lebih mudah dicerna (Wahdah, dkk., 2015; Lestari dkk., 2018; Kismul, dkk., 2017).

Hasil yang berbeda antara desa Teratak dengan desa Sukadana dan Mantang dapat disebabkan karena kejadian perawakan pendek sendiri tidak hanya disebabkan oleh ASI non-eksklusif melainkan muktifaktorial. Adapun faktor-faktor yang mungkin berperan terhadap terjadinya *stunting* antara lain asupan gizi yang tidak adekuat (meliputi ASI yang tidak eksklusif dan MP-ASI yang tidak adekuat secara kualitas, kuantitas, dan variablilitas), riwayat infeksi, riwayat berat badan lahir rendah/BBLR, nutrisi dan status kesehatan maternal, faktor sosioekonomi keluarga (pendidikan, pekerjaan, pendapatan, pola asuh, dan jumlah anggota rumah tangga), dan faktor genetik (World Health Organization, 2014; Wahdah, dkk., 2015; Matsungo, dkk., 2017).

Faktor ASI yang memengaruhi *stunting* tidak hanya dilihat dari apakah ASI diberikan secara eksklusif atau tidak, namun perlu diperhatikan komposisi dari ASI yang diberikan. Pengaruh kualitas dan kuantitas ASI dapat memberikan hasil yang berbeda dalam kejadian *stunting* (Rusmil, dkk., 2019). Komponen makronutrien ASI yang berbeda-beda pada setiap ibu dapat menyebabkan perbedaan pertumbuhan anak yang satu dengan yang lain. Penelitian yang dilakukan oleh Gruca menunjukkan bahwa terdapat beberapa faktor yang memengaruhi komponen makronutrien ASI. Suplementasi prenatal memengaruhi komponen ASI selama 6 bulan pertama, dimana ibu yang hanya diberikan suplementasi besi folat, memproduksi ASI

dengan komponen lemak yang lebih rendah, sedangkan ibu yang mendapat suplemetasi *multiple micronutrient* memproduksi ASI dengan komponen laktosa yang lebih rendah (Gruca, 2017). Studi lain menunjukkan adanya hubungan antara intake makanan ibu dengan konsentrasi mikronutrien dalam ASI, meliputi natrium, besi, zink, dan selenium (Bravi, dkk., 2016). Selain nutrisi maternal, penelitian lain menunjukkan tingginya konsentrasi karbohidrat, lipid, protein dan energi pada ASI preterm dibandingkan ASI aterm. Selain itu, ASI preterm memiliki karakteristik konsentrasi protein imun yang tinggi namun konsentrasi *nutritive proteins* yang rendah. Hal ini mengindikasikan bahwa bayi preterm memiliki kebutuhan yang tinggi akan nutrisi dan imunitas (Chung, 2014). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa variabilitas komponen ASI yang terjadi pada satu tahun pertama dapat disebabkan oleh beberapa faktor akut yang terjadi selama periode laktasi, meliputi beban kerja ibu, fisiologis pertumbuhan kelenjar air susu yang berbeda-beda, variasi asupan makanan, pendapatan keluarga, jumlah kehamilan, merokok, tradisi dan budaya (Bachour, dkk., 2012; Koreti dan Prasad, 2014; Gruca, 2017).

Selain faktor ASI, hasil yang tidak signifikan pada data keseluruhan serta data desa Sukadana dan Mantang dapat terjadi karena status gizi subjek berusia di atas 6 bulan akan lebih dipengaruhi oleh pemberian makanan pendamping ASI (MP-ASI). Nutrisi anak-anak setelah usia 6 bulan akan dipenuhi dengan memberikan makanan pendamping (Rusmil, dkk., 2019). Studi menunjukkan anak yang mengalami *stunting* memiliki pola makan yang lebih buruk dibandingkan anak dengan gizi normal. Umumnya mereka hanya makan 2 kali sehari, dengan makanan yang dikonsumsi berupa nasi dengan sayur atau nasi dengan lauk saja (Nabuasa, dkk., 2013). Pengenalan MP-ASI yang terlalu dini, terutama sebelum usia 4 bulan, dikaitkan dengan peningkatan risiko penyakit gastro-intestinal, yang dapat menyebabkan retardasi pertumbuhan, defisiensi mikronutrien, dan kerentanan terhadap berbagai penyakit menular di masa pertama 2 tahun kehidupan (Kuchenbecker, dkk., 2015)**.** Sebuah penelitian menyatakan adanya hubungan bermakna (p=0,002) antara waktu pertama kali pemberian MP-ASI dengan status gizi anak usia 6-23 bulan menggunakan indeks panjang badan terhadap usia. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pertama kali pemberian MP-ASI memengaruhi kejadian *stunting* (Khasanah, dkk., 2016). Penelitian tersebut sejalan dengan hasil analisa penelitian ini, dimana terdapat hubungan yang signifikan antara waktu pemberian MP-ASI terhadap kejadian perawakan pendek di Desa Teratak (p=0,002).

Keterbatasan penelitian ini adalah terdapat faktor lain yang berperan dalam kejadian *stunting* yang tidak dianalisa dalam penelitian ini, yaitu riwayat infeksi, riwayat berat badan lahir rendah (BBLR), faktor sosioekonomi (pendapatan, pendidikan, pekerjaan, pola asuh keluarga), serta faktor genetik (tinggi badan orang tua). Sebuah penelitian menunjukkan bahwa anak balita yang memiliki riwayat penyakit infeksi berisiko 2,23 kali lebih tinggi mengalami *stunting*, (Sugiyanto, dkk., 2019) dimana penyakit infeksi tersebut menyebabkan gangguan penyerapan nutrisi yang mengakibatkan asupan nutrisi yang harus diserap oleh tubuh menjadi tidak optimal sehingga terjadi malnutrisi kronis (Rusmil, dkk., 2019). Selain itu, beberapa hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa anak dengan riwayat berat badan lahir rendah lebih berisiko mengalami *stunting* (Matsungo, dkk., 2017; Rakhmahayu, dkk., 2019; Sugiyanto, dkk., 2019).

Efek berat badan lahir pada *stunting* terjadi pada 6 bulan pertama kehidupan, kemudian menurun hingga usia 24 bulan, sehingga jika bayi dapat mengejar pertumbuhannya dalam 6 bulan pertama kehidupan, ada kemungkinan lebih tinggi bagi mereka untuk mencapai tinggi badan normal (Lestari, dkk., 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Wahdah, dkk., (2015) menunjukkan bahwa pekerjaan ibu, pendidikan ibu, pola asuh, serta pendapatan keluarga mempunyai hubungan yang signifikan dengan kejadian *stunting*. Kurangnya pengetahuan ibu akan gizi dan kesehatan berdampak pada rendahnya angka kunjungan ke posyandu, juga akan berdampak pada tidak diberikannya ASI eksklusif dan diberikannya MP-ASI terlalu dini (Wahdah, dkk., 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara umum, kejadian *stunting* lebih tinggi pada kelompok anak yang tidak diberikan ASI eksklusif, namun tidak terdapat hubungan yang signifikan secara statistik, dimungkinkan karena penyebab multifaktorial kejadian *stunting* di Provinsi NTB. Secara khusus, terdapat hubungan pemberian ASI eksklusif terhadap kejadian *stunting* pada anak usia 6-12 bulan di Desa Teratak, hal ini menunjukkan bahwa intervensi praktik pemberian ASI dapat menjadi metode pencegahan *stunting* yang baik di Desa Teratak. Pada penelitian selanjutnya disarankan menggali informasi mengenai praktik pemberian ASI dan MP-ASI secara lebih mendalam (menggali frekuensi dan cara pemberian ASI, frekuensi dan cara pemberian MP-ASI, serta komponen MP-ASI), kadar nutrisi dalam komponen ASI, status gizi ibu, dan faktor lainnya yang dapat mempengaruhi kejadian perawakan pendek.

DAFTAR PUSTAKA

Bachour, P., Yafawi, R., Jaber, F., Choueiri, E., Abdel, R.Z. 2012. Effects of Smoking, Mother's Age, Body Mass Index, and Parity Number on Lipid, Protein, and Secretory Immunoglobulin a Concentrations of Human Milk. *Breastfeed Med*, 7, 179-188.

Bravi, F., Wiens F., Decarli, A., Dal, P.A., Agostoni, C., Ferraroni, M. 2016. Impact of Maternal Nutrition on Breast-Milk Composition: A Systematic Review. *Am J Nutr*, *104*, 646-662

Chung, M.Y. 2014. Factors Affecting Human Milk Composition. *Pediatrics and Neonatology*, *55*, 421-422

Gruca, M. 2017. Breast Milk Macronutrient Composition and Infant Growth in Rural West Africa. *University of Colorado.*

Kementerian Kesehatan RI. 2018. Hasil Utama Riskesdas 2018.

Khan, N., dan Islam, M.M. 2017. Effect of exclusive breastfeeding on selected adverse health and nutritional outcomes: a nationally representative study. *BMC Public Health*, *17*, 889.

Khasanah, D.P., Hadi, H., dan Paramashanti, B.A. 2016. Waktu pemberian makanan pendamping ASI (MP-ASI) berhubungan dengan kejadian *stunting* anak usia 6-23 bulan di Kecamatan Sedayu. *Jurnal Gizi Dan Dietetik Indonesia*, *4(2)*, 105-111.

Kismul, H., Acharya, P., Mapatano, M.A., & Hatløy, A. 2017. Determinants of childhood *stunting* in the Democratic Republic of Congo: further analysis of Demographic and Health Survey 2013–14. *BMC Public Health*, *18*, 74.

Koreti, S., dan Prasad, N. 2014. Micronutrient Content of Breast Milk. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences, 3(7),*1633-1638

Kuchenbecker, J., Jordan, I., Reinbott, A., Herrmann, J., Jeremias, T., Kennedy, G., Muehlhoff, E., Mtimuni, B., Krawinkel, M.B. 2015. Exclusive breastfeeding and its effect on growth of Malawian infants: results from a cross-sectional study. *Paediatrics and International Child Health*, *35(1)*, 14-23.

Lestari, E.D., Hasanah, F., dan Nugroho, N.A. 2018. Correlation between non-exclusive breastfeeding and low birth weight to *stunting* in children. *Paediatr Indones*, *58(3)*, 123-7.

Matsungo, T.M., Kruger, H.S., Faber, M., Rothman, M., Smuts, C.M. 2017. The prevalence and factors associated with *stunting* among infants aged 6 months in a peri-urban South African community. *Public Health Nutrition*, *20(17)*, 3209–3218.

Muldiasman, Kusharisupeni, dan Laksminingsih, E. 2018. Can early initiation to breastfeeding prevent *stunting* in 6–59 months old children?. *Journal of Health Research*, *35(5)*, 334-341

Nabuasa, C.D., Juffroe, M., dan Hiruyati, M. 2013. Riwayat Pola Asuh, Pola Makan, Asupan Zat Gizi Berhubungan dengan *Stunting* pada anak 24-59 Bulan di Biboki Utara, Timor Tengah Utara, Nusa Tenggara Timur. *Journal Gizi dan Dietetik Indonesia, 1(3),* 151-163.

Nova, M., dan Afriyanti, O. 2018. Hubungan Berat Badan, ASI Eksklusif, MPASI dan Asupan Energi dengan *Stunting* pada Balita Usia 24–59 Bulan di Puskesmas Lubuk Buaya. *Jurnal Kesehatan Perintis, 5(1),* 47-53.

Onis, M.D., Blossner, M., dan Borghi, E. 2011. Prevalence and trends of *stunting* among pre-school children, 1990–2020. *Public Health Nutrition.*

Rakhmahayu, A., Dewi, Y.L.R., dan Murti, B. 2019. Logistic Regression Analysis on the Determinants of *Stunting* among Children Aged 6-24 Months in Purworejo Regency, Central Java. *Journal of Maternal and Child Health*, *4(3)*, 158-169.

Rusmil, V.K., Prahastuti, T.O., Luftimas, D.E., dan Hafsah, T., 2019. Exclusive and Non-Exclusive Breastfeeding among Stunted and Normal 6–9 Month-Old-Children in Jatinangor Subdistrict, Indonesia. *Althea Medical Journal*, *6(1)*, 35–41.

Sugiyanto, J., Raharjo, S.R., dan Dewi, Y.L.R. 2019. The Effects of Exclusive Breastfeeding and Contextual Factor of Village on *Stunting* in Bontang, East Kalimantan, Indonesia. *Journal of Epidemiology and Public Health, 4(3),* 222-233.

Terati, Yuniarti, H., dan Susanto, E. 2018. Effects of Diet and Breastfeeding Duration on the *Stunting* Status of Children under 5 Years of Age at Maternal and Child Health Centers of the Palembang Regional Office of Health. *Pak. J. Nutr*, *17*,51-56

UNICEF, World Health Organization (WHO), dan World Bank Group. 2018. Levels And Trends In Child Malnutrition.

Uwiringiyimana, V., Ocke, M.C., Amer, S., & Veldkamp, A. 2019. Predictors of stunting with particular focus on complementary feeding practices: A cross-sectional study in the northern province of Rwanda. *Nutrition*, *60*,11-18.

Wahdah, S., Juffrie, M., Huriyati, E. 2015. Faktor Risiko Kejadian *Stunting* pada Anak Umur 6-36 bulan di Wilayah Pedalaman Kecamatan Silat Hulu, Kapuas Hulu, Kalimantan Barat. *Journal Gizi dan Dietetik Indonesia*, *3(2)*, 119-130.

World Health Organization, 2014. Global Nutrition Targets 2025: *Stunting* Policy Brief.

World Health Organization. 2019. *Stunting in children*. Diakses dari http://www.searo.who.int/entity/health_situation_trends/data/nutrition_stunting-in-children/en/

Sikap dan Kesadaran Masyarakat Tradisional Desa Segenter Kabupaten Lombok Utara dalam Menerima Informasi Bencana berbasis Sains dan Teknologi

Attitude And Awareness Of Traditional Community Segenter Village of North Lombok District in Receiving Science and Technology based Disaster Information

Eka Putri Paramita[1]*, Wayan Suadnya[2]

[1]Program Studi Ilmu Komunikasi Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram
[2]Penyuluhan dan Komunikasi Pertanian, Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram jl. Majapahit no. 62 Mataram
**email: Eka_paramita88@yahoo.com*

ABSTRAK

Setiap kelompok masyarakat mempunyai pengetahuan untuk menghadapi lingkungan demi kelangsungan hidupnya. Pengetahuan ini dikenal sebagai "*wisdom to cope with the local events*" atau sering disingkat dengan istilah "*local wisdom*", seperti di Kabupaten Lombok Utara ada *local wisdom* yang disebut "***selamat asuh***". Masyarakat adat ini meyakini bahwa bencana alam seperti gempa bumi adalah hukuman dari Tuhan. Sementara itu, para cendekia, akademisi dan ilmuwan mempunyai pendapat dan pandangan yang berbeda. Kontestasi pengetahuan lokal dan modern tentang bencana gempa dapat dilihat melalui interaksi agen-agen penting yang terlibat dalam memberikan wacana mengenai kegempaan. Pertanyaannya kemudian apa yang akan terjadi, atau bagaimana sikap masyarakat adat ketika diberikan informasi berbasis sains dan teknologi oleh para petugas mitigasi? Bagaimana kemudian pemaknaan atau kesadaran mereka terhadap peristiwa gempa bumi? Faktor apa saja yang mempengaruhi sikap dan kesadaran mereka tentang hal tersebut? Tulisan ini menyajikan hasil penelitian yang dilaksanakan di Desa Segenter Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara, menggunakan metode studi kasus. Dengan responden yang berjumlah 20 orang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sikap dan kesadaran masyarakat adat Desa Segenter dalam menerima informasi bencana sebagian besar menyatakan mereka tetap meyakini bahwa gempa adalah hukuman dari Tuhan, namun ada sebagian masyarakat yang sudah menerima informasi berbasis sains dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMKG) dan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD). Kebanyakan masyarakat adat lebih setuju dengan informasi yang disampaikan oleh ketua adatnya. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi sikap dan kesadaran mereka adalah komunikator, komunikasi, keyakinan dan situasi.

Kata kunci*:* sikap dan kesadaran, masyarakat adat, informasi bencana

ABSTRACT

Every group of people has the knowledge to face the environment for the sake of the continuity life. This knowledge is known as the "*wisdom to cope with the local events* " or often abbreviated with the term "*local wisdom* ", as in the North Lombok District there is local wisdom called "***Selamat asuh (good- parenting*** ". This indigenous community believes that natural disasters such as earthquakes are a punishment from God. While other scholars, academics and scientists have different opinions and views. Contestation of knowledge of local and modern science about the catastrophic quake can be seen from the interaction of the agent who is involved in providing a discourse on seismicity. The question then is what will happen, or what will be the attitude of indigenous peoples when science and technology based information is provided by mitigation officers? What then is the meaning or awareness of the earthquake? What factors influence their attitudes and awareness about it? This paper presents the results of the study which was held in the Segenter Village Bayan District of North Lombok District, using case studies method. The total number of respondents was 20 people. Results of the study shows that the attitudes and awareness of communities of indigenous village of Segenter in receiving information about the disaster mostly states that they continue to believe that the earthquake was a punishment from God, but there are some people who have received science-based information from Climatology Meteorology and geophysic Board (BMKG) and Local Disaster Management Board (BPBD). Most customs community agrees with the information that is conveyed by the customary chairman. Some of the factors that influence the attitudes and awareness of the community toward information received are communicators, communication, trust and situations.

Keywords: attitudes and awareness, community customs, information disaster

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Setiap kelompok masyarakat mempunyai pengetahuan untuk menghadapi lingkungan demi kelangsungan hidupnya. Pengetahuan ini dikenal sebagai "*wisdom to cope with the local events*" atau sering disingkat dengan istilah "*local wisdom*", sebagai contoh, di masyarakat adat Kabupaten Lombok Utara ada local wisdom yang disebut "***selamat asuh***" yaitu suatu pengetahuan yang diwariskan secara turun menurun dari generasi ke generasi untuk bertindak bila masyarakat menghadapi bencana gempa. Masyarakat adat ini meyakini bahwa bencana alam seperti gempa bumi adalah hukuman dari Tuhan. Tuhan menghukum manusia karena telah banyak berbuat kejahatan. Oleh karena itu, harus dilakukan upacara pembersihan. Jadi tindakan yang dilakukan adalah melakukan ritual adat. Mekanisme dalam menghadapi kejadian seperti ini terbentuk dan lahir dari pengalaman, pengetahuan, pemahaman dan pemaknaan terhadap setiap kejadian, fenomena, harapan dan masalah yang terjadi di sekitarnya. Mekanisme tersebut diteruskan melalui proses sosialisasi dari generasi ke generasi dan pelaksanaannya tergantung pada kadar kualitas pemahaman dan implikasinya dalam kehidupan mereka.

Sementara itu, para cendekia, akademisi dan ilmuwan mempunyai pendapat dan pandangan yang berbeda. Mereka meyakini bahwa peristiwa gempa bumi adalah fenomena alam yang terjadi karena aktifitas alam itu sendiri. Gempa memang tidak bisa diprediksi, tetapi bisa dipelajar bagaimana bisa terjadi dan dimana kemungkinan wilayah yang rawan gempa dapat diprediksi dan diperkirakan berdasarkan sains dan teknologi. Dengan demikian

tindakan mitigasi bisa diinisiasi melalui penyebaran informasi dan pengetahuan tentang bencana gempa berbasis sains dan teknologi. Proses munculnya pengetahuan tentang bencana alam yang ditekuni dan dipelajari oleh para ahli juga memerlukan waktu yang panjang untuk sampai pada suatu kesimpulan yang meyakinkan.

Pemerintah Indonesia menyadari bahwa wilayahnya merupakan wilayah rawan gempa. Berdasarkan Undang-Undang nomor 24 tahun 2007, pemerintah diwajibkan untuk melakukan mitigasi terhadap bencana melalui suatu kegiatan sosialisasi dan penyuluhan mengenai kebencanaan termasuk bencana gempa bumi. Informasi yang dideseminasikan oleh pemerintah melalui pemerintah daerah atau instansi terkait adalah informasi yang disusun berdasarkan sains dan teknologi.

Mencermati dua kenyataan yang ada yaitu masyarakat tradisional yang mendasarkan keyakinannya atas dogma atau budaya yang dia yakini dengan usaha deseminasi informasi bencana yang berdasarkan sains. Oleh sebab itu, seringkali terjadi kontestasi pengetahuan dan pemaknaan atas suatu fenomena antara masyarakat lokal dengan pihak luar seperti pemerintah, akademisi, swasta maupun LSM. Menurut Joseph A. Devito (2011) mengemukakan bahwa "komunikasi adalah transaksi, dengan transaksi dimaksudkan bahwa komunikasi merupakan suatu proses dimana komponen – komponennya saling terkait, dan bahwa para komunikatornya beraksi dan bereaksi sebagai suatu kesatuan dan keseluruhan".

Kontestasi pengetahuan lokal dan modern tentang bencana gempa dapat dilihat melalui interaksi agen- agen penting yang terlibat dalam memberikan wacana mengenai kegempaan. Para tokoh adat masih bertahan dengan pendapat dan opininya sehingga diikuti oleh masyarakat adat yang ada. Masyarakat adat Desa Segenter, kalau dilihat dari arsitektur bangunannya adalah bangunan dengan konstruksi tahan gempa. Arsitektur ini masih dipertahankan sampai sekarang dan terbukti ketika terjadi gempa besar mereka tidak mengalami kerusakan. Demikian pula tentang pemahaman bahwa bencana gempa adalah peringatan dari Tuhan terus dilontarkan sehingga untuk mengatasinya dilakukan ritual adat.

Di sisi lain, berdasarkan sains dan teknologi hal itu dianggap mitos dan yang benar adalah bahwa peristiwa gempa adalah peristiwa alam. Peristiwa ini dapat dideteksi dan diperkirakan dimana lokasi kerawanannya sehingga dibuat peta rawan bencana yang disertai dengan bagaimana cara-cara mengatasi permasalahan yang akan timbul termasuk bagaimana struktur bangunan harus dibuat agar tahan gempa. Hal ini dikenal dengan mitigasi bencana. Komunikasi untuk mitigasi bencana dilakukan berdasarkan pengetahuan ini atau berdasarkan sains dan teknologi. Konflik pemahaman dan keyakinan akan terjadi ketika informasi ini dihadapkan dengan masyarakat adat yang ada. Pertanyaannya kemudian apa yang akan terjadi, atau bagaimana sikap masyarakat adat ketika diberikan informasi berbasis sains dan teknologi oleh para petugas mitigasi? Bagaimana kemudian pemaknaan atau kesadaran mereka terhadap peristiwa gempa bumi? Faktor apa saja yang mempengaruhi sikap dan kesadaran mereka tentang hal tersebut?

Memperhatikan permasalahan ini maka penelitian dengan judul Sikap Dan Kesadaran Masyarakat Tradisional dalam Menerima Informasi Bencana Berbasis Sains dan Teknologi: Studi Kasus Masyarakat Adat Desa Segenter Kabupaten Lombok Utara menjadi penting untuk dilakukan.

Berdasarkan uraian yang disajikan dalam pendahuluan, dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: (1) Bagaimana sikap dan kesadaran masyarakat Adat terhadap

informasi bencana berdasarkan sains dan teknologi yang disampaikan kepada masyarakat adat Desa Segenter Kabupaten Lombok Utara?, (2) Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi sikap dan kesadaran masyarakat tradisional dalam mengadopsi informasi bencana berdasarkan sains dan teknologi? Adapun Tujuan Penelitian ini adalah untuk: (1) Mengenai bagaimana sikap dan kesadaran masyarakat tradisional terhadap informasi bencana berdasarkan sains dan teknologi. (2) Mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengengaruh terhadap sikap dan kesadaran masyarakat tradisional dalam mengadopsi informasi bencana.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Bayan Desa Segenter Kabupaten Lombok Utara. Lokasi ini dipilih karena Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara merupakan lokasi bencana alam gempa yang terdampak cukup parah. Dan pada lokasi ini ditemukan fakta yang cukup menarik yaitu hampir seluruh masyarakat adat yang terdampak tidak menjadi korban. Hal ini dikarenakan mereka diselamatkan oleh kepercayaan atau adat yang telah dilestarikan secara turun menurun terutama oleh konstruksi bangunan rumah adat mereka yang terbuat dari bambu dan kayu yang tahan gempa.

Penelitian ini menggunakan studi kasus. Metode ini digunakan karena adanya keunikan dari fenomena akibat gempa yang terjadi di Kabupaten Lombok Utara. Tujuannya adalah untuk mendeskripsikan sikap dan kesadaran mereka dalam menerima informasi gempa berbasis sains dan teknologi saat ini. Responden dalam penelitian ini terdiri atas individu masyarakat adat yang tinggal di rumah adat Desa Segenter Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara serta para tokoh adat pemberi informasi ketika bencana gempa berlangsung. Responden dalam penelitian ini sebanyak 20 orang.

Variabel yang diteliti dalam penelitian ini adalah sikap masyarakat adat yang tinggal di rumah adat di Desa Segenter Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara terhadap informasi bencana berbasis sains dan teknologi. Disamping itu variabel kesadaran masyarakat akan adat mereka dan kesadaran kritis mereka terhadap bencana gempa yang merupakan fenomena alam yang tidak dapat diprediksi.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data primer dan data sekunder. Data primer dikumpulkan dari masyarakat tradisional yang masih memegang kepercayaan terhadap alam dan tinggal di rumah adat Desa Segenter. Sedangkan data sekunder dikumpulkan dari dokumen dan informasi yang terdokumentasikan. Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan responden dan tokoh adat yang tinggal di Desa Segenter. Disamping itu *focus group discussion* (FGD) juga dilakukan untuk memperoleh gambaran lebih konprehensif tentang sikap dan kesadaran mereka dalam menerima informasi bencana berbasis sains dan teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil daerah penelitian

Desa Segenter merupakan salah satu desa yang terletak di kabupaten Lombok Utara Kecamatan Bayan. Desa Segenter memiliki luas daerah sekitar ±3 hektar, dikelilingi oleh pagar dan hanya mempunyai satu pintu masuk. Desa Segenter memiliki ciri khas, yaitu dari jajaran bangunan rumah yang masih tampak sangat tradisional. Rumah adat yang terdapat di Desa Segenter sebagian besar berdinding anyaman bambu, namun ada pula yang telah

berdinding batu bata atau batako. Rumah ini berbentuk persegi panjang dengan ukuran sekitar 6 x 7 m^2. Dengan atap tradisional yang berbentuk limas dan terbuat dari ilalang. Sedangkan untuk lantainya masih terbuat dari tanah. Di dalam rumahnya biasaya terdapat dapur, *amben belek* (empat peralatan dapur), tempat tidur, serta *inan belek*. *Inan belek* ini merupakan ruangan istimewa. Ruangan ini dibangun sebagai ruangan khusus, dengan lantai kayu yang agak tinggi. Biasanya ruangan ini dipakai khusus untuk pengantin baru, sampai hari ketiga. Jika sebuah rumah tidak memiliki lumbung, inan belek juga bisa difungsikan sebagai gantinya.

Di Desa Segenter biasanya satu generasi mendirikan rumah dalam satu area, rumah orang tua berada di sisi timur, sedangkan anak-anak menempati rumah yang terletak di depan rumah orang tua (di sisi barat). Kedua rumah ini saling berhadapan dengan pemisah sebuah berugak di tengah-tengahnya. Berugak tersebut dibangundengan ukuran sekitar 4 x 6 m^2, yang difungsikan sebagai tempat untuk bercengkrama antara orang tua dengan anak. Serta menjadi tempat untuk belajar bersama dan juga menerima tamu. Apabila suatu keluarga memiliki lebih dari satu anak, maka si adik akan menempati rumah sebelah kiri (sebelah utara rumah sang kakak. Sedangkan lumbung akan ditempatkan pada tempat yang memungkinkan. Terhitung sekitar 81 rumah adat yang ada di Desa Segenter, yang ditinggali oleh sekitar 120 keluarga.

Terdapat beberapa batu pembatas dan pagar anyaman bambu mengelilingi kompleks. Kompleks itu tempat tinggal para tetua adat, disebut *kampu*. Di setiap permukiman adat, ada beberapa rumah yang memiliki pagar keliling, membatasi dengan rumah-rumah adat di dalam kompleks itu. Itu merupakan tempat berlangsungnya berbagai ritual di masyarakat adat Bayan. Ritual adat selamat asuh dilaksanakan selama beberapa kali. Pada Jumat pertama, masyarakat adat Bayan menggelar "*Selamat Asuh Gubug*." *Gubug* berarti kampung, bisa bermakna kampung secara harfiah, bisa juga lebih luas bumi. Yang kedua masyarakat adat Desa Segenter menggelar "*Selamat Asuh Gunung*." Jumat terakhir itu, digelar "*Selamat Asuh Mesigit*." *Mesigit* artinya mesjid. Ritual dilaksanakan oleh para pria dewasa yang membawa parang keluar dari kompleks. Di kening mereka terlihat tanda *sembeq* (ramuan sirih dan bahan lain yang ditempelkan di kening), tanda sudah bertemu dan menghaturkan doa pada para tetua. Di satu pojok di perkampungan itu, mereka menyembelih ayam.

Bagi masyarakat adat Desa Segenter, gempa dan bencana lain bukan semata peristiwa alam. Gempa merupakan peristiwa spiritual. Gempa merupakan peringatan dari Tuhan kepada manusia dan kepada seluruh makhluk. Gempa kali ini, berlangsung cukup panjang, mereka tafsirkan sebagai petunjuk dari Yang Maha Kuasa, betapa sangat besar pelanggaran manusia terhadap alam.

Gempa pertama pada 29 Juli 2018, berdampak pada desa-desa di Kaki Rinjani, di Lombok Timur, mengena ke Kecamatan Sambalia dan Sembalun. Desa-desa di dua kecamatan ini ada di Kaki Rinjani. Begitu juga desa-desa di Bayan, Lombok Utara, pada gempa pertama 29 Juli 2018, terdampak adalah desa-desa di Kaki Rinjani. Belum hilang ingatan gempa pertama itu, kembali gempa lebih besar mengguncang 5 Agustus 2018. Dampaknya, lebih luas, desa-desa di Kaki Rinjani seperti Kecamatan Batukliang Utara, Lombok Tengah juga terdampak.

Desa-desa yang berbatasan dengan Kaki Rinjani di Kecamatan Montong Gading dan Kecamatan Sikur Kabupaten Lombok Timur, juga terdampak. Begitu juga desa-desa lain. Ratusan jiwa meninggal, ribuan terluka, dan ratusan ribu orang tinggal di pengungsian. Gempa besar berikutnya pada 9 Agustus. Kembali gempa memporak-porandakan Lombok pada 19 Agustus. Gempa sangat panjang. Di tengah upaya pemerintah penanggulangan bencana, masyarakat adat Desa Segenter pun melakukan hal sama, melalui jalan spiritual.

"*Selamat Asuh*" atau disebut juga "*Mengasuh*" yang digelar masyarakat adat Bayan ini bukan sekadar perkara hasil rapat (*gundem*) para tetua adat. Sejak gempa pertama, sudah ada bisikan dari "roh" bahwa mereka harus menggelar ruwatan dan melakukan perintah "roh" itu. Roh itu masuk ke tubuh warga adat. Tidak satu orang, tetapi beberapa. Permintaan dan perintah itu sama ke setiap orang yang kerasukan, akhirnya diputuskan "Selamat Asuh."

Sikap dan kesadaran masyarakat adat

Berdasarkan wawancara yang dilakukan dengan 20 orang responden, yaitu terdiri dari *pemekel adat* sebanyak 4 orang, ketua adat 1 orang dan masyarakat sebanyak 15 orang. Menurut responden penelitian, menyatakan bahwa mereka semua mengalami kerugian yang diakibatkan oleh gempa yang terjadi pada Agustus 2018. Gempa tersebut mengakibatkan kerugian berupa material dan fisik. Beberapa rumah mengalami rusak ringan hingga sedang, namun tidak terdapat rusak berat. Dan terdapat beberapa orang mengalami luka – luka. Kerugian yang dialami oleh warga Desa Segenter ini dapat dikategorikan tidak parah. Hal ini diKarenakan kerugian yang diderita tidak terlalu banyak. Hanya saja menurut beberapa warga masyarakat, gempa bumi yang terjadi memberikan dampak secara psikologis. Mengakibatkan trauma mendalam bagi masyarakat.

Keadaan ini disinyalir karena kurangnya pengetahuan masyarakat adat mengenai bencana. Sebagian besar masyarakat adat memahami bahwa bencana merupakan suatu peristiwa yang telah menjadi anugerah dari yang maha kuasa. Secara rasional, tentu saja pemahaman ini tidak sejalan dengan ilmu pengetahuan yang telah berkembang saat ini. Pengetahuan masyarakat adat mengenai bencana ini diperoleh secara turun menurun dari nenek moyang mereka. Selain pengetahuan yang berasal secara turun menurun, masyarakat adat juga memperoleh pengetahuan yang berasal dari beberapa instansi terkait berupa informasi mengenai kebencanaan. Pengetahuan ini disampaikan oleh BMKG dan BPBD. Pengetahuan ini selanjutnya mempengaruhi sikap mereka dalam menyikapi bencana khususnya bencana gempa.

Menurut Branon & Brock, 2001. Sikap memiliki komponen kognitif (pikiran), komponen apektif (perasaan), dan komponen behavioral (perilaku). Sikap secara kognitif biasanya kompleks tapi secara evaluative sederhana. Teori ini berusaha menjelaskan proses perubahan sikap dengan mencoba memahami pikiran seseorang dalam merespon komunikasi persuasi atau bujukan. Teori ini mengatakan bahwa orang bereaksi terhadap beberapa aspek pesan persuasive dengan memunculkan pikiran negative atau positif yang pada gilirannya akan mempengaruhi apakah seseorang tersebut akan mendukung isi pesan atau tidak.

Teori respon kognitif relevan dengan keadaan yang terjadi pada masyarakat adat Desa Segenter. Dengan pengetahuan (berupa pesan) yang disampaikan secara turun menurun mengakibatkan beberapa masyarakat adat Desa Segenter tidak merespon berbagai pelatihan

mengenai bencana yang diberikan oleh pihak terkait. Tabel 1 menampilkan hasil pernyataan sikap masyarakat adat terhadap kegiatan pelatihan yang diberikan.

Tabel 1. Sebaran Sikap Responden Terhadap Informasi Bencana Berdasarkan Sains Dan Teknologi

No	Sikap masyarakat	Setuju (3) Orang (%)	Kurang setuju (2) Orang (%)	Tidak setuju (1) Orang (%)	Modus skor	Kategori sikap
1	Gempa berbahaya bagi semua orang	20	-	-	3	Setuju
2	Informasi terjadinya gempa sangat penting	9	2	9	3	Setuju
3	Informasi penyelamatan saat gempa penting	8	4	8	3	Setuju
4	Informasi mengenai gempa sulit diperoleh sehingga mengandalkan pengetahuan turun menurun	20	-	-	3	Setuju
5	Informasi mengenai gempa sering diberikan oleh pihak terkait	4	4	12	1	Tidak Setuju
6	Sebaiknya jangan mengikuti informasi yang diberikan oleh pihak terkait	12	5	3	3	Setuju
7	Sebaiknya menggunakan informasi yang diwariskan secara turun menurun	18	2	-	3	Setuju
	jumlah	20	20	20	3	Setuju

Sumber: Data primer diolah (2019).

Merujuk pada data di atas, dilihat bahwa masyarakat adat umumnya setuju 20 orang (100%) bahwa gempa berbahaya bagi semua orang. masyarakat desa adat menjelaskan bahwa gempa akan membawa trauma mendalam bagi mereka. Gempa sangat berdampak pada kelangsungan hidup mereka. Karena terjadi bencana gempa, mereka harus hidup di tenda – tenda darurat selama berhari- hari. selain itu mereka harus berjuang agar dapat memenuhi kebutuhan hidup seperti sandang pangan.

Meskipun masyarakat adat memiliki lumbung sebagai tempat menyimpan padi, tetapi padi mereka tidaklah cukup untuk memenuhi pangan selama gempa berlangsung. tidak hanya pangan, sulitnya air bersih juga menyulitkan masyarakat adat untuk melaksanakan aktivitas seperti mandi, memasak dan mencuci. Dalam bidang pendidikan, gempa berbahaya karena mengancam keselamatan anak mereka ketika berada di lingkungan sekolah. sehingga pihak sekolah mengambil inisiatif untuk meliburkan siswanya. Dari segi ekonomi, bencana gempa mengakibatkan sebagian besar masyarakat adat yang berprofesi sebagai petani tidak dapat menjual hasil panen nya ke pasar. Keadaan ini, seperti yang diungkapkan oleh salah satu responden yang merupakan masyarakat adat Desa Segenter, yaitu Hambali. Beliau mengungkapkan:

“Gempa yang besar saat itu telah mengakibatkan kerugian yang membuat saya dan keluarga menjadi trauma untuk melakukan aktivitas, bahkan untuk masuk rumah pun takut”.

Ungkapan bapak Hambali mewakili ungkapan-ungkapan yang telah diutarakan oleh seluruh masyarakat adat, bahwa gempa berbahaya bagi semua orang. Gempa menjadi

berbahaya ketika sebagian masyarakat tidak mengerti mengenai informasi tentang kebencanaan khususnya gempa.

Oleh sebab itu, sebagian besar masyarakat adat (20 orang (100%)) menyatakan bahwa informasi mengenai gempa sulit diperoleh sehingga mengandalkan pengetahuan turun menurun. Informasi yang diberikan secara turun menurun mengajarkan masyarakat adat Desa Segenter untuk melaksanakan sebuah ritual yang dikenal dengan nama "*selamat asuh*". Ritual ini dianggap sebagai salah satu cara untuk menolak bala termasuk bencana gempa. Untuk mendukung pelaksanaan ritual ini, masyarakat adat Desa Segenter dituntut untuk mempertahankan tradisi yang mereka miliki. Salah satunya adalah tradisi memelihara rumah tradisional mereka. Apabila mereka telah merombak rumah mereka, dipercayai akan mendapatkan musibah meskipun telah melaksanakan ritual selamat asuh.

Selain rumah, pegetahuan lainnya yang mereka miliki adalah ciri-ciri akan terjadinya gempa. Masyarakat adat percaya apabila terlihat awan hitam bergaris horizontal di sekitar pantai maka akan segera terjadi gempa. Dan segera setelah awan tersebut terlihat penetapan waktu pelaksanaan ritual akan ditetapkan. Pengetahuan-pengetahuan ini diturunkan dari generasi ke generasi oleh para ketua adat. Secara terus menurus dalam setiap pertemuan adat yang dilangsungkan dibalai adat, para ketua adat memberikan wejangan mengenai pengetahuan gempa. Hal ini dilakukan karena sulitnya memperoleh informasi mengenai gempa. Sulitnya Informasi yang dimaksud mencakup bencana kegempaan dan upaya mitigasi bencana gempa.

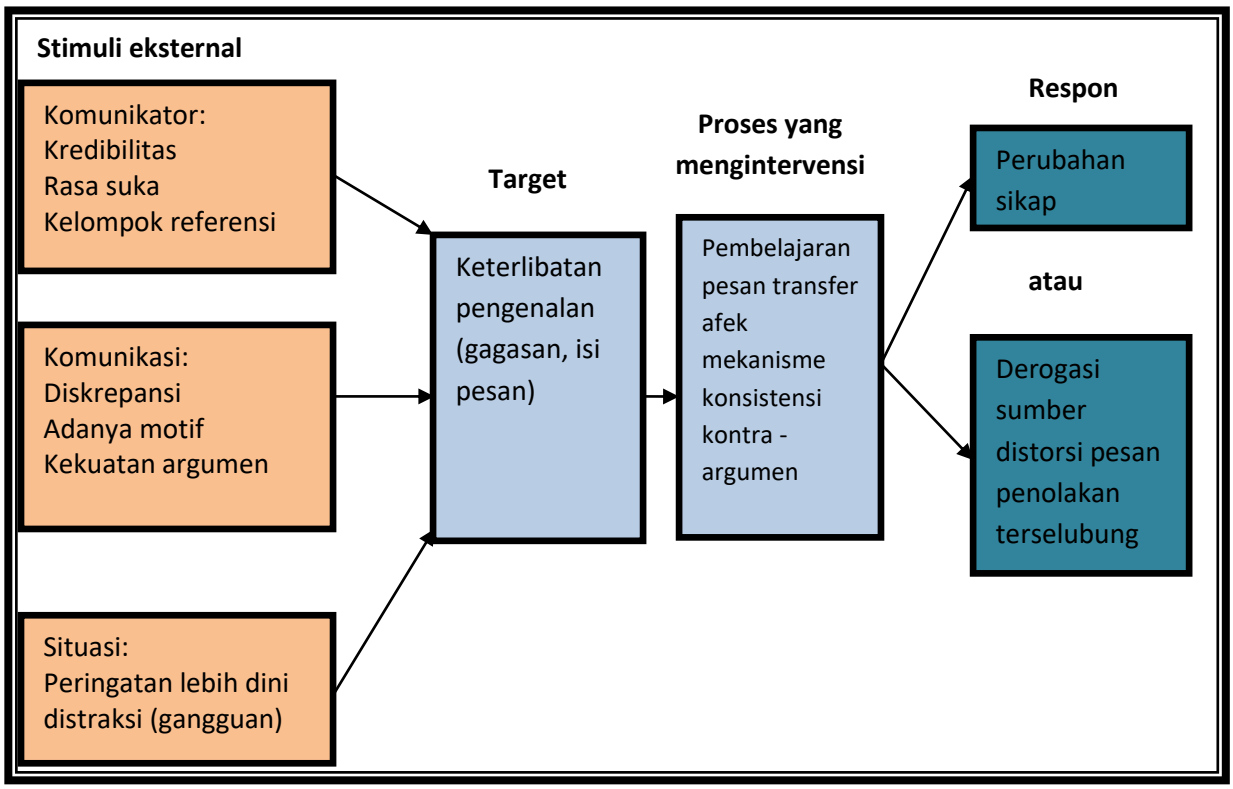
Fakta ini sejalan dengan sebaran sikap masyarakat adat, hanya sebanyak 4 orang yang menyatakan setuju apabila informasi mengenai gempa sering diberikan. hal ini menunjukkan bahwa kurangnyaa informasi yang berasal dari pemerintah melalui instansi seperti BMKG dan BPBD. Menurut salah seorang masyarakat adat menyebutkan bahwa, BMKG hanya memberikan informasi mengenai ciri-ciri dari terjadinya gempa. Ciri yang dimaksudkan tersebut antara lain adanya gerhana bulan sebelum terjadi gempa dan melihat ke awan, apabila terdapat awan yang berjajar seperti pagar maka akan terjadi gempa. Sedangkan daari pihak BPBD menjelaskan mengenai cara berlindung dari gempa, yaitu menghindari bangunan, jangan panik dan segera mencari tanah lapang.

Berdasar pada beragam pengetahuan yang dimiliki oleh masyarakat adat tersebut, selanjutnya mereka memutuskan sikap apakah akan mengadopsi pengetahuan tersebut ataukah tidak. Menurut Teori respon kognitif memperkirakan bahwa perubahan sikap akan bergantung pada seberapa besar dan apa jenis counterarguing (argumen yang berlawanan) yang muncul. Jika pesan menimbulkan argument kontra yang kuat dan efektif, maka kemungkinan besar tidak akan terjadi perubahan sikap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi sikap dan kesadaran masyarakat

Sikap cenderung kompleks secara kognitif tetapi relatif sederhana secara evaluatif. Seperti telah dikemukan, kesan tentang orang lain cenderung menjadi konsisten secara evaluatif dan demikian pula halnya dengan sikap. Ketika kompleksitas kognitif dipasangkan dengan kesederhanaan evaluatif, salah satu akibatnya adalah individu mungkin mudah mengubah sikap, namun evaluasi keseluruhan terhadap objek sikap umumnya sulit untuk berubah. Aspek penting dari sikap adalah hubungannya dengan pengambilan keputusan dan perilaku. Sikap memungkinkan kita untuk mengakses informasi yang relevan dengan cepat.

Sebab sikap memberikan link yang penting ke informasi-informasi yang tersimpan dalam memori (Judd, 1991). Konsekuensinya sikap menemukan orang untuk membuat keputusan dengan cepat karena sikap memberi informasi untuk mengambil keputusan (Sanbonmatsu & Fazio, 1990). Salah satu model situasi yang dapat membentuk perubahan sikap adalah persuasi, seperti yang digambarkan pada bagan berikut (Gambar 1) terlihat bagaimana persuasi mempengaruhi keputusan seseorang untuk bersikap.



Gambar 1. Model proses Persuasi

Model proses persuasi di atas menggambarkan bagaimana masyarakat adat dalam menentukan sikap. Melalui model persuasi ini dapat dilihat beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan sikap yaitu komunikator, komunikasi dan situasi. Ketiga faktor ini juga disebutkan secara jelas oleh masyarakat adat di daerah penelitian. adapun pendapat masyarakat adat mengenai faktor yang mempengaruhi sikap dapat dilihat secara jelas pada Tabel 2.

Tabel 2. Faktor yang mempengaruhi sikap

No	Faktor yang mempengaruhi sikap	Frekuensi	Persentase(%)
1	Komunikator pesan	8	40
2	Komunikasi	6	30
3	Situasi saat menyampaikan pesan	6	30
	Jumlah	20	100

Sumber: Data primer diolah (2019).

Berdasar pada data di atas diketahui bahwa sebanyak 8 orang (40%) menyatakan bahwa komunikator sebagai faktor yang berpengaruh. Komunikator sebagai sumber pesan akan menjadi pusat informasi ketika membagi pengetahuan mengenai bencana gempa dan upaya mitigasi. Yang menjadi komunikator pada masyarakat adat adalah tokoh adat, para kiyai, golongan terpelajar seperti dari BMKG dan BPBD. Para sumber pesan ini biasanya adalah orang- orang dengan kredibilitas tinggi atau dengan kata lain memiliki kelayakan untuk dapat dipercaya. Mereka juga memiliki keahlian pada bidangnya masing-masing. seperti tokoh adat dan kiai yang telah sangat ahli membaca alam dengan caranya. Kemudian BMKG yang ahli mendeteksi alam dengan memanfaatkan teknologi serta BPBD yang ahli dalam upaya mitigasi bencana dan penyelamatan pada saat gempa. Selain keahlian, yang penting dari seorang komunikator pesan menurut masyarakat adat adalah amanah. Orang tersebut dianggap sebagai orang yang dapat dipercaya dan tidak memberikan pendapat yang bias. Sehingga dengan menjadi amanah menurut masyarakat adat, kemudian orang tersebut akan menimbulkan rasa suka.

Faktor kedua yang disebutkan oleh masyarakat adat adalah komunikasi, sebanyak 6 orang (30%). Komunikasi merupakan hal yang penting. karena komunikasi merupakan pesan dan juga proses dalam upaya mengubah sikap serta menumbuhkan kesadaran masyarakat adat. Komunikasi dapat menimbulkan kebutuhan emosional seperti kemarahan dan rasa takut dan cenderung diterima jika posisi yang didukung akan mereduksi kebutuhan emosional tersebut. Level rasa takut yang sangat tinggi tampaknya mengakibatkan reaksi defensif dan mengurangi kemungkinan terjadinya perubahan sikap. Dalam proses komunikasi ini, masyarakat adat berinteraksi dengan beberapa pihak untuk memperoleh pengetahuan mengenai bencana gempa. Namun, interaksi yang dilakukan tidak secara berkelanjutan. Interaksi hanya dilakukan sebanyak 1 kali dalam rentan waktu 6 bulan. Interaksi ini tidak melibatkan seluruh masyarakat adat. Hanya beberapa masyarakat yang dianggap memiliki kekuatan untuk dapat meneruskan informasi mengenai pengetahuan kebencanaan khususnya gempa.

Faktor ketiga, yaitu situasi saat menyampaikan pesan, sebanyak 6 orang (30%) menyatakan bahwa situasi merupakan hal penting. Karena jeda antara waktu ketika informasi disampaikan akan berpengaruh terhadap perubahan sikap dan kesadaran. Jeda antara waktu *forewarning* (peringatan dini) dengan datangnya informasi akan memberikan kesempatan kepada seseorang untuk menyusun argumen tandingan. Hal ini berarti bahwa ketika masyarakat adat Desa Segenter telah terlebih dahulu menerima perintah adat, maka secara tidak langsung mereka akan mengacuhkan informasi yang berasal dari luar desa adat. Namun, apabila infomasi yang disampaikan oleh pihak luar desa adat relevan dan penting, akan terdapat beberapa masyarakat adat yang mengubah cara pandang mereka terhadap informasi tersebut. Sehingga akhirnya adalah terbentuk perubahan sikap.

Faktor situasi juga dipengaruhi oleh adanya kultur atau budaya. Terdapatnya budaya pada masyarakat adat yang dipegang teguh menjadi sulit untuk ditinggalkan oleh hampir keseluruhan masyarakat. Mereka merasa terikat dengan nilai- nilai yang diwariskan oleh nenek moyang dan berusaha untuk melestarikannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada pembahasan dan penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut yaitu: (1) masyarakat adat tetap dengan keyakinan adat yang dimilikinya, hanya sebagian masyarakat adat yang percaya dengan informasi berbasis sains dan teknologi, (2) sebagian kecil masyarakat sudah mulai merubah aksitektur rumah adat menjadi bangunan beton, (3) sebagian masyarakat adat tidak tahu dan belum mengerti mengenai informasi berbasis sains yang disampaikan karena informasinya hanya bersifat sementara, (4) terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap keputusan masyarakat adat untuk bersikap pada informasi bencana yang berbasis sains dan teknologi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Dosen Pemula Perguruan Tinggi tahun 2019 dengan nomor kontrak 2468N/UN18.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Branon & Brock. 2001. *Scarcity claims elicit extreme responding to persuasive messages: Role of cognitive elaboration*. American Psychological Association. 750 First Street NE, Washington.

Devito, Joseph A. 2011. *Komunikasi Antar Manusia*. Pamulang – Tangerang Selamat: Karisma Publishing Group.

Judd, Drake. 1991. *Some dynamic properties of attitude structures: Context-induced response facilitation and polarization*. American Psychological Association. 750 First Street NE, Washington.

Sanbonmatsu & Fazio. 1990. *The role of attitudes in memory-based decision making*. American Psychological Association. 750 First Street NE, Washington.

Respon Pertumbuhan dan Hasil Lima Varietas Kedelai di Lahan Sawah Kabupaten Lombok Tengah

Growth Response and Yield of Five Soybean Varieties in Rice Field Central Lombok

Ai Rosah Aisah[1*], Nani Herawati [1], Awaludin Hipi [1]

[1)]Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Balitbangtan Nusa Tenggara Barat, Jalan Raya Peninjauan Narmada, Kabupaten Lombok Barat 83371, Provinsi Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. +62-0370 671312, Fax. +62-0370 671620[1]

**email:arosfito10@gmail.com*

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis nasional yang diprogramkan oleh pemerintah untuk ditingkatkan produksinya guna memenuhi kebutuhan masyarakat yang semakin meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan varietas unggul kedelai yang adaptif dan memiliki potensi hasil tinggi di lahan sawah, Lombok Tengah. Uji lapangan dilakukan di Dusun Mbun Sambang, Desa Sukarara, Kecamatan Jonggat, Kabupaten Lombok Tengah pada bulan Juli sampai September 2017. Pengujian menggunakan rancangan acak kelompok dengan perlakuan lima varietas kedelai (Devon 1, Dega 1, Dena 1, Argomulyo, dan Anjasmoro), diulang empat kali. Jarak tanam 40 x 15 cm dengan jumlah benih 2-3 benih/lubang, pemupukan dilakukan sesuai dengan rekomendasi yaitu NPK 100 kg/ha dan pupuk cair 1 liter/ha. Variabel yang diamati yaitu meliputi komponen pertumbuhan dan hasil. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa varietas kedelai memberi pengaruh nyata terhadap komponen pertumbuhan, yaitu parameter tinggi tanaman pada kedelai umur 6 dan 9 mst, serta jumlah daun dan jumlah buku pada 9 mst. Sementara pada komponen hasil, varietas kedelai hanya memberi pengaruh terhadap bobot 100 biji. Kelima varietas dapat beradaptasi di lahan sawah dengan hasil paling tinggi diperoleh varietas Dega 1 yang memiliki nilai mendekati rata-rata hasil deskripsi Balitkabi, tetapi tidak berbeda dengan varietas lainnya.

Kata kunci : adaptif; Dega 1; Devon 1; komponen hasil

ABSTRACT

Soybean is one of the most strategic commodites that are programmed by the government to be improved for meeting the increasing demand. This study was aimed at obtaining soybean varieties that are adaptive and high yielding in rice field. This study was conducted in Mbun Sambang, Village Sukarara, District Jonggat, Central Lombok in July to September 2017. Five soybean varieties (Devon 1, Dega 1, Dena 1, Argomulyo, and Anjasmoro) were assessed using a randomized block design with four replications. The planting space was 40 x 15 cm with 2-3 seeds/pits. Fertilization was conducted in accordance with the recommendation i.e. NPK 100 kg/ha and liquid fertilizer 1 liter/ha. Variables measured include the components of growth and yield. The analysis of variance showed that soybean varieties gave the significant effect on growth component i.e. plant height parameter on soybean 6 and 9 wap, as well as number of leaves and number of sections at 9 wap. While yield component, soybean

varieties only influence on weight of 100 seeds. The five varieties were able to adapt in rice filed with the highest yield was produced by Dega 1 variety which had a value close to the average Balitkabi description result, but not significantly different from other varieties.

Keywords: adaptive; Dega 1; Devon 1; yield component

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas strategis nasional selain padi dan jagung. Selain itu, kedelai di Indonesia merupakan sumber protein nabati utama yang memiliki tingkat kebutuhan yang tinggi (Wahyuningsih, 2016). Produksi kedelai nasional pada tahun 2015 sebesar 963.183 ton (Badan Pusat Statistik, 2016b) dengan produktivitas 1,57 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2016c), sedangkan konsumsi langsung kedelai mencapai 1,8 juta ton (Wahyuningsih, 2016).

Masalah yang dihadapi oleh Indonesia saat ini adalah masih mengandalkan kedelai impor. Volume ekspor - impor Indonesia pada periode tahun 2011 – 2015 berfluktuasi, namun 70% dari rata-rata total penyediaan pada periode tersebut berasal dari kedelai impor (Wahyuningsih, 2016). Guna mengurangi impor, pemerintah terus berupaya untuk meningkatkan produktivitas kedelai. Susanto and Nugrahaeni (2017) menyatakan bahwa salah satu inovasi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas kedelai adalah penggunaan varietas unggul. Varietas unggul baru kedelai yang telah dihasilkan oleh Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi (Balitkabi), Kementerian Pertanian dari tahun 2008 – 2016 sebanyak 21 varietas dan di antaranya cocok untuk dikembangkan di lahan sawah (Balitkabi, 2016).

Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu provinsi penghasil kedelai utama di Indonesia setelah Jawa Timur dan Jawa Tengah (Krisdiana, 2014), dan Kabupaten Lombok Tengah menjadi sentra pengembangan kedelai di NTB khususnya Pulau Lombok. Luas areal panen kedelai di NTB pada tahun 2015 seluas 94.948 ha (Badan Pusat Statistik, 2016a) dengan produktivitas 1,32 ton/ha (Badan Pusat Statistik, 2016c), dan produksi mencapai 125.036 ton (Badan Pusat Statistik, 2016b). Sementara Kabupaten Lombok Tengah, pada 2016 memiliki luas panen 24.358 ha dengan produktivitas di bawah produktivitas provinsi yaitu sebesar 0,98 ton/ha (Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Nusa Tenggara Barat, 2018). Dengan demikian, Kabupaten Lombok Tengah memiliki potensi untuk mengembangkan varietas unggul kedelai dengan harapan produktivitas meningkat.

Penanaman kedelai di NTB umumnya dilakukan di lahan sawah pada musim kemarau dalam upaya pemanfaatan lahan kosong dimana tanaman padi tidak dapat tumbuh maksimal. Sementara itu, penanaman pada musim hujan dilakukan di lahan kering. Varietas kedelai yang ditanam oleh petani di NTB pada tahun 2012 di antaranya adalah Anjasmoro, Wilis, dan Grobogan (Krisdiana, 2014). Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi NTB pada tahun 2018 menyalurkan bantuan benih kedelai varietas Anjasmoro dan Grobogan (Balai Pengawas dan Sertifikasi Benih, 2018). Teknik budidaya kedelai yang biasa dilakukan oleh petani dengan cara menyebar benih pada saat tanam (tanpa jarak tanam), tidak melakukan pemupukan, dan menggunakan benih yang tidak berlabel menyebabkan penurunan produktivitas kedelai. Oleh karena itu, penanaman kedelai perlu menerapkan komponen teknologi, termasuk penggunaan varietas unggul untuk meningkatkan produktivitas kedelai.

Varietas Devon 1, Dega 1, Dena 1, Argomulyo, dan Anjasmoro adalah di antara varietas unggul kedelai yang telah diproduksi oleh Balitkabi dengan potensi hasil tinggi yaitu secara berturut-turut sebesar 3,09; 3,82; 2,9; 1,5 – 2; dan 2 – 2,25 ton/ha. Varietas Devon 1 dilepas oleh Balitkabi pada tahun 2015, Dega 1 pada tahun 2016, dan Dena 1 pada tahun 2014, sedangkan varietas Argomulyo dan Anjasmoro lebih dahulu dilepas yaitu secara berturut-turut pada tahun 1998 dan 2001 (Balitkabi, 2016).

Varietas Anjasmoro dan Argomulyo sudah dikenal cukup lama oleh petani di NTB. Persentase varietas kedelai Anjasmoro yang ditanam oleh petani pada tahun 2012 yaitu sebesar 39,6%, sedangkan Argomulyo 2,6% (Krisdiana, 2014). Berbeda dengan Anjasmoro dan Argomulyo, varietas Devon 1, Dega 1, dan Dena 1 merupakan varietas unggul baru (VUB) kedelai yang belum banyak dikenal oleh petani di NTB. Sebelum dikembangkan lebih jauh, maka perlu dilakukan uji adaptasi terhadap varietas unggul baru tersebut di sentra pengembangan kedelai di Kabupaten Lombok Tengah, mengingat setiap lokasi memiliki agroekosistem yang berbeda. Oleh karena itu, peneliti bertujuan mendapatkan varietas unggul kedelai yang adaptif dan memiliki potensi hasil tinggi di lahan sawah.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Pengujian dilakukan pada bulan Juli – September 2017, berlokasi di Dusun Mbun Sambang, Desa Sukarara, Kecamatan Jonggat, Kabupaten Lombok Tengah. Lokasi pengujian merupakan lahan sawah irigasi dengan pola tanam padi-padi-kedelai dan merupakan salah satu sentra pengembangan kedelai di NTB. Tanah lokasi pengujian memiliki struktur tanah liat lempung berpasir dengan pH 5,85.

Bahan Tanaman

Benih kedelai yang digunakan diperoleh dari Balitkabi, Balitbangtan, Kementerian Pertanian, terdiri dari lima varietas yaitu Devon 1, Dega 1, Dena 1, Argomulyo, dan Anjasmoro. Berdasarkan deskripsi Balitkabi (2016), varietas Devon 1 memiliki karakter ukuran biji besar dengan bobot 100 biji ± 14,3 g, kandungan isoflavon tinggi 2.219,7 µg/g; Dega 1 memiliki biji ukuran besar dengan bobot 100 biji 22,98 g, dan adaptif lahan sawah; varietas Dena 1 juga memiliki ukuran biji besar dengan bobot 100 biji ± 14,3 g, toleran terhadap naungan hingga 50%. Varietas Argomulyo memiliki bobot 100 biji 16 g, toleran karat daun, dan tahan rebah. Sementara varietas Anjasmoro memiliki bobot 100 biji 14,8-15,3 g, polong tidak mudah pecah, dan tahan rebah.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Pengujian disusun berdasarkan rancangan acak kelompok dengan lima varietas kedelai (varietas Devon1, Dega 1, Dena 1, Argomulyo, dan Anjasmoro) sebagai perlakuan dan diulang empat kali. Petak percobaan berukuran 2 x 7 m.

Tahapan Kegiatan

Penyiapan lahan dilakukan tanpa olah tanah dan dilakukan penyemprotan herbisida sebelum tanam dengan dosis 2 liter/ha. Selain itu, dilakukan pembuatan saluran drainase dengan kedalaman 20 – 30 cm dan lebar 30 cm.

Sebelum ditanam, benih diberi perlakuan fungisida dengan dosis 5 g/kg benih. Proses penanaman dilakukan dengan cara ditugal dengan kedalaman lubang tanam 2-3 cm, jumlah benih yang digunakan 2-3 benih/lubang, serta jarak tanam yang digunakan 40 x 15 cm. Pemupukan menggunakan NPK (16:16:16) dengan dosis 100 kg/ha dan pupuk cair 1 liter/ha. Pupuk NPK diaplikasikan sebelum mulsa jerami dihamparkan, sedangkan pupuk cair diaplikasikan pada umur 20, 30, 45, dan 60 hari setelah tanam (hst).

Pengairan dilakukan pada awal pertumbuhan vegetatif (15-21 hst), saat berbunga (25-35 hst), dan saat pengisian polong (55-70 hst). Sementara penyiangan dilakukan 2-3 kali, bergantung keadaan gulma. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dilakukan berdasarkan pengamatan di lapang. Jika sudah mencapai ambang ekonomi maka dilakukan pengendalian secara kimiawi dengan menggunakan pestisida sesuai dosis anjuran.

Tanaman dipanen pada saat biji mencapai fase masak atau ditandai dengan 95% polong sudah berwarna coklat atau kehitaman dan sebagian besar daun pada tanaman sudah rontok. Panen dilakukan dengan cara memotong pangkal batang dengan menggunakan sabit. Penentuan potensi hasil kedelai dilakukan melalui ubinan yang dibuat dengan ukuran 2 x 5 m. Brangkasan hasil panen dihamparkan di bawah sinar matahari dengan ketebalan 25 cm selama 2-3 hari (tergantung cuaca).

Observasi dan Data Analisis

Pengamatan dilakukan pada tanaman kedelai umur 6 dan 9 minggu setelah tanam (mst) untuk variabel komponen pertumbuhan, dan komponen hasil diamati pada saat panen. Variabel komponen hasil terdiri dari tingggi tanaman, jumlah daun, jumlah cabang produktif, dan jumlah buku, sedangkan komponen hasil meliputi jumlah polong/tanaman, bobot 100 biji dan potensi hasil. Data setiap variabel untuk komponen pertumbuhan diambil dari 10 tanaman kedelai dengan empat kali ulangan, sedangkan komponen hasil dengan tiga kali ulangan.

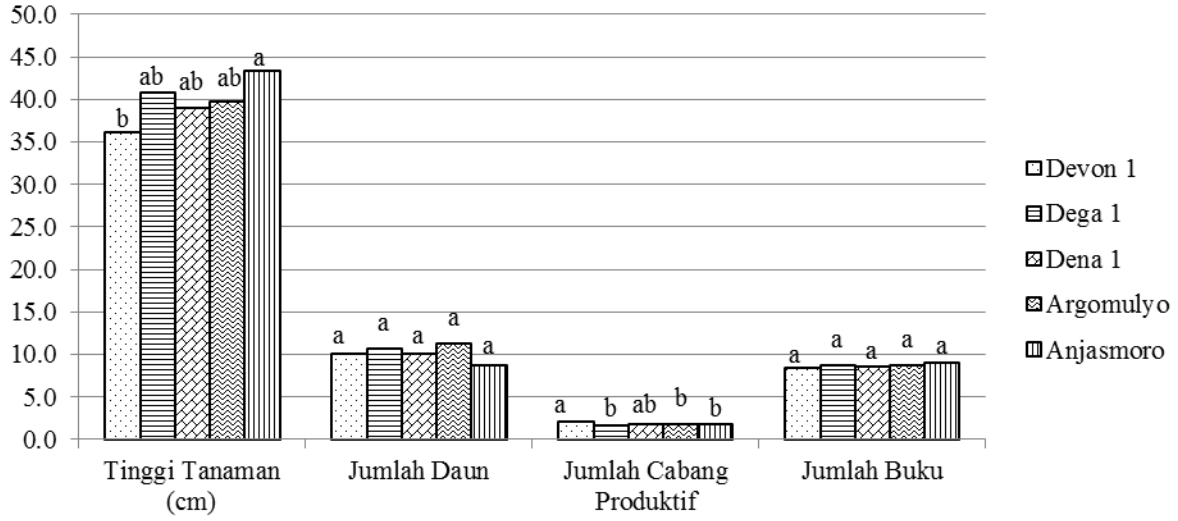
Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam dengan bantuan software SAS versi 9.0. Apabila terdapat perlakuan yang memberi pengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji selang berganda Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komponen Pertumbuhan Tanaman Kedelai

Berdasarkan hasil analisis ragam, varietas kedelai memberi pengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman dan jumlah cabang produktif kedelai umur 6 mst. Sementara itu, pada umur 9 mst, varietas kedelai memberi pengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah buku. Varietas Anjasmoro umur 9 mst menghasilkan nilai rata-rata paling tinggi hampir pada setiap parameter, kecuali jumlah cabang produktif dan jumlah polong/tanaman.

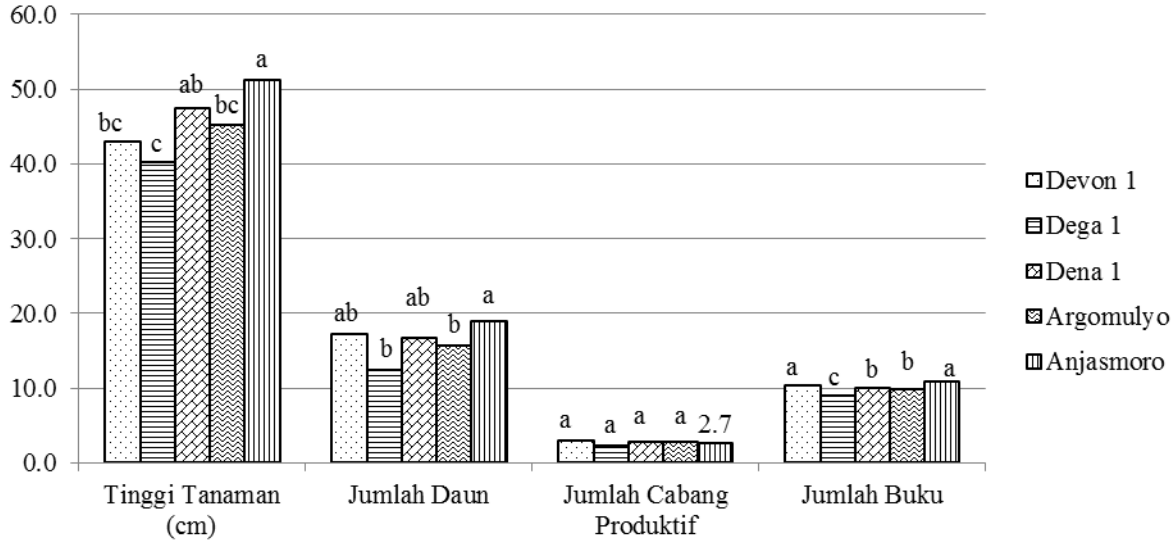
Nilai tinggi tanaman pada 6 mst paling tinggi dihasilkan oleh varietas Anjasmoro (43,4 cm), tetapi hanya berbeda dengan varietas Devon 1 (36,1 cm). Kemudian untuk jumlah daun nilai paling tinggi dimiliki oleh varietas Argomulyo (11,3), tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya. Sementara jumlah cabang produktif paling tinggi dihasilkan varietas Devon 1 (2,2) dan berbeda dengan varietas Dega 1 (1,7), Argomulyo dan Anjasmoro (1,8) (Gambar 1).



Sumber: data primer penelitian diolah (2018)
Keterangan: huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan α=0.05

Gambar 1. Komponen pertumbuhan lima varietas kedelai di lahan sawah pada umur 6 mst

Nilai tinggi tanaman pada umur 9 mst paling tinggi dihasilkan oleh varietas Anjasmoro (51,3 cm), tapi tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1 (47,5 cm). Varietas Anjasmoro juga menghasilkan jumlah daun paling banyak (18,9), tapi tidak berbeda nyata dengan varietas Devon 1 (17,2) dan Dena 1 (16,8). Selain itu, varietas Anjasmoro juga menghasilkan jumlah buku paling banyak (11,0) tapi tidak berbeda nyata dengan varietas Devon 1 (10,4). Selanjutnya jumlah cabang produktif paling banyak dihasilkan oleh varietas Devon 1 (3,9), tapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya (Gambar 2).



Sumber: data primer penelitian diolah (2018)

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan α=0.05

Gambar 2. Komponen pertumbuhan lima varietas kedelai di lahan sawah pada umur 9 mst

Penanaman kedelai setelah tanaman padi, baik di lahan sawah tadah hujan maupun sawah irigasi memiliki arti yang sangat besar dalam efisiensi pemanfaatan sawah, sehingga dapat meningkatkan Indeks Pertanaman (IP) (Winardi, 2014). Menurut Sumarno (2011), rotasi tanam padi-padi-kedelai merupakan pola tanam yang ideal pada lahan sawah jika dilihat dari faktor agronomi, ekologi, ekonomi, konservasi kesuburan tanah, pengendalian hama dan penyakit, dan keberlanjutan sistem produksi.

Pertumbuhan kedelai pada umur 6 mst terlihat dominan pada parameter tinggi tanaman. Hal ini diduga karena tanaman berada pada fase vegetatif, di mana sel-sel masih aktif untuk membelah dan berkembang. Herawati, Ghulamahdi, Sulistyono, & Aisah (2018) menyatakan bahwa umur 30 – 45 hari setelah tanam (4 – 6 mst) merupakan fase pertumbuhan vegetatif bagi tanaman kedelai, sehingga bagian-bagian tanaman terus tumbuh dan berkembang.

Tanaman kedelai pada umur 9 mst menunjukkan adanya peningkatan pada setiap parameter, dengan presentase tertinggi terjadi pada jumlah daun yaitu sebesar 15 – 117%. Varietas Anjasmoro mengalami penambahan jumlah daun sebanyak dua kali lipat pada umur 9 mst. Selain jumlah daun, parameter jumlah cabang produktif juga mengalami peningkatan dengan presentase 36 – 55%. Berbeda dengan jumlah daun dan cabang produktif, parameter tinggi tanaman menghasilkan penambahan nilai dengan presentase tertinggi sebesar 21,8%.

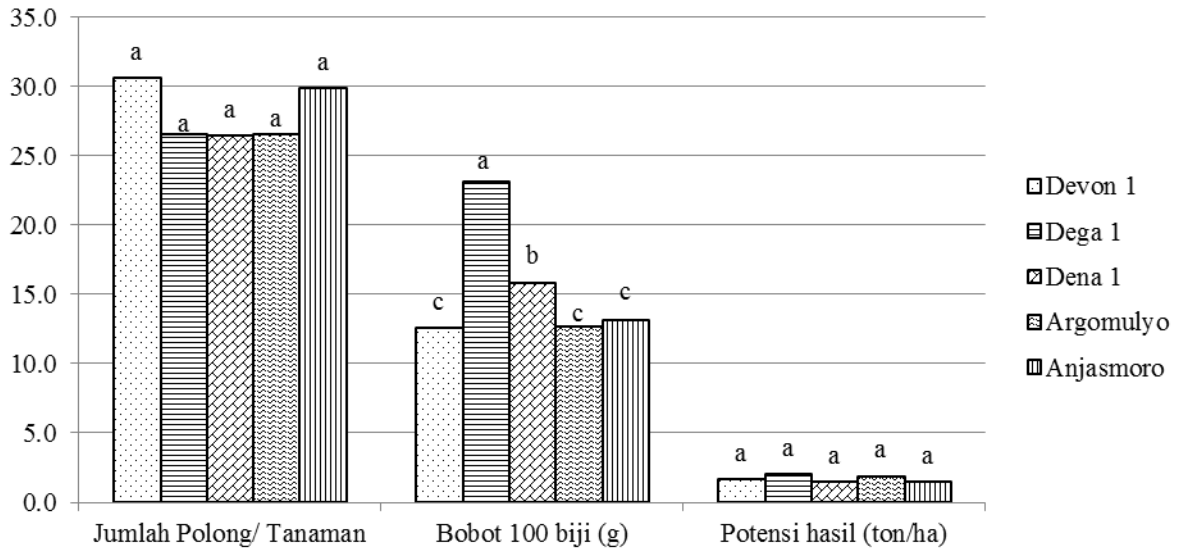
Lestari, Kasim, & Kadir (2015) menyatakan bahwa tinggi tanaman kedelai dan jumlah cabang berkorelasi positif dengan hasil kedelai. Penelitian Pakpahan (2009) menunjukkan bahwa tinggi tanaman kedelai pada beberapa varietas memberi pengaruh terhadap jumlah buku per tanaman, dan jumlah cabang pada batang utama berkorelasi positif dan nyata terhadap jumlah polong.

Keragaan agronomis antar varietas kedelai cukup bervariasi dan secara umum memiliki nilai lebih rendah jika dibandingkan dengan deskripsi Balitkabi (2016). Keragaan agronomis tanaman merupakan bentuk interaksi antara genetik tanaman dengan lingkungan, seperti sifat fisik dan kimia tanah serta aplikasi pemupukan. Respon genotipe terhadap faktor lingkungan

umumnya dapat dilihat dari penampilan fenotipik tanaman yang bersangkutan (Darliah et al., 2001). Kuswantoro, Sutrisno, & Supeno (2017) menyatakan bahwa perbedaan keragaan setiap genotipe tanaman disebabkan oleh kemampuan adaptasi yang berbeda meskipun tumbuh di daerah yang sama. Penelitian Juradi et al. (2015) menunjukkan bahwa varietas unggul kedelai yang ditanam di Parigi Motoung, Sulawesi Tengah memperlihatkan hasil yang berbeda dengan deskripsi Balitkabi dalam hal umur berbunga dan produksi kedelai.

Komponen Hasil Kedelai

Selanjutnya untuk komponen hasil, perlakuan varietas hanya memberi pengaruh nyata terhadap parameter bobot 100 biji. Devon 1 menghasilkan jumlah polong paling banyak, tetapi tidak berbeda nyata dengan varietas lainnya. Varietas Dega 1 memiliki bobot 100 biji paling tinggi (23,1 g) dan berbeda nyata dengan varietas lainnya. Selain bobot 100 biji, varietas Dega 1 juga memiliki potensi hasil paling tinggi (2 ton/ha), kemudian disusul varietas Argomulyo (1,9 ton/ha), Devon 1 (1,7 ton/ha), dan varietas Dena 1 dan Anjasmoro (1,5 ton/ha) (Gambar 3). Oleh karena itu, meskipun varietas Dega 1 memiliki jumlah polong lebih rendah dari varietas Devon 1, tetapi memiliki bobot 100 biji lebih besar dari varietas lainnya sehingga menghasilkan potensi hasil paling tinggi.



Sumber: data primer penelitian diolah (2018)

Keterangan: huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji selang berganda Duncan α=0.05

Gambar 3. Komponen hasil lima varietas kedelai di lahan sawah

Hasil penelitian berbeda dengan Pieter and Mejaya (2018) yang menunjukkan bahwa varietas kedelai memberi pengaruh nyata terhadap komponen hasil tanaman kedelai yang ditanam di lahan sawah dengan perlakuan pemupukan dan varietas. Hasil yang berbeda disebabkan oleh faktor genetik tanaman dan kondisi lingkungan. Kuswantoro dkk (2017) mengemukakan bahwa hasil tanaman pada parameter jumlah polong dan hasil biji per tanaman dipengaruhi oleh interaksi yang terjadi antara genotipe tanaman dengan lingkungan. Tanaman yang dapat memberikan hasil yang stabil pada lokasi berbeda menunjukkan bahwa genotipe tanaman tersebut mampu beradaptasi pada daerah dengan kondisi kesuburan ataupun iklim yang berbeda. Sementara itu, genotipe yang mampu memberikan hasil tinggi

pada daerah tertentu saja merupakan genotipe yang hanya cocok pada daerah yang memiliki kondisi iklim atau kesuburan khusus.

Berdasarkan deskripsi Balitkabi (2016), lima varietas kedelai yang diuji tergolong kedelai berbiji besar. Susanto dan Nugrahaeni (2017) menyatakan bahwa kedelai yang tergolong berbiji besar memiliki bobot 100 biji > 14 g dan kedelai golongan ini memiliki prospek untuk dijadikan bahan baku industri. Selanjutnya Krisdiana (2014) mengemukakan bahwa kedelai yang memiliki biji besar dan umur pendek dapat diterima oleh petani di NTB. Meskipun tergolong kedelai berbiji besar, tidak semua kedelai dari lima varietas tersebut memiliki bobot 100 biji > 14 g. Varietas kedelai dengan bobot 100 biji > 14 g hanya dihasilkan oleh varietas Dega 1 dan Dena 1 dengan nilai rata-rata sedikit lebih tinggi dari deskripsi Balitkabi (2016) (0.5 dan 11.2 %).

Secara umum, semua varietas kedelai yang diuji dapat beradaptasi di lahan sawah karena mampu menghasilkan biji kedelai. Hakim (2017) menunjukkan bahwa kedelai dengan hasil biji tinggi memiliki karakter morfologi polong banyak, ukuran biji besar, buku subur banyak dan indeks panen tinggi. Berdasarkan nilai bobot 100 biji dan hasil ubinan, varietas Dega 1 terlihat lebih unggul dari varietas lainnya karena memiliki nilai paling tinggi dari varietas lainnya. Meskipun demikian, varietas yang cenderung menghasilkan nilai parameter keragaan agronomi paling tinggi dengan hasil biji tidak berbeda dengan varietas lainnya adalah Anjasmoro. Hal ini diduga disebabkan varietas Anjasmoro sudah cukup lama dibudidayakan oleh petani di NTB, sehingga cenderung lebih adaptif jika dibandingkan dengan varietas unggul baru.

Jika dibandingkan dengan potensi hasil pada deskripsi Balitkabi (2016) maka kedelai yang diuji memberikan hasil biji lebih rendah, tetapi produktivitas varietas Dega 1 dan Argomulyo mendekati nilai rata-rata hasil. Produktivitas juga lebih rendah dari penelitian sebelumnya di lahan kering (Hipi dkk, 2015) untuk varietas Anjasmoro.

Potensi hasil yang rendah dalam pengujian ini diduga disebabkan oleh faktor lingkungan, di antaranya adalah cuaca di mana pada saat menjelang panen kedelai terjadi hujan. Hal ini menyebabkan biji kedelai rusak atau mengalami pembusukkan. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (2018), hari hujan pada bulan September terjadi pada tanggal 25 dan 26 September 2017 dengan curah hujan secara berturut-turut sebesar 26 dan 4 mm. Meskipun demikian, kedelai di lokasi pengujian mengalami perbaikan produksi karena hasil yang diperoleh cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan cara bertani yang biasa dilakukan oleh petani setempat (0,4-0,7 ton/ha).

KESIMPULAN

Kelima varietas kedelai mampu beradaptasi pada lahan sawah di Kabupaten Lombok Tengah, NTB dengan potensi hasil paling tinggi dihasilkan oleh vareitas Dega 1 yang memiliki nilai mendekati rata-rata hasil deskripsi Balitkabi.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Pengakjian Teknologi Pertanian NTB atas arahan dan bimbingan selama pelaksanaan kegiatan, kepada Badan

Litbang Pertanian atas pendanaan kegiatan, serta kepada seluruh tim atas bantuan dan masukan yang diberikan sehingga kegiatan pengujian dapat diselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika [BMKG]. 2018. "Data curah hujan harian (mili meter) Kabupaten Lombok Tengah, Stasiun Puyung/Jonggat." Badan Meteorologi dan Geofisika. Tidak diterbitkan.

Badan Pusat Statistik [BPS]. 2016a. "Luas panen kedelai menurut provinsi 1993-2015." 2016. htpps://bps.go.id. [Juli 2018].

———. 2016b. "Produksi kedelai menurut provinsi 1993-2015." 2016. http://bps.go.id. [Juli 2018].

———. 2016c. "Produktivitas kedelai menurut provinsi 1993-2015." 2016. http://bps.go.id. [Juli 2018].

Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi [Balitkabi]. 2016. Deskripsi varietas unggul aneka kacang dan umbi. 8thed. Malang: Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi.

Balai Pengawas dan Sertifikasi Benih [BPSB]. 2018. Rekap monitoring penyaluran benih tahun 2018. Tidak diterbitkan.

Darliah, I.S., D.P de Vries, Handayati, W., Herawati, T., dan Sutater, T. 2001. Variabilitas genetik, heritabilitas, dan penampilan fenotipik 18 klon mawar di Cipanas. J. Hortikultura. 11(3):148–54.

Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi NTB. 2018. Perkembangan produksi kedelai. tidak diterbitkan.

Hakim, L. 2017. Komponen hasil dan karakter morfologi penentu hasil kedelai pada lahan sawah tadah hujan. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 1(1): 65-72.

Herawati, N., Ghulamahdi, M., Sulistyono, E., dan Aisah, A.R. 2018. "Pengaruh interval pemberian air terhadap distribusi fotosintat beberapa varietas kedelai di lahan sawah beriklim kering." dalam *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Agronomi Indonesia*, 239–44. Bogor: IPB Press.

Hipi, A., Herawati, N., Sulistyawati, Y., dan Sudarto. 2015. "Karakter agronomis dan produktivitas tujuh varietas unggul kedelai di lahan kering beriklim kering." dalam *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi Tahun 2014*, 149–55. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Juradi, M. A., Tumanan, Y.B., Negara, A., dan Soeharsono. 2015. "Keragaan varietas unggul baru kedelai pada pendampingan demfarm di Kabupaten Parigi Moutong." dalam *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi Tahun 2014*, 557–61. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Krisdiana, R. 2014. Dinamika preferensi petani dan penyebaran varietas unggul kedelai di

Provinsi Nusa Tenggara Barat. Buletin Palawija. 28: 93–101.

Kuswantoro, H., Sutrisno, and Supeno, A. 2017. Keragaan agronomi galur-galur kedelai potensial pada dua agroekologi lahan kering masam. Jurnal. Agronomi Indonesia. 45 (1): 23–29. https://doi.org/10.24831/jai.v45i1.13685.

Lestari, R.H.S, Kasim, A., dan Kadir, S. 2015. Keragaan varietas unggul baru kedelai di Papua. dalam *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi Tahun 2014*, 156–60. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Pakpahan, G.T. 2009. Evaluasi karakter agronomi beberapa varietas kedelai (*Glycine max* (L.). Skripsi Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan. http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/7688/09E00956 .pdf;sequen ce=1. [Juni 2018].

Pieter, Y., dan Mejaya, J.M. 2018. Pengaruh pemupukan hayati terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai di lahan sawah. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan. 2(1): 51–57. https://doi.org/http//dx.doi.org/10.21082/jpptp.v2n1.2018.p51-57.

Sumarno. 2011. Perkembangan teknologi budi daya kedelai di lahan sawah. Iptek Tanaman Pangan. 6(2): 139–51.

Susanto, G.W.A., dan Nugrahaeni, N. 2017. Pengenalan dan karakteristik varietas unggul kedelai. dalam *Bunga Rampai Teknik Produksi Benih Kedelai*, edited by Novita Nugrahaeni, Abdullah Taufiq, and Joko Susilo Utomo, 17–28. Jakarta: IAARD Press.

Wahyuningsih, S. 2016. Konsumsi dan neraca penyediaan - penggunaan kedelai. Buletin Konsumsi Pangan. p:31–41.

Winardi. 2014. Prospek budidaya kedelai pada lahan sawah tadah hujan dan sawah irigasi sederhana untuk peningkatan produksi kedelai di Indonesia. Agritech. 16(2): 89–97.

APLIKASI PUPUK HAYATI-FOSFAT UNTUK SUBSTITUSI PUPUK ANORGANIK-P DALAM MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN AKAR DAN TAJUK TANAMAN KEDELAI

Bio-Phosphate Fertilizer Application to Substitute Inorganic Fertilizer in Affecting Growth of Roots and Shoots of Soybean

Lolita Endang Susilowati*, Zaenal Arifin

Program Studi Ilmu Tanah, Jurusan Ilmu Tanah, Fakutas Pertanian,
Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62, Mataram, NTB
**email: lolitaabas37@unram.ac.id*

ABSTRAK

Penggunaan pupuk hayati-fosfat merupakan tindakan alternaf pengelolaan hara yang ramah lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mengkaji potensi pupuk hayati-fosfat untuk substitusi pupuk anorganik P dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan akar dan tajuk tanaman kedelai. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Fakutas Pertanian, Universitas Mataram. Perlakuan percobaan disusun atas kombinasi 3 level takaran pupuk hayati (0, 5 dan 10 g/tan) dan 3 level takaran rekomendasi pupuk anorganik (½, ¾ dan 1 bagian takaran pupuk rekomendasi). Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan masing-masing perlakuan percobaan diulang 3 kali. Hasil penelitian menunjukan bahwa aplikasi 10 g pupuk hayati yang dikombinasi dengan ¾ takaran pupuk rekomendasi menghasilkan 17,6 % dan 53,8 % lebih baik dari pertumbuhan akar (BKA) dan tajuk (BKT) pada pemupukan 1 bagian takaran pupuk rekomendasi. Pada kombinasi 10 g pupuk hayati dengan ½ bagian pupuk reko-mendasi, tingkat pertumbuhan tajuk masih juga lebih 29,6 % dari pertumbuhan dengan pemupukan 1 bagian takaran pupuk rekomendasi. Terdapat korelasi positif antara pertumbukan akar dan jumlah bintil akar efektif, demikian halnya dengan jumlah bintil akar efektif dan pertumbuhan tajuk dengan koefisien determinasi 88%. Kesimpulan dari kajian ini adalah pemberian pupuk hayati (10 g/tan) bermanfaat untuk substitusi pupuk anorganik P yangmana dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik-P antara 25% sampai dengan 50 %. Efektivitas yang nisbi tinggi dari penggunaan pupuk hayati P terhadap pertumuhan akar dan tajuk tanaman diperoleh pada kombinasi 10 g pupuk hayati /tanaman dan ¾ bagian dari takaran pupuk rekomendasi.

Kata kunci: bintil akar, pertumbuhan akar, pertumbuhan tajuk, Pupuk Hayati-Fosfat

ABSTRACT

The use of bio-phosphate fertilizers is a nutrient management for environmentally friendly nutrient management. The research aims to examine the potential of bio-phosphate fertilizers for the substitution of inorganic-P fertilizers and their effects on the plant growth which is indicated by root weight and plant weight the above-ground part (shoots). The study was conducted in the greenhouse of the Faculty of Agriculture, University of Mataram. The experimental treatment was arranged on a treatment combination consisting of 3 levels of biological fertilizer (0, 5 and 10 g/tan) and 3 levels of inorganic fertilizer dose (½, ¾ and 1 part of recommended fertilizer dose). The experimental design used a completely randomized design (CRD) and each experimental treatment was repeated 3 times. The results showed that the application of 10 g of the biofertilizers combined with 3/4 parts of the recommended fertilizer dose resulted in the root growth (root dry weight, RDW) and the plant growth above ground (shoot dry weight, SDW) increasing by 17.6% and 53.8% respectively compared to that occurs in 1 part of recommended fertilizer dose. A combination of 10 g biofertilizers and ½ parts of the recommended fertilizer dose, there was PDW increased by 29.6%. The conclusion of this study is the application of biological fertilizer (10 g/tan) is useful for the substitution of inorganic P fertilizer and can reduce the use of P inorganic fertilizer by 25% to 50%. A combination of 10 g of the biofertilizer/plant and ¾ the recommended fertilzer dose is the most effective fertilizing pattern for soybean plant growth.

Keywords: effective root nodules, roots growth, shoots growth, Bio-P fertilizer

PENDAHULUAN

Saat ini, petani harus mengurangi penggunaan pupuk anorganik untuk memacu pertumbuhan dan hasil tanaman yang diusahakannya. Dampak dari penggunaan pupuk anorganik bertakaran tinggi yang berlangsung puluhan tahun telah mengakibatkan degradasi kesuburan tanah. Arsyad (2010) menjelaskan tentang degradasi tanah adalah menurunnya fungsi tanah, sebagai sumber air dan hara bagi tanaman, sebagai tempat air dan unsur hara ditambahkan serta sebagai matriks akar tanaman berjangkar. Terjadinya degradasi kesuburan dari sifat kimia tanah ditunjukan dengan status kandungan bahan organik tanah yang rata-rata berada pada kisaran sangat rendah sampai rendah, demikian juga dengan tingkat ketersediaan hara (Berner, 2013). Dari sifat biologi tanah ditunjukkan dengan rendahnya populasi, keragaman dan aktivitas rhozobakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Dari sifat fisik tanah ditunjukkan dengan memburuknya struktur tanah yang menyebabkan meningkatnya pencucian hara dan pemadatan tanah.

Laju degradasi kesuburan tanah dapat dikendalikan dengan merehabilitasi sifat tanah yang mengendali proses ketersediaan hara dalam tanah, sehingga penggunaan pupuk anorganik dapat direduksi. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan bahan pupuk dengan kandungan mikrobia spesifik atau kelompok yang bermanfaat untuk meningkatkan produktivitas tanah melalui perbaikan proses penyediaan hara dalam tanah dan pemantapan agregat tanah (Salihu, 2018; Bronick and Lal 2005). Diantara mikrobia tersebut adalah mikrobia pentranformasi hara P, penghasil material organik baru, pendekomposisi bahan organik, dan boleh jadi sekaligus sebagai penghasilkan hormone pertumbuhan tanaman (Salihu, 2018). Material organik baru yang dihasilkan oleh mikrobia tanah, seperti eksopolisakarida, mempunyai peran dalam pemantapan agregat tanah (Bronick and Lal, 2005; Hafif, dkk., 2011). Agregat tanah yang mantap diperlukan untuk mengendalikan pencucian hara, sehingga ketersediaan hara dalam tanah meningkat. Karena itu penggunaan pupuk hayati tidak saja memacu tanaman untuk tumbuh sehat tetapi juga meningkatkan keberlanjutan kesuburan tanah.

Penggunaan pupuk hayati P dengan agensia mikroba nonsimbiotik penyedia hara P asal tanah masam terbukti mampu meningkatkan ketersediaan hara P untuk tanaman yang dibudidayakan di tanah masam (Suriadikarta dan Simanungkalit, 2006). Tingkat ketersediaan P

dalam tanah seringkali menjadi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Ketersediaan P yang rendah mengakibatkan kebutuhan tanaman akan unsur P tidak terpenuhi, sehingga metabolisme tanaman menjadi terhambat. Unsur P merupakan unsur makro esensial yang mempunyai peran penting dalam reaksi biokimia tanaman, seperti respirasi, fotosintesis, pembelahan sel dan proses kimia lainnya (Marschner, 1995). Unsur ini juga merupakan komponen penting penyusun senyawa untuk transfer energi, nucleoprotein, membran sel (fosfolipid), dan fosfoprotein (Marschner, 1995). Untuk itu, kecukupan fosfor dalam jaringan tanaman sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman termasuk pertumbuhan akar tanaman muda. Fosfor dibutuhkan tanaman untuk pembentukan sel dalam jaringan akar, terutama untuk membangun akar lateral dan akar rambut pada tanaman muda atau tanaman yang tumbuh dari biji (Abdulrachman, dkk., 2008). Mengetahui pertumbuhan akar penting karena ada korelasi positif antara pertumbuhan akar dengan bagian atas tanaman.

Peranan pupuk hayati P sebagai substitusi pupuk anorganik P dikaitkan dengan kemampuan pupuk hayati dalam meningkatkan ketersediaan hara P baik melalui proses pelarutan mineral-P dan mineralisasi senyawa P-organik. Pupuk hayati BioPadjar (UNPAD) dapat mengurangi pemakaian pupuk urea dan SP-36 hingga 25% pada budidaya tanaman jagung (Akil dkk, 2015). Sementara pupuk hayati Beyonic (LIPI) dapat mengurangi pemakaian pupuk anorganik hingga 50% dan memberikan hasil lebih tinggi dari pupuk rekomendasi pada budidaya tanaman jagung. Penggunaan pupuk hayati disertai dengan pemberian kompos 2,5 t/ha dan pupuk ½ (NPK)-rekomendasi pada sistem KP lebih baik pengaruhnya terhadap sifat biologis tanah dibanding dengan penggunaan kompos 5 t/ha atau pupuk NPK rekomendasi (Surono, dkk., 2012).

Pada kajian ini dilakukan pengujian kemampuan pupuk hayati P (UNRAM) sebagai substitusi pupuk P-anorganik pada tanaman kedelai. Pupuk hayati P yang diintroduksi ber agensia konsorsium bakteri pelarut fosfat toleran kekeringan dengan tripel fungsional, sebagai pelarut fosfat, sebagai pengurai bahan organik, sebagai pengendali penyakit tanaman yang disebabkan oleh *Schlerotium rolfsii*, (Arifin dan Susilowati, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi pupuk hayati tersebut untuk substitusi pupuk anorganik dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan akar dan tajuk tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca Fakutas Pertanian, Universitas Mataram. Bahan yang digunakan meliputi: a) benih kedelai var.anjasmoro; b) Pupuk Urea, SP-36 dan KCl; c) tanah Inceptisol; d) pupuk hayati-fosfat dengan densitas 10^7per g^{-1}. Takaran rekomendasi pupuk anorganik untuk tanaman kedelai setara dengan 30 kg urea per ha^{-1} (diberikan dua kali pada saat tanam dan saat umur tanaman mencapai vegetative maksimum), 100 kg SP-36 per ha^{-1} dan 75 kg KCl per ha^{-1} (diberikan sebagai pupuk dasar).

Tanah Inceptisol yang digunakan memilki karakteristik sebagai berikut: bertekstur lempung berpasir; pH 6,5; kandungan N-total 0,09%; K_{dd} 0,33 cmol/Kg; P-tersedia 12,39 ppm; C-organik 1,79%. Pupuk hayati- fosfat merupakan konsorsium bakteri pelarut fosfat (BPF) dengan karakteristik sebagai pendekomposisi bahan organik, pelarut fosfat dan pengendali penyakit yang disebabkan oleh *schlerotium rolfsii*. Sebagai bahan pembawa pupuk hayati konsorsium BPF adalah campuran dedak dan pupuk kandang dengan densitas 10^7 cfu/gr bahan pembawa.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan sembilan perlakuan percobaan dan masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Dengan demikian ada 27 pot percobaan. Berikut adalah 9 perlakuan percobaan yang terdiri atas:

P1= ½ pemupukan rekomendasi anorganik,

P2= kombinasi pupuk hayati-fosfat (5 g/tan) dengan ½ pemupukan rekomendasi anorganik P.
P3= kombinasi pupuk hayati -fosfat (10 g/tan) dengan ½ pemupukan rekomendasi anorganik P
P4= ¾ pemupukan rekomendasi anorganik P
P5= kombinasi pupuk hayati -fosfat (5 g/tan) dengan ¾ pemupukan rekomendasi anorganik P
P6= kombinasi pupuk hayati -fosfat (10 g/tan) dengan ¾ pemupukan rekomendasi anorganik P
P7= 1 pemupukan rekomendasi anorganik P
P8= kombinasi pupuk hayati -fosfat (5 g/tan) dengan 1 pemupukan rekomendasi anorganik P
P9= kombinasi pupuk hayati -fosfat (10 g/tan) dengan 1 pemupukan rekomendasi anorganik P

Pelaksanaan percobaan dimulai dari persiapan sampel tanah lolos ayakan 2 mm. Sebayak 8 kg sampel tanah dimasukan dalam polybag. Sebelum benih ditanam, benih dikecambahkan terlebih dulu pada media kecambah kapas basah. Benih dengan ukuran perkecambahan yang sama ditanam pada pot percobaan (satu benih/pot). Pupuk hayati sesuai dengan perlakuan dimasukan ke dalam tanah di sekitar lubang tanam bersamaan dengan waktu tanam. Tanaman umur 7 hari setelah tanam (HST) diberikan pupuk anorganik sesuai perlakuan dengan cara dibenamkan di dalam tanah sekitar 5-7 cm dari lubang tanam. Penyiraman dilakukan setiap pagi untuk mempertahankan kelengasan tanah dalam kondisi kapasitas lapang. Tanaman dipanen pada saat umur tanaman mencapai fase pertumbuhan vegetatif maksimum.

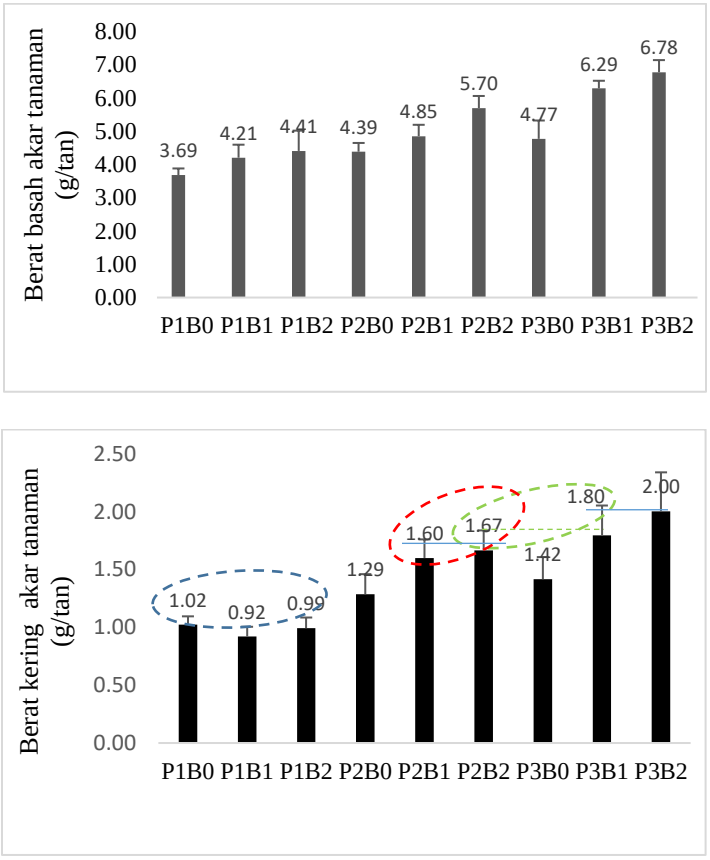
Parameter yang diamati meliputi: a) berat akar basah dan kering, b) jumlah bintil efektif, c) berat kering tajuk. Berat kering akar ataupun tajuk ditentukan dengan mengoven akar atau tajuk pada suhu 60°C sampai beratnya stabil Analisis data disajikan dalam grafik angka rerata dari 3 ulangan ± *standard error* (SE) pada selang kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat Basah dan Berat Kering Akar (g/tan)

Berdasarkan analisis statistik deskriptif dengan *standard error*, diperoleh gambaran bahwa masukan pupuk hayati-fosfat pada setiap level takaran pemberian pupuk anorganik mengakibatkan peningkatan berat basah dan berat kering akar secara nyata (Gambar 1). Pada level takaran pemberian pupuk anorganik P1 (1/2 bagian takaran rekomendasi) menunjukan bahwa berat basah akar berbeda secara nyata antara perlakuan yang tanpa dan yang dengan pemberian pupuk hayati-fosfat. Akan tetapi penambahan takaran pupuk hanyati dari B1 (5 g/tan) menjadi B2 (10 gr/tan) pada P1 tidak menunjukkan perbedaan berat basah akar secara nyata. Sementara berat kering akar pada perlakuan tanpa dan dengan diberi pupuk hayati-fosfat cenderung tidak berbeda secara nyata

Pola respon perkembangan akar pada level pemberian pupuk anorganik P2 (P2= ¾ bagian pemupukan rekomendasi) dan P3 (P3= 1 bagian pemupukan rekomendasi) berbeda dengan yang terjadi pada level P1. Pada level P2 dan P3 menunjukan bahwa meningkatnya takaran pemberian pupuk hayati-fosfat menyebabkan berat basah akar meningkat secara nyata. Hasil pengukuran yang tersaji dalam Gambar 1 menunjukan bahwa berat basah akar pada P2B0 berbeda secara nyata dengan P2B1 dan P2B2, demikian halnya yang terjadi pada level pemberian P3. Berat kering akar berbeda secara nyata antara yang diberi dan yang tidak diberi pupuk hayati-fosfat, akan tetapi berat kering akar tidak berbeda secara nyata antara yang diberi pupuk hayati-fosfat 5 g/tan dan 10 g/tan.



Gambar 1. Berat basah (atas) dan kering akar (bawah) pada perlakuan percobaan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk hayati-fosfat

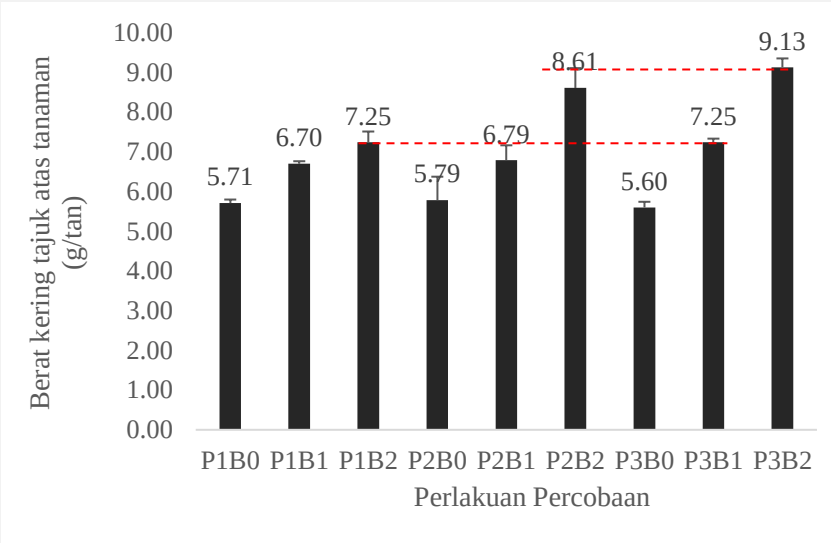
Dari data yang tersaji dalam Gambar 1 terlihat bahwa masukan pupuk hayati-fosfat memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan akar tanaman kedelai ketika dikombinasikan dengan pupuk anorganik P bertakaran ¾ sampai dengan 1 bagian takaran rekomendasi. Data menunjukan bahwa berat kering akar tidak berbeda nyata antara pada perlakuan P2B2 dan P3B1, demikian halnya antara P3B1 dan P3B2. Hasil ini menyiratkan bahwa pola pemupukan yang efisien untuk memacu pertumbuhan akar berada pada komposisi ¾ bagian takaran rekomendasi plus pupuk hayati-fosfat 10g/tan, dan bahkan tingkat pertumbuhan akar pada kombinasi pemupukan tersebut secara nyata lebih tinggi dibanding dengan pola pemupukan 1 bagian takaran rekomendasi. Hasil ini mengungkapkan bahwa potensi pupuk hayati-fosfat untuk subsitusi pupuk anorganik mencapai 25% dari takaran rekomdasi pupuk anorganik P dengan berat brangkasan kering akar 17,6% lebih tinggi daripada berat brangkasan pada 1 bagian takaran rekomendasi

Beberapa faktor terjadinya pertumbuhan akar tanaman boleh jadi disebabkan oleh (1) kecukupan hara P yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga proses metabolisme tanaman berlangsung secara optimal (Herman dan Pranowo, 2013); (2) boleh jadi pupuk hayati BPF yang diaplikasikan menghasilkan fitohormon seperti Indole Acetic Acid (IAA) dan Gibberellic Acid (GA3) (Nenwani, *et al.*, 2010).

Pertumbuhan tajuk tanaman (bagian atas tanaman)

Hasil analisis statistik dengan menggunakan *standard error* menunjukan bahwa penggunaan pupuk hayati-fosfat pada semua level pemberian pupuk anorganik (P1, P2 dan P3)

berpengaruh secara nyata terhadap pertumbuhan tajuk tanaman (bagian atas tanaman). Selanjutnya, dari data dalam Gambar 2 dapat ditunjukkan bahwa pertumbuhan tajuk yang nisbi tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lain diperoleh pada perlakuan P2B2 dan P3B2, yangmana pertumbuhan tajuk pada kedua perlakuan tersebut berbeda secara tidak nyata.

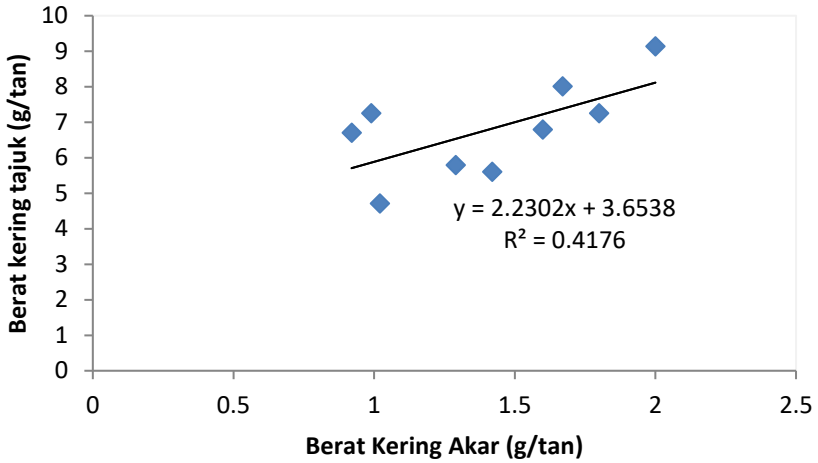


Gambar 2. Berat kering tajuk pada perlakuan percobaan kombinasi pupuk anorganik dan pupuk hayati BPF.

Hasil di atas menyiratkan bahwa penggunaan pupuk hayati-fosfat mempunyai peran positif dalam memperbaiki pertumbuhan tanaman. Pola pemupukan P1B2 menghasilkan pertumbuhan tajuk 29,5 % lebih tinggi daripada pada pemupukan 1 bagian pupuk rekomendasi (P3B0). Tingkat partumbuhan yang lebih baik terjadi pada perlakuan P2B2 (¾ bagian takaran rekomendasi plus 10g pupuk hayati-fosfat/tan) dengan tingkat pertumbuhan tajuk 53,8 % lebih tinggi dari pertumbuhan pada pemupukan 1 bagian pupuk rekomendasi (P3B0).

Hasil ini memberikan gambaran bahwa pemberian pupuk hayati-fosfat sebanyak 10 g/tanaman dapat mensubsitusi penggunaan pupuk anorganik hingga 50% dari takaran rekomendasi dengan tingkat pertumbuhan tajuk yang lebih baik dari 1 bagian pupuk rekomendasi. Akan tetapi, mengacu pada data perbedaan tingkat pertumbuhan tajuk, maka dapat ditunjukkan bahwa efektivitas peran pupuk hayati yang nisbi tinggi terjadi perlakuan P2B2. Hasil ini senada dengan hasil peningkatan BKA (berat kering akar) tanaman yang juga terjadi pada P2B2 (Gambar 1 bagian bawah).

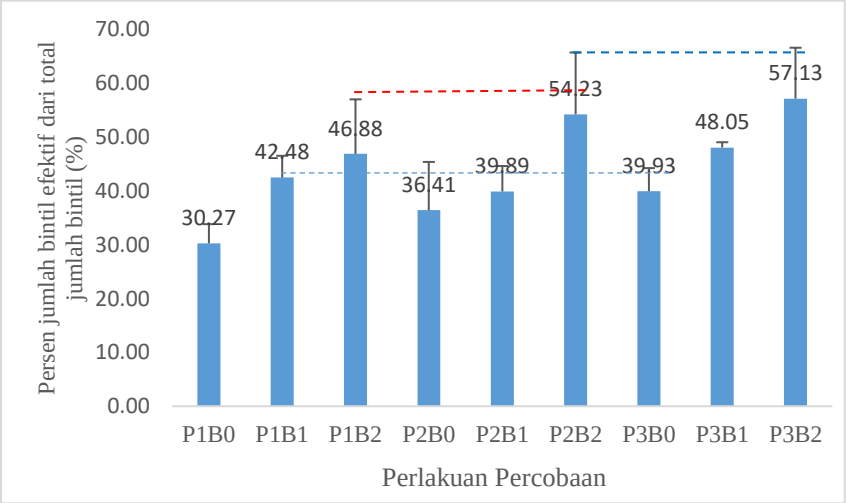
Peran penting dari pupuk hayati-fosfat dalam memperbaiki pertumbuhan tajuk tidak terlepas dari peran pupuk hayati dalam meningkatkan pertumbuhan akar tanaman. Koefisien korelasi antar dua variabel tersebut sebesar 0,647 dan koefisien diterminasi (R^2) sebesar 0,417 (Gambar 3). Angka determinasi tersebut memberikan makna bahwa pertumbuhan akar (ditunjukkan dengan BKA (g/tan)) berpengaruh terhadap pertumbuhan tajuk sebesar 41,7%. Hasil ini menggambarkan bahwa pertumbuhan tajuk tidak hanya ditentukan oleh komponen pertumbuhan akar tanaman, sebagai organ penyerap hara, tetapi beberapa komponen lain seperti diameter batang, jumlah cabang, jumlah daun dan luas daun (Herman dan Pranowo, 2013).



Gambar 3. Hubungan antara berat kering akar dan tajuk tanaman kedelai

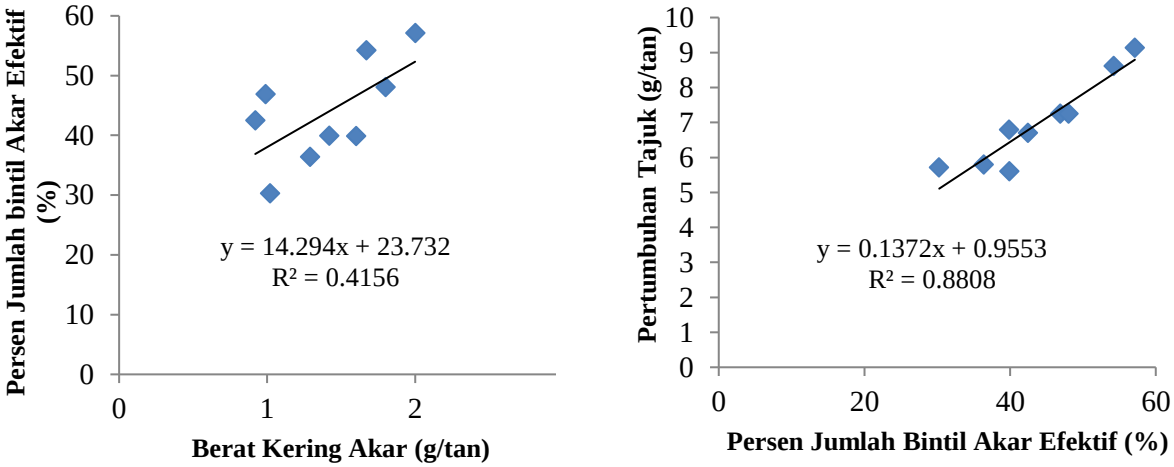
Persentase Jumlah Bintil Efektif (%)

Kombinasi pemupukan anorganik dan pupuk hayati BPF berpengaruh secara nyata terhadap persentase jumlah bintil efektif (Gambar 4). Hasilnya menunjukan peningkatan masukan pupuk anorganik dari ½ bagian pupuk rekomendasi menjadi ¾ bagian pupuk rekomendasi meningkatkan persentase jumlah bintil efektif. Sementara peningkatan dari 3/4 bagian pupuk rekomendasi menjadi 1 bagian pupuk rekomendasi anorganik, jumlah bintil aktif (%) berbeda secara tidak nyata. Data dalam Gambar 4 menunjukkan bahwa untuk membangun jumlah bintil efektif pada tanaman kedelai dibutuhkan masukan pupuk hayati sebanyak 10 g/tan untuk setiap level pemberian pupuk anorganik, baik untuk level ½ bagian, ¾ bagian dan 1 bagian takaran pupuk rekomendasi. Persen jumlah bintil efektif pada perlakuan P1B2 berbeda secara tidak nyata dengan pada perlakuan P2B2, akan tetapi berbeda secara nyata dengan perlakuan P3B2. Sementara persen jumlah bintil akar efektif pada perlakuan P2B2 berbeda secara tidak nyata dengan pada perlakuan P3B2.



Gambar 4. Persen bintil akar efektif pada kombinasi perlakuan percobaan pupuk anorganik dan pupuk hayati BPF

Selanjutnya dapat ditunjukkan hubungan antara tingkat pertumbuhan akar dan jumlah bintil efektif (Gambar 5a) serta jumlah bintil efektif terhadap pertumbuhan tajuk (Gambar 5b). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa ada korelasi positif antara pertumbuhan akar dengan jumlah bintil akar efektif, dengan tingkat pengaruh sebesar 41,56%. Besar pengaruh pertumbuhan akar terhadap jumlah bintil akar efektif sebanding dengan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tajuk ($R^{2\ =}$ 41,7%). Boleh jadi pengaruh pertumbuhan akar terhadap jumlah bintil akar berlangsung secara tidak langsung. Akar sebagai organ penyerap hara akan mencukupi kebutuhan hara tanaman (selain hara N) yang diserap dari dalam tanah untuk kelangsungan proses metabolism. Jumlah hara terserap seiring dengan pertumbuhan akar yang lebih baik (Herman dan Pranowo, 2013). Sementara kebutuhan N tanaman dicukupi melalui fiksasi N-udara oleh rhizobium.



Gambar 5. Hubungan antara berat kering akar dan persen jumlah akar efektif (kiri) dan persen jumlah akar efektif dan pertumbuhan tajuk tanaman kedelai (kanan)

Kemampuan rhizobium dalam melakukan fiksasi N-udara secara kualitatif ditunjukan dengan sedikit/banyaknya jumlah bintil akar efektif. Dalam kajian ini, ditunjukkan bahwa ada korelasi positif antara jumlah bintil akar efektif dan pertumbuhan tajuk dengan koefisien korelasi (r) =0,94. Brockwell, *et al*., (2005) mengemukakan bahwa pengaruh bintil akar bagi pertumbuhan tanaman dapat dikaitkan dengan kemampuan rhizobium dalam menyediakan unsur makro N yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman**.**

KESIMPULAN

Pupuk hayati fosfat yang tersusun dari konsorsium Bakteri Pelarut Fosfat dapat digunakan sebagai subtitusi penggunaan pupuk anorganik P untuk pertumbuhan akar dan tajuk tanaman. Penggunaan pupuk hayati fosfat sebanyak 10 g/tan terbukti dapat mereduksi penggunaan pupuk anorganik sebesar 25-50% dari takaran rekomendasi pupuk anorganik dalam mempengaruhi pertumbuhan akar dan tajuk tanaman. Tingkat pertumbuhan (berat kering brangkasan, BKB) lebih baik sebesar 29,6% dari pertumbuhan dengan pola pemupukan 1 bagian rekomendasi ketika diberikan bersama dengan ½ bagian pupuk rekomendsi dan mencapai sebesar 17,6% dan 53,8% masing-masing untuk BKA dan BKB ketika diaplikasikan bersama dengan ¾ bagian pupuk rekomendasi. Pertumbukan akar berkorelasi positif dengan jumlah bintil akar efektif dan jumlah

bintil akar efektif memberikan pengaruh posistif terhadap pertumbuhan tajuk dengan koefisien determinasi sebesar 88%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi tahun 2017 dengan nomor kontrak 074/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Abdulrachman, S., Sembiring, H., dan Suyamto. 2008. Pemupukan Tanaman Padi, Dalam: AA Darajat, A Setyono, AK Makarim dan A Hasanuddin (Ed.). Padi, Inovasi Teknologi Produksi. Buku 2, 123-166. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian

Akil, M., Syafruddin, dan Bunyamin, Z. 2015. Pemanfaatan Pupuk Hayati Untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Anorganik Pada Budidaya Tanaman Jagung. Prosiding Seminar Nasional Serealia, 2015 (222-230).

Arifin, Z., dan Susilowati, L.E. 2018. Formulasi Konsorsium BPF-indigenos sebagai agen Pupuk Hayati P dan Efikasinya dalam Meningkatkan P-tersedia, Serapan P, Pertumbuhan dan Hasil tanaman kedelai. Laporan Akhir Penelitian Strategis Nasional Institusi. Universitas Mataram, November 2018.

Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi ke dua Cetakan ke dua IPB Press. Bogor.

Berner, A. 2013. The Basics of Soil Fertility. Shaping our relationship to the soil *Organic Research Centre. ELM Farm.www.organicresearchcentre.com › article_uploads.*

Brockwell, J., Searle, S.D., Jeavons, A.C., & Waayers, M. (2005). Nitrogen Fixation in Acacias: an Untapped Resource for Sustainable Plantations, Farm Forestry and Land Reclamation, ACIAR (Australian Centre for International Agricultural Research) Monograph No. 115, pp 132.

Bronick, C.J., and Lal, R. 2005. Soil structure and management: a review. Geoderma Volume 124, Issues 1–2, January 2005, Pages 3-22 Geoderma

Hafif, B., Sabiham, S., Anas, I., Sutandi, A., dan Suyamto. 2011. Polisakarida dan Stabilitas Agregat Tanah Masam yang Diperlakukan dengan Brachiaria, Mikoriza dan Kompos Jerami Diperkaya Kalium. J. Tanah Lingk., 13 (1) April 2011: 1-7

Herman, M., dan Pranowo, D. 2013. Pengaruh Mikroba Pelarut Fosfat terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara P Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). Buletin RISTRI 4(2): 129-138 Juli, 2013.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd. New York: Academic Press.

Nenwani, V., Doshi, P., Saha, T., dan Rajkumar, S. 2010. Isolation and characterization of a fungal isolate for phosphate solubilization and plant growth promoting activity. Journal of Yeast and Fungal Research 1 (1): 009-014.

Salihu, Shina. 2018. Biofertilizer: Usage, Potential and Prospects as Alternative To Chemical Fertilizer in Nigeria. DOI: 10.13140/RG.2.2.26232.49927. *https://www.researchgate.net/publication/328717775_Biofertilizer_Usage_Potential_and_Prospects_as_Alternative_To_Chemical_Fertilizer_in_Nigeria* diakses 15 Juni 2019

Suriadikarta, D.A., dan Simanungkalit, R.D.M. 2006. Pupuk organic dan pupuk hayati. Dalam: Simanungkalit, R.D.M., D. A.Suriadikarta, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik (Eds.). Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. p.1-10.

Surono, Santosa, E., dan Yuniarti, E. 2012. Penggunaan Pupuk Hayati, Organik Dan Anorganik Untuk Meningkatkan Efisiensi Pupuk Dan Produktivitas Padi Pada Tiga Sistem Budi Daya Padi Sawah. Widyariset, Vol. 15 No.2, Agustus 2012.

KAJIAN KEMATANGAN KOMPOS DENGAN BERBAGAI DEKOMPOSER

Study of Composite Maturity with Various Decomposers

Zaenal Arifin*, Ni Wayan Dwiani Dulur, I Putu Silawibawa, Lolita E. Susilowati, Mansur Ma'shum

Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
**email: zn.arifin@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Kompos adalah campuran bahan-bahan organik yang telah mengalami penguraian secara keseluruhan atau parsial yang dapat dipercepat proses penguraiannya dengan berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik. Penguraian bahan organik secara alami membutuhkan waktu yang relatif lama. Proses penguraian dapat dipercepat dengan menambahkan dekomposer dan pupuk hayati P. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kecepatan kematangan kompos yang berbahan baku jerami padi dan limbah perikanan dengan dekomposer yang berbeda. Penelitian dilaksanakan di Desa Batu Kuta Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat dari bulan Mei sampai Agustus 2019. Penelitian terdiri dari empat perlakuan dengan empat ulangan, yaitu: Perlakuan A (kontrol) = 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg; Perlakuan B= 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer Promi 100 g ; Perlakuan C= 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer EM-4 100 ml ; Perlakuan D= 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer Pupuk Hayati P 100 g. Pengomposan menggunakan sistem anaerob dalam lubang dengan ukuran 1 x 1 x 1 m yang ditutup terpal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses pengomposan memerlukan waktu 48 sampai 60 hari kecuali pada perlakuan A (kontrol) memerlukan waktu lebih 60 hari. Kandungan C/N *ratio* tertinggi terdapat pada perlakuan A yaitu 32,84%, sedangkan perlakuan B, C, dan D adalah berturut-turut 18,2%; 17,9%; dan 18,1% pada hari ke 60.

Kata kunci: dekomposer, jerami padi, kematangan kompos, limbah perikanan

ABSTRACT

Compost is a mixture of organic materials that have experienced decomposition in whole or in part that can be accelerated the decomposition process with various kinds of microbes in warm, humid, and aerobic or anaerobic conditions. Decomposition of organic material naturally requires a relatively long time. Decomposition process can be accelerated by adding decomposers and biological fertilizers P. The purpose of this study is to assess the maturity of compost made from raw rice straw and fisheries waste with different decomposers. The study was conducted in Batu Kuta Village, Narmada District, West Lombok Regency from May to August 2019. The study consisted of four treatments with four replications, namely: Treatment A (control) = 20 kg of straw + 10 kg of fishery waste + 5 kg of manure + calcite 0 , 8 kg; Treatment B = 20 kg straw + 10 kg fishery waste + 5 kg manure + calcite 0.8 kg + Promi 100 g decomposer; Treatment C = 20 kg straw + 10 kg fishery waste + 5 kg manure + calcite 0.8 kg + EM-4 decomposer 100 ml; Treatment D = 20 kg of straw + 10 kg of fishery waste + 5 kg of manure + calcite 0.8 kg + P 100 g Biological fertilizer. Composting used anaerobic system in a

hole with a size of 1 x 1 x 1 m which is covered by tarpaulin. The results showed that the composting process took 48 to 60 days except for treatment A (control) it took more than 60 days. The highest C / N *ratio* contained in treatment A was 32.84%, while treatments B, C, and D were 18.2%, 17.9%, and 18.1% on 60 days, respectively.

Keywords: decomposers, raw rice straw, composite maturity, fishery waste

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kompos adalah campuran bahan-bahan organik yang telah mengalami penguraian secara keseluruhan atau parsial/tidak lengkap yang dapat dipercepat proses penguraiannya dengan berbagai macam mikroba dalam kondisi lingkungan yang hangat, lembab, dan aerobik atau anaerobik (Crawford, 2003). Penguraian bahan organik berlangsung secara biologis dilakukan oleh mikrobia yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energinya (Hyde, *et al.*, 2017). Penguraian bahan organik secara alami membutuhkan waktu yang relatif lama dan berlangsung secara lambat. Namun demikian, proses penguraian dapat dipercepat dengan campur tangan manusia melalui masukan teknologi pengomposan yang murah dan mudah untuk diplikasikan oleh pengguna teknologi.

Alternatif teknologi pengomposan untuk mempercepat proses penguraian dapat dilakukan dengan mengatur campuran bahan yang seimbang, memperkaya mikrobia pendekomposisi, mengatur dan mempertahankan lingkungan pengomposan seperti pemberian air yang cukup, mengaturan aerasi, dan pempertahan pH pengomposan pada kondisi netral (Saraswati and Praptana, 2017). Proses pengomposan dapat berlangsung secara aerobik dan anaerobik, yang mana masing-masing proses tersebut dilakukan oleh jenis mikrobia yang berbeda. Mikrobia dengan karakteristik fisiologis bersifat aerobik akan memainkan perannya secara efektif pada proses pengomposan secara aerobik. Demikian halnya dengan mikrobia yang bersifat anerobik. Dekomposer yang bersifat aerobik dapat berasal dari (1) kelompok fungi (antara lain *Trichoderma sp*., *Penicillium sp*., *Aspergillus sp*.); (2) kelompok actinomycetes (antara lain *Streptomyces*, *Thermoacinomycetes*, *Thermopolyspora*, dan *Thermonospora)*, dan (3) jenis bakteri (antara lain *Bacillus sp*., *Cyptopharga sp*., *Pseudomonas sp*., dan *Sporocyptopharga sp)*. Sementara dekomposer yang bersifat anaerobik hanya dimainkan oleh kelompok bakteri antara lain *Clostridium sp*. dan *Ruminococcus sp* (Hyde, *et al.*, 2017).

Pengomposan secara aerobik menjadi pilihan proses dekomposisi untuk tujuan menghasilkan kompos yang bermanfaat untuk menopang produktivitas tanaman. Dekomposisi aerobik akan melepaskan sejumlah unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman dan menghasilkan asam-asam organik yang bermanfaat baik untuk memperbaiki sifat kimia, fisika dan biologi tanah serta hasil komposnya bebas pathogen, telur dan larva serangga (Anonim, 2011). Sementara pengomposan secara anaerobik akan menghasilkan senyawa yang bersifat meracun bagi tanaman, antara lain H_2S, NH_3 dan CH_4 (Adekunle and Okolie, 2015). Paket dekomposer aerobik yang telah banyak beredar di pasar dijual dengan merk seperti EM-4, Stardec, Starbio Plant, Harmoni BS, Temban, Orgadec, dan masih banyak lagi. Setiap paket dekomposer dengan merk dagang tertentu memiliki keunggulan sendiri-sendiri dalam memainkan perannya sebagai pengurai. Keunggulan masing-masing merk dekomposer ditentukan oleh jenis mikrobia penyusun agensia dekomposer.

Limbah perikanan air tawar (nila dan lele) dan jerami padi merupakan limbah pertanian yang belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat. Kedua limbah pertanian tersebut yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos untuk digunakan sebagai pupuk organik. Campuran kedua bahan tersebut akan menghasilkan kompos yang kaya nutrisi bagi tanaman. Limbah perikanan merupakan akumulasi bahan organik dari sisa pakan dan feses. Limbah

perikanan mengandung N dalam jumlah tinggi sebagai hasil perombakan protein dan asam amino dari sisa pakan dan feses (Septiani, dkk., 2014). Jerami padi sebagai sumber bahan organik dengan kandungan hara sebagai berikut 5,6 % Si, 0,02% S, 0,4 % N, 0,02 % P dan 1,4 % K. Di lapangan seringkali ditemui petani membakar jerami dengan alasan murah dan mudah untuk menyingkirkan jerami dari lahan budidaya tanaman. Petani tidak menyadari bahwa membakar jerami berarti mereka telah membuang hara tanaman sebesar 10 Kg S, 45 kg N, 10 Kg P, 125 Kg K, 30 Kg Ca, 10 Kg Mg dan 350 Kg Si per 7 ton jerami per ha.

Pemanfaatan dekomposer yang sesuai dengan substrat bahan organik yang didekomposisikan merupakan teknik pengomposan yang efektif untuk mempercepat proses siklus hara di lahan pertanian. Dekomposisi bahan organik yang berlangsung secara alami memakan waktu lama sehingga sangat menghambat siklus hara dalam tanah dan tanaman. Upaya untuk mempercepat proses dekomposisi dilakukan dengan mengaplikasikan dekomposer. Terkait dengan percepatan dekomposisi bahan organik campuran limbah perikanan air tawar dan jerami padi dan pemilihan dekomposer yang sesuai belum diinformasikan. Di sisi lain, Arifin dan Susilowati (2018) (produk luaran Penelitian PSNI 2018) telah juga menghasilkan pupuk hayati P yang memiliki potensi sebagai dekomposer. Untuk itu perlu pengujian kecepatan kematangan kompos dengan menambahkan berbagai dekomposer (dekomposer yang bersedar di pasar) dan dekomposer pupuk hayati P.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mengkaji kecepatan kematangan kompos yang berbahan baku jerami padi dan limbah perikanan (sedimen kolam) dengan dekomposer yang berbeda.

METODE PENELITIAN

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Penelitian ini merupakan percobaan eksperimental tentang kecepatan kematangan kompos menggunakan dekomposer yang berbeda dengan sistim anaerob yang dilaksanakan di Desa Batu Kuta Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat dari bulan Mei sampai Agustus 2019.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, sekop, linggis, ember, terpal, ayakan, karung, tali rapia, selang air, bambu, termometer, dan alat-alat untuk analisis di laboratorium. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah jerami padi, limbah perikanan, pupuk kandang, kapur pertanian, EM-4, Promi, Pupuk hayati P, dan bahan-bahan untuk analisa di laboratorium.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Pengomposan dengan sistim anaerob dilakukan dalam lubang dengan ukuran 1 x 1 x 1 m yang ditutup terpal dengan perlakuan pengomposan yang diuji adalah Perlakuan A (kontrol) = 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg; Perlakuan B = 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer Promi 100 g; Perlakuan C= 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer EM-4 100 ml; Perlakuan D= 20 kg jerami + 10 kg limbah perikanan + 5 kg pupuk kandang + kalsit 0,8 kg + dekomposer Pupuk Hayati P 100 g. Setiap perlakuan dilakukan empat ulangan sehingga didapatkan 16 lubang pengomposan.

Bahan kompos yang digunakan adalah jerami padi dan limbah perikanan (sedimen kolam). Jerami padi sebelum dicampur merata dengan limbah perikanan dicincang (dipotong) dengan ukuran 5- 10 cm. Bahan kompos dimasukkan dalam lubang pengomposan dengan

sistim berlapis dan setiap lubang terdapat tiga lapisan. Setiap lapisan kompos dengan tinggi tumpukan bahan kompos 30 cm diberikan pupuk kandang, kalsit dan dekomposer sesuai perlakuan dan disiram dengan air hingga kelembaban 40-60%. Sedangkan sebagai penutup media kompos adalah terpal sehingga kelembaban dan suhu kompos dapat terkontrol dengan baik.

Tumpukan kompos dalam lubang dilakukan pembalikan setiap 6 hari. Pembalikan dilakukan untuk menjaga kelembaban dan suhu kompos tetap terjaga. Jika kompos terlalu kering atau kelembaban terlalu rendah, ditambahkan air sampai kelembaban 40 – 60%. Pengukuran suhu kompos dilakukan setiap 6 hari, sedangkan pengambilan sampel kompos untuk pengukuran pH dan C/N dilakukan setiap 12 hari. Kompos yang telah matang mempunyai C/N yang relatif rendah dengan ciri-ciri yaitu warna menjadi coklat kehitaman, terjadi perubahan bentuk menjadi remah,tidak berbau, dan suhu tidak tinggi (konstan).

Tabel 1. Jenis analisis laboratorium dan metode pengukurannya

No	Analisis kompos	Metode
1	Suhu	Pengukuran dengan Termometer
2	pH	Glass electrode –pH meter
3	C-organik	Walkley Black
4	N Total	Kjeldhal

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu

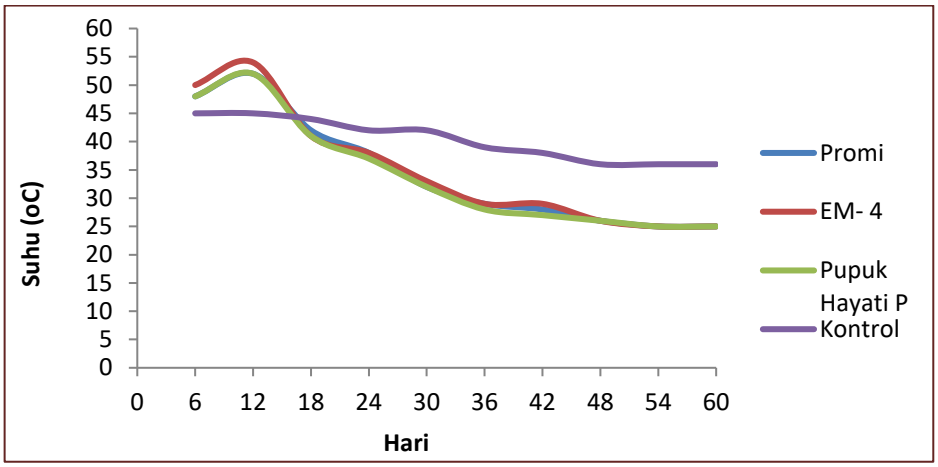
Selama pengomposan terjadi perubahan suhu kompos dengan kisaran suhu antara 25 sampai 54°C. Suhu tertinggi kompos terjadi pada hari ke 12 yaitu pada perlakuan dengan menggunakan dekomposer EM-4 dan yang terendah dengan suhu 45°C pada perlakuan kontrol seperti yang disajikan pada Tabel 2. Akan tetapi suhu pengomposan dengan dekomposer Promi dan Pupuk Hayati P tidak jauh berbeda dengan dekomposer EM-4 yaitu 52°C pada hari ke 12. Setelah itu suhu kompos mengalami penurunan mendekati suhu lingkungan.

Tabel 2. Suhu rata-rata selama pengomposan

No	**Dekomposer**	**Suhu (ºC) Hari Ke-**									
		6	**12**	**18**	**24**	**30**	**36**	**42**	**48**	**54**	**60**
1	Kontrol	45	45	44	42	42	39	38	36	36	36
2	Promi	48	52	42	38	32	29	28	26	25	25
3	EM- 4	50	54	41	38	33	29	29	26	25	25
4	Pupuk Hayati P	48	52	41	37	32	28	27	26	25	25

Pada proses pengomposan, kenaikan suhu menunjukkan kegiatan perombakan bahan organik yang dilakukan oleh mikroorganisme berjalan aktif. Jika kondisi pengomposan telah sesuai, maka mikroganisme segera melaksanakan dekomposisi dan temperatur mulai naik (tinggi) (Rynk, *et al.*, 1992). Kegiatan perombakan ini akan menghasilkan panas sehingga mempengaruhi suhu pengomposan. Pada tahap awal suhu kompos dapat mencapai 45°C dimana pada tahap ini kehadiran mikroorganisme mesofilik lebih mendominasi. Pada tahap selanjutnya (umur pengomposan 12 hari) kelompok mikroorganisme thermofilik yang melakukan perombakan kompos yang tahan pada kisaran suhu 45°C sampai 60°C. Pada tahapan ini aktivitas mikobia menyebabkan temperatur terus menaik sampai 55-60^{0}C. Pada kondisi ini mikrobia thermophilik berperan aktif dan merombak dengan cepat (Chen and Inbar, 1993). Setelah melewati suhu tertinggi, kompos menuju arah kestabilan dimana bahan organik lebih mudah terdekomposisi.

Pola perubahan suhu selama pengomposan dapat dilihat pada Gambar 1. Penggunaan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P menunjukkan pola perubahan suhu yang sama sampai hari terakhir pengamatan ketika suhu kompos sudah stabil mendekati suhu lingkungan. Akan tetapi pada perlakuan kontrol (tanpa dekomposer), perubahan suhu selama pengomposan menunjukkan pola yang berbeda. Perubahan suhu tidak begitu nyata selama pengomposan dan pada hari ke 60 suhu kompos masih tinggi. Dinamika suhu yang terjadi selama pengomposan dengan menggunakan dekomposer menunjukkan proses dekomposisi bahan organik berjalan dengan baik. Penggunaan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P memberikan pengaruh yang sama terhadap perubahan suhu selama pengomposan dan berbeda dengan kontol (tanpa menggunakan mikroorganisme perombak).



Gambar 1. Grafik perubahan suhu selama pengomposan dengan dekomposer yang berbeda

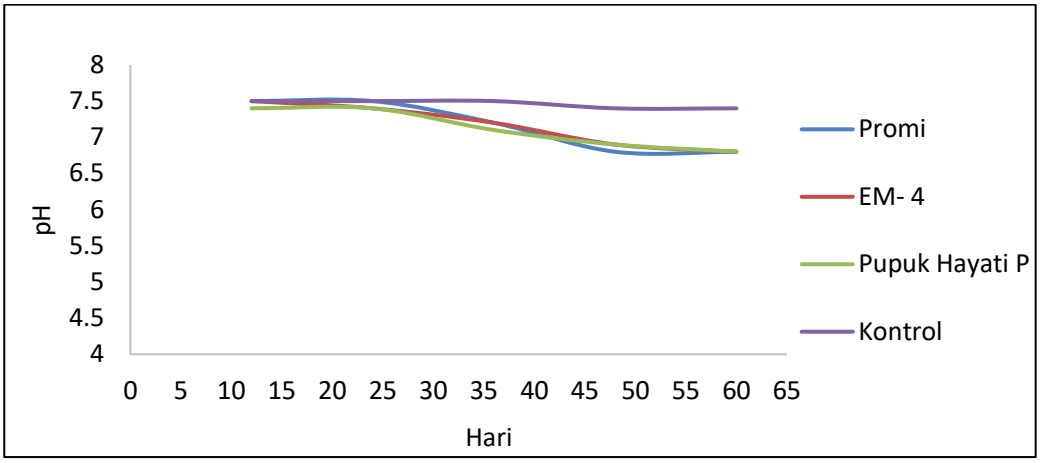
Kemasaman Kompos (pH)

pH atau kemasaman kompos mengalami perubahan selama pengomposan. Perubahan pH yang terjadi sejalan dengan laju perombakan bahan organik oleh mikoorganisme selama pengomposan berlangsung. Perubahan pH kompos selama pengomposan dengan perlakuan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P serta kontrol dapat dilihat pada Tabel 3. pH tertinggi kompos terjadi pada umur pengomposan 12 dan 24 hari yaitu 7,5 dan 7,4 pada semua perlakuan dan mengalami penurunan sampai 6,4 pada hari ke 60 pengomposan kecuali pada kontrol (7,4).

Tabel 3. pH Rata-rata Kompos Selama Pengomposan

No	Dekomposer	pH Kompos Hari Ke-				
		12	**24**	**36**	**48**	**60**
1	Kontrol	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4
2	Promi	7,5	7,5	7,2	6,8	6,8
3	EM- 4	7,5	7,4	7,2	6,9	6,8
4	Pupuk Hayati P	7,4	7,4	7,1	6,9	6,8

Pola perubahan pH kompos sebagai akibat penggunaan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P serta kontrol dapat dilihat pada Gambar 2. Perubahan pH kompos pada perlakuan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P menunjukkan pola yang hampir sama dan berbeda dengan kontrol dimana pH tetap tinggi pada umur 60 hari pengomposan.



Gambar 2. Grafik perubahan pH selama pengomposan dengan dekomposer yang berbeda

Pada tahap awal pengomposan cendrung terjadi kenaikan pH sampai hari ke 24. Kenaikan pH ini disebabkan oleh terjadinya mineralisasi kation-kation basa seperti K^+, Ca^{2+}, dan Mg^{2}+ dan adanya aktivitas kelompok bakteri perombak yang dapat merubah asam-asam organik menjadi senyawa seperti metana, ammoniak, dan karbondioksida yang menyebabkan pH kompos meningkat. pH kompos mulai menaik mencapai diatas 7 dengan mulai terbentuknya ammonia ketika terjadi dekomposisi protein Dalam pengomposan, merubah bahan organik menjadi senyawa-senyawa yang sederhana, melepaskan sejumlah hara (mineralisasi) yang dikandung bahan organik, menyisakan bahan-bahan organik yang resistan dan relatif stabil serta melepaskan karbon dioksida (Agustian, 2010). Penurunan pH setelah umur kompos 36 hari pada perlakuan dengan menggunakan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P disebabkan oleh tingginya aktivitas mikroba dalam merombak bahan organik. Dekomposisi bahan organik menyebabkan peningkatan kosentrasi ion Hidrogen dan terbentuknya asam-asam organik seperti asam asetat. Disamping itu penurunan pH juga disebabkan oleh adanya reaksi enzimatik senyawa anorganik sepert NH_4 dan H_2S yang dapat berubah menjadi NO^{3-} dan SO_4.

C/N Kompos

C/N *ratio* kompos merupakan perbandingan C organik dan N total kompos yang menunjukkan tingkat dekomposisi yang terjadi. Besar kecilnya nilai C/N rasio sangat bergantung pada besarnya aktivitas mikroorganisme di dalam tanah. Pada proses pelapukan yang intensif, terjadi perubahan yang terjadi secara cepat di dalam tanah. Flora heterotropik-bakteri, jamur dan actinomycetes, menjadi aktif dan berkembang biak dengan pesat dan menghasilkan banyak CO_2 (Palupi, 2015). Jika C/N *ratio* di atas 30, menunjukkan bahwa imobilisasi kompos masih terjadi. Nilai C/N *ratio* 20 – 30, dimana imobilisasi dan mineralisasi dalam keadaan berimbang. Kompos yang sudah matang mempunyai C/N *ratio* dibawah 20.

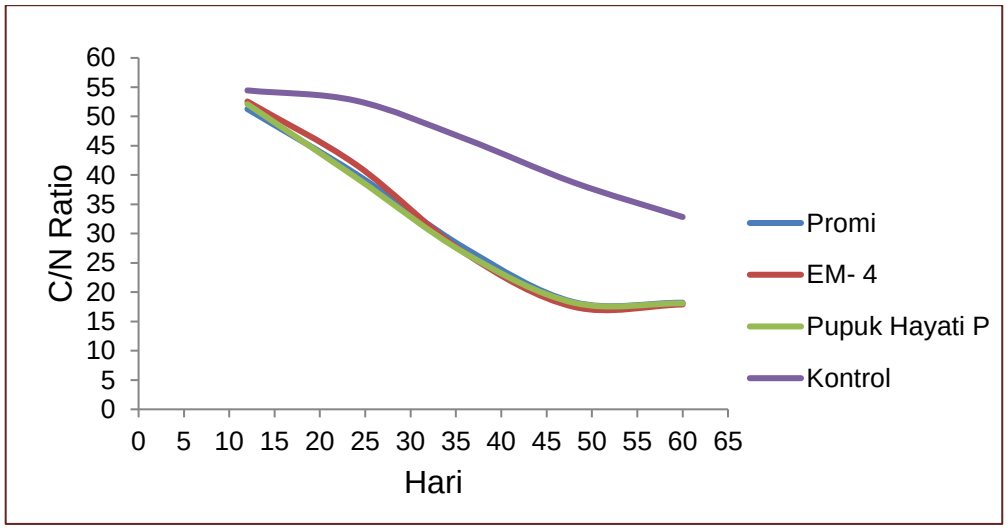
C/N *ratio* kompos merupakan indikator tingkat kematangan kompos atau bahan organik yang dapat digunakan sebagai pupuk. Pada tahap awal pengomposan, kandungan C cendrung tinggi dan N rendah. Hal ini disebabkan oleh nitrogen yang dihasilkan melalui proses mineralisasi akan digunakan oleh mikroorganisme untuk pembentukan asam amino dalam penyusunan protein (Soepardi, 1983). Semakin lama waktu pengomposan, kecepatan kehilangan N lebih kecil dibandingkan dengan jumlah cadangan C, sehingga jumlah perbandingan karbon dan nitrogen menjadi kecil. Jika kandungan C/N sudah mencapai dibawah 20 menunjukkan proses dekomposisi sudah mencapai tingkat akhir. Untuk mempercepat penurunan C/N *ratio* diperlukan penambahan mikroorganisme selulotik atau dengan menambahkan kotoran hewan (Krismawati dan Hardini, 2014)

Berdasarkan hasil penelitian yang ditunjukkan pada Tabel 4, bahwa C/N *ratio* kompos sampai hari ke 24 masih tinggi pada semua perlakuan dan yang tertinggi pada perlakuan kontrol (52,68). Pada hari ke 48 pengomposan, pada perlakuan dengan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P menunjukkan bahwa nilai C/N *ratio* kompos dibawah 20 dan tidak berbeda antara ketiga perlakuan tersebut sampai hari ke 60 . Hal ini menunjukkan bahwa kandungan mikroba dalam Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P mempunyai kemampuan yang hampir sama dalam merombak bahan organik sehingga kompos lebih cepat matang dibandingkan dengan kontrol yang mempunyai C/N *ratio* yang tinggi (32,84) sampai hari terakhir pengomposan.

Tabel 4. C/N *Ratio* Kompos Selama Pengomposan

No	Dekomposer	C/N Kompos Hari Ke-				
		12	**24**	**36**	**48**	**60**
1	Kontrol	54,45	52,68	46,2	38,72	32,84
2	Promi	51,27	40,15	27,5	18,3	18,2
3	EM- 4	52,55	41,75	26,68	17,5	17,9
4	Pupuk Hayati P	52,1	39,55	26,65	18,2	18,1

Selama pengomposan, pada semua perlakuan menunjukkan pola perubahan C/N *ratio* kompos yang semakin kecil dengan semakin lamanya waktu pengomposan (Gambar 3).



Gambar 3. Grafik Perubahan C/N Selama Pengomposan dengan Dekomposer yang Berbeda

Pada perlakuan dengan menggunakan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P menunjukkan pola perubahan C/N *ratio* yang hampir sama, sedangkan pada kontrol penurunan C/N *ratio* tidak begitu tinggi sampai hari ke 60 pengomposan dan berbeda dengan perlakuan menggunakan dekomposer. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah dan kemampuan mikroba perombak pada perlakuan dengan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk hayati P hampir sama dalam mendekomposisi bahan organik dan mempercepat waktu pengomposan.

KESIMPULAN

1. Waktu pengomposan untuk bahan baku jerami padi dan limbah perikanan dengan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk Hayati P adalah 48 sampai 60 hari.
2. C/N *ratio* kompos dengan dekomposer Promi, EM-4, dan Pupuk Hayati P berturut-turut adalah 18,2; 17,9; dan 18,1; sedangkan kontrol adalah 32,84 pada hari ke 60 pengomposan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Mataram atas dana yang diberikan melalui penelitian Dosen Pemula PNBP Universitas Mataram tahun 2019 dengan nomor kontrak 2628C/UN18.L1/PP/2019

DAFTAR PUSTAKA

Adekunle, K.F., & Okolie, J.A. 2015. A review of biochemical process of anaerobic digestion. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, *6*(03), 205.

Agustian. 2010. Tinjauan Kualitas Pupuk Organik Dan Pengawasannya Bagi Keamanan Dan Ketahanan Pangan Di Indonesia. J. Solum Vol. VII No. 2 Juli 2010: 68-79. *ISSN: 1829-7994.*

Anonim. 2011. Dekomposisi Aerob Menghasilkan Kompos Asli. Technical Note no 1, Versi 1, 22 Febuari 2011.Yayasan Pemilahan Sampah Temesi.

Arifin, Z., dan Susilowati, L.E. 2018. Formulasi konsorsium BPF-indigenos sebagai agen pupuk hayati P dan efikasinya dalam meningkatkan p-tersedia, serapan p, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Lap. Penelitian. Penelitian Produk Terapan. Universitas Mataram

Chen, Y., and Inbar, U. 1993. Chemical and spectroscopical analyses of organik matter transformation during composting in eelation to compost maturity. In. H.A.J. Hoitink and H.M.Keener (Eds.) Science and Engineering of Compostting: Design, Environmental, Microbiological and Utilization Aspects. Pp 550-560. Renaissance Publications Worthington. OH.

Crawford, J.H. 2003. Composting of Agricultural Waste. in BiotechnologyApplications and Research, Paul N., Cheremisinoff and R. P.Ouellette (ed).p. 68-77**.**

Hyde, E.R., Metcalf, J.L., Bucheli, S.R., Lynne, A.M., & Knight, R. 2017. Microbial communities associated with decomposing corpses. *Forensic Microbiology, Wiley Online Books, John Wiley & Sons.*

Krismawati, A., dan Hardini, D. 2014. Kajian Beberapa Dekomposer Terhadap Kecepatan Dekomposisi Sampah Rumah Tangga. Buana Sains Vol. 14 No. 2: 79-89, 2014.

Palupi, N.P. 2015. Karakter Kimia Kompos Dengan Dekomposer Mikroorganisme Lokal Asal Limbah Sayuran. Ziraa'ah. Volume 40 Nomor 1, Pebruari 2015 Halaman 54-60. ISSN Elektronik 2355-3545.

Rynk, R., van de Kamp., M., Wilson, G.G., Singley, M.E., Richard, T.L., Kolega, J.J., Gouin, F.R., Laliberty Jr., L., Kay, D., Murphy, D., Hoitink, H.A.J., and Brinton, W.F. 1992. On Farm Composting Handbook. R.Rynk (Eds.). NRAES-54. 186 p. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service. Ithaca. N.Y

Septiani, N., Maharani, H.W., dan Supono. 2014. Pemanfaatan Bioflok Dari Limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) Sebagai Pakan Nila (*Oreochromis Niloticus*). e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan Volume II No 2 Februari 2014 ISSN: 2302-3600.

Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah 1. Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

PENGATURAN KECEPATAN PENGGERAK MULA MENGGUNAKAN PENYEARAH TERKONTROL UNTUK SINKRONISASI GENERATOR KE JALA-JALA LISTRIK

SCR Based Speed Control of a Prime Mover in Generators Synchronization

Sultan[1], I Made Ari Nrartha[1], *), Agung Budi Muljono[1], I Made Ginarsa[1], Warindi[1]

[1]Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

**email: nrartha@unram.ac.id*

ABSTRAK

Proses sinkronisasi dibutuhkan oleh generator sebelum daya generator masuk ke jala-jala listrik. Salah satu syarat untuk sinkronisasi adalah frekuensi generator harus sama dengan frekuensi jala-jala listrik. Penelitian ini mengusulkan pengaturan kecepatan penggerak mula yang dalam hal ini dipresentasikan oleh sebuah motor *DC shunt*untuk mengatur frekuensi generator pada proses sinkronisasi. Kecepatan motor *DC shunt* diatur dengan mengatur suplai V_{DC} ke motor. Variasi suplai V_{DC} ke motor diperoleh dari penyearah terkontrol dengan mengatur sudut penyalaan SCR dalam penyearah. Hasil uji penyearah dengan beban resistor, untuk variasi sudut penyalaan dari 0^0 sampai 180^0 menghasilkan V_{DC} pada penyearah adalah 199 sampai 0 volt. Hasil tersebut mempunyai selisih rata-rata sebesar 7,8 volt terhadap formula penyearah terkontrol. Pada beban motor *DC shunt*, perubahan sudut penyalaan mempunyai gradien negatif terhadap perubahan frekuensi generator sebesar -0.9804 Hz/^{0}. Saat sudut penyalaan 120^0, generator menunjukkan indikasi sudah sinkron terhadap sistem listrik dengan selisih frekuensi sebesar 0,12%.

Kata kunci: penyearah control, motor *DC shunt*, sudut penyalaan, sinkroniasi generator

ABSTRACT

The synchronization process is needed by the generator before the generator power enters to the electricitynetwork. One of the requirements for synchronization is that the generator frequency must be same as the frequency of the electricitynetwork. This study proposes setting the prime mover which in this case is presented by a DC shunt motor to regulate the frequency of the generator in the synchronization process. The speed of the DC shunt motor is regulated by regulating the V_{DC} supply to the motor. The variation of the V_{DC} supply to the motor is obtained from the controlled rectifier by adjusting the SCR firing angle. The results of the rectifier test with a resistor load, for variations in the firing angle from 0^0 to 180^0 produce an $V_{DC}$of the rectifier is 199 to 0 volts. These results have an average difference of 7.8 volts over the controlled rectifier formula. At a DC shunt motor load, the

change in the firing angle has a negative gradient to the change in generator frequency of -0.9804 Hz/^{0}. When the firing angle is 120^0, the generator shows an indication that it has synchronized with the electricitynetworkwith a frequency difference of 0.12%.

Keywords: controlled rectifier, DC shunt motor, firing angle, generator synchronization

PENDAHULUAN

Motor *DC shunt* adalah salah satu motor DC penguat sendiri yang mempunyai banyak keuntungan. Kecepatan putar motor yang mudah diatur, mempunyai torsi yang tinggi, dan kerja motor tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya listrik. Kecepatan putar motor DC dapat diatur dengan mengatur suplai tegangan DC ke motor. Motor DC banyak diteliti dan/atau diaplikasikan seperti: sebagai pengerak pada sistem pemanggang roti (Murdiansyah, dkk, 2014), pengaturan kecepatan motor dengan PWM menggunakan perintah suara (Birdayansyah, dkk, 2015), pengebangan kontrol kecepatan motor berbasis Arduino (Wardana, 2015), pengaturan motor sebagai penggerak pada mobil remote kontrol berbasis android-arduino(Widiyanto & Nuryanto, 2016) dan berbagai keperluan pengaturan motor berbasis sistem android (Setiawan, 2017). Untuk melihat respon motor terhadap beban, Nrartha, dkk, 2014, membangun interface untuk melihat respon kecepatan dan suhu motor secara visual berbasis GUI MATLAB pada berbagai perubahan pembebanan pada motor.

Kekurangan daya pada sistem tenaga listrik dapat diperoleh dari masuknya daya generator ke sistem. Daya generator ke sistem melalui proses sinkronisasi. Syarat sinkronisasi adalah frekuensi, magnitud tegangan dan urutan fase generator harus sama dengan jala-jala listrik, Edvard, 2013. Iskandar, 2018, merancang interface untuk visualisasi proses sinkronisasi ke jala-jala sebagai media pembelajaran di laboratorium. Penelitian tersebut, pengaturan frekuensi generator dengan mengaturkecepatan motor DC shunt sebagai penggerak mula. Pengaturan frekuensi dengan mengatur suplai DC ke motor menggunakan sumber DC variabel.

Suplai DC ke motor DC shunt dapat diperoleh dari sumber AC dengan sebuah konverter daya AC ke DC. Konverter AC ke DC adalah sebuah penyearah. Output DC variabel dapat diperoleh dari sumber AC konstan menggunakan konverter penyearah terkontrol. Penyearah terkontrol menggunakan komponen SCR sebagai pengendali utama. Penyearah terkontrol tipe jembatan terdiri dari dua pasang SCR. Untuk mempermudah pengendalian setiap pasang SCR, yang terdiri dari dua SCR, dapat diganti satu SCR oleh satu diode dengan kapasitas arus yang sama (Rashid, 2007). Pengendalian SCR dilakukan dengan memberikan arus pada terminal *gate*, dan SCR harus pada kondisi *forward bias*. Kontrol arus pada *gate* dapat diperoleh dari rangkaian sudut penyalaan SCR yang diatur oleh rangkaian zero crossing menggunakan Arduino (Projects, 2018).

Penelitian ini bertujuan mendapatkan frekuensi generator sama dengan frekuensi jala-jala listrik dengan cara mengatur kecepatan rotor generator. Rotor generator dikopel langsung dengan motor listrik *DC shunt*. Kecepatan putar motor diatur dengan cara merubah V_{DC}motor menggunakan penyearah terkontrol. Metoda pengaturan V_{DC} penyearah terkontrol dengan mengatur sudut penyalaan SCR dalam penyearah menggunakan pendekatan linear berdasarkan perubahan sudut penyalaan SCR terhadap perubahan frekuensi generator.

BAHAN DAN METODE

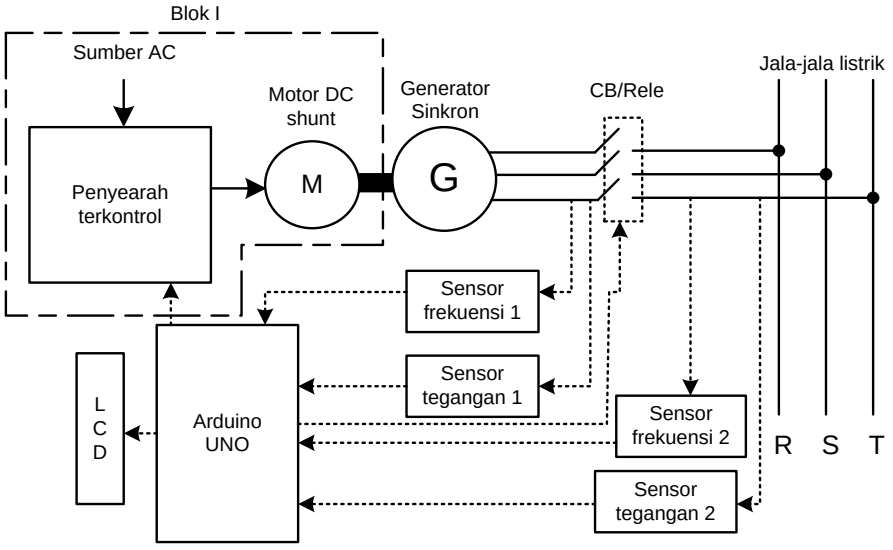
Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan alat dan bahan pada Tabel 1.

Tabel 1**.** Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama	Jml	Jenis	Keterangan/Spesifikasi
1	Sinkronoscope	1	Alat	Untuk mengecek kondisi sinkron secara manual
2	Generator Sinkron	1	Alat	0,3 kVA, 1500 rpm, 4 kutub.
3	Motor *DC shunt*	1	Alat	0,3 kW, 2000 rpm.
4	LCD	1	Bahan	Display 4x20 *character*.
5	Arduino UNO	1	Bahan	*Interface* dan menyeting sudut penyalaan
6	Arduino Pro Mini	1	Bahan	Eksekusi nilai sudut penyalaan ke SCR
7	Sensor frekuensi	2	Bahan	Sensing frekuensi generator dan jala-jala listrik
8	Sensor tegangan	2	Bahan	Sensing tegangan generator dan jala-jala listrik
9	Relay 4 channel	1	Bahan	Koneksi generator ke jala-jala (10 A V_{AC})
10	Optocoupler PC817x	2	Bahan	Pemisah antara mikrokontroler dengan rangkaian
11	Op-am LM393	1	Bahan	Rangkaian zero detektor
12	Dioda IN4007	1	Bahan	Rangkaian zero detektor
13	Resistor 200kΩ½W	2	Bahan	Rangkaian zero detektor
14	Resistor 10kΩ ½W	2	Bahan	Rangkaian zero detektor
15	SCR 2P4M	2	Bahan	Komponen utama penyearah terkontrol
16	Dioda IN5407	2	Bahan	Komponen penyearah terkontrol
17	Sumber DC 12 V	1	Bahan	Sumber tegangan untuk penyalaan SCR
18	Sumber DC 9 V	1	Bahan	Sumber tegangan untuk Arduino
19	Resistor 1kΩ ½ W	2	Bahan	Rangkaian penyalaan SCR
20	Resistor 220 Ω ½W	2	Bahan	Rangkaian penyalaan SCR

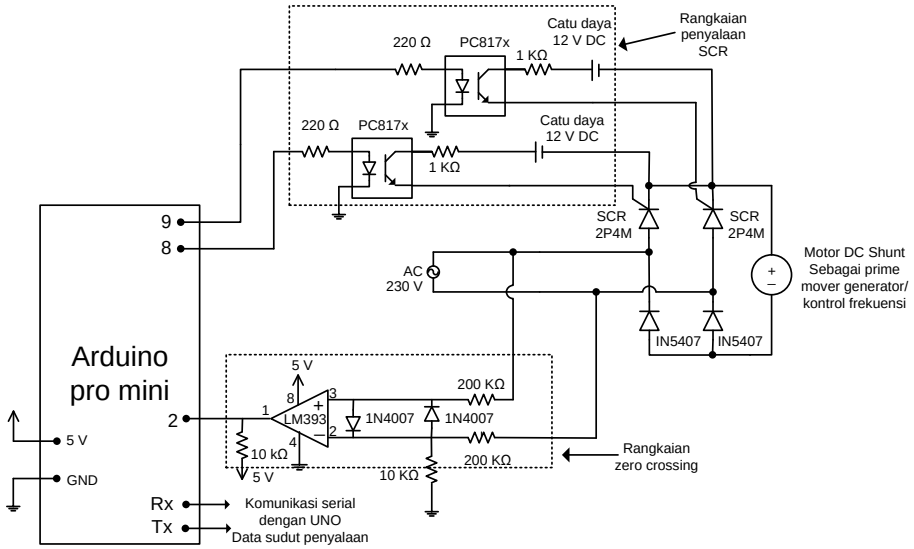
Gambar 1. adalah rangkaian sistem keseluruhan untuk sinkronisasi generator ke jala-jala listrik tiga fase. Rangkaian untuk rancangan penyearah gelombang penuh terkontrol (Blok I pada Gambar 1) ditunjukkan pada Gambar 2. Rangkaian penyearah menggunakan sepasang SCR 2P4M dan sepasang diode IN5407. Rangkaian zero crossing detektor menggunakan LM393, rangkaian penyalaan SCR menggunakan optocoupler PC817.



Gambar 1.Rangkaian Sinkronisasi Generator Ke Jala-Jala Listrik Tiga Fase

Metode

Pengaturan kecepatan putar motor *DC shunt* sebagai pengerak mula generator untuk sinkronisasi dengan cara merubah sumber *DC* motor. Sumber *DC* motor diperoleh dari penyearah gelobang penuh seperti ditujukkan pada Gambar 1. Metoda kontrol pada penyearah untuk mendapatkan output DC variabel adalah dengan mengatur sudut penyalaan dari SCR (seperti ditunjukkan pada Gambar 2). Metode linear digunakan untuk mengatur kecepatan motor sehingga frekuensi generator sama dengan frekuensi jala-jala listrik tiga fase..



Gambar 2.Rangkaian Penyearah Terkontrol dengan Beban Motor *DC Shunt*

Pendekatan linear untuk hubungan langsung antara perubahan output terhadap perubahan inputberupa gradien output per-input. Persamaan tersebut ditunjukkan pada Pers. 1 sampai dengan Pers. 4.

$$m_1 = \frac{\Delta V_{DC}}{\Delta \alpha} \quad (1)$$

Dimana:

m_1 = gradien pertama (volt/^{0})

ΔV_{DC} = tegangan output DC penyearah terkontrol (volt)

$\Delta \alpha$ = perubahan sudut penyalaan SCR (^{0})

$$m_2 = \frac{\Delta n}{\Delta V_{DC}} \quad (2)$$

Dimana:

m_2 = gradien kedua (rpm/volt)

Δn = perubahan kecepatan putar motor *DC shunt* (rpm)

$$m_3 = \frac{\Delta f}{\Delta n} \quad (3)$$

Dimana:

m_3 = gradien ketiga (Hz/rpm)

Δf = perubahan frekuensi generator (Hz)

$$m_4 = \frac{\Delta f}{\Delta \alpha} \quad (4)$$

Dimana:

m_4 = gradien keempat (Hz/^{0})

Rancangan hardware penyearah terkontrol, diuji menggunakan beban resisitor. Hasil output rancangan dibandingkan dengan hasil output dari formula untuk rangkaian penyearah terkontrol beban resisitor, pada Pers. 5.(Hart, 1997).

$$V_o = \frac{V_m}{\pi}(1 + \cos(\alpha)) \quad (5)$$

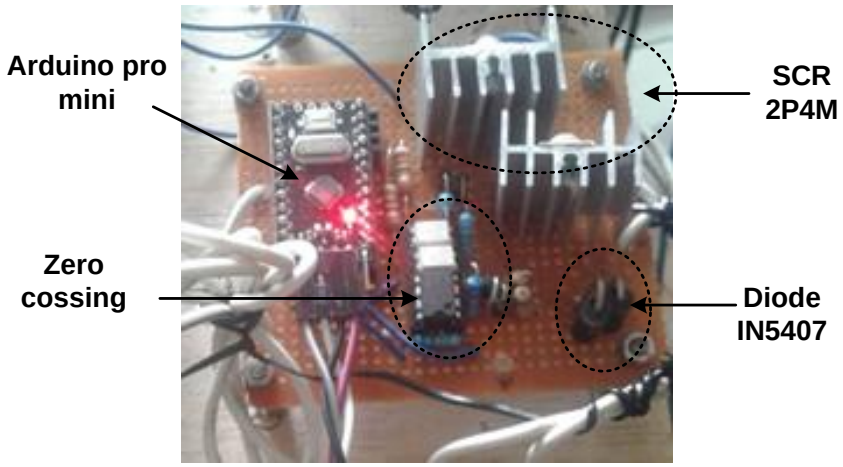
Dimana:

V_0 = output V_{DC} penyearah (volt)

V_m = tegangan *AC* maksimum dari sumber (volt)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan penyearah terkontrol untuk pengaturan motor *DC shunt* pada Gambar 3. Arduino pro mini mendapatkan nilai sudut penyalaan untuk SCR dari Aduino UNO. Nilai sudut penyalaan diberikan setelah rangkaian zero cossing mendeteksi perubahan tegangan *AC* dari nilai positif ke negatif atau sebaliknya. Sepasang rangkaian sudut penyalaan bekerja secara bergiliran sesuai dengan perubahan tersebut. Nilai sudut dalam derajat dikonversi ke dalam waktu berdasarkan frekuensi sumber penyearahterkontrol yaitu 50 Hz. Sehingga untuk rentang sudut penyalaan dari 0^0 sampai 180^0 sama dengan 0 sampai 0.01 detik.



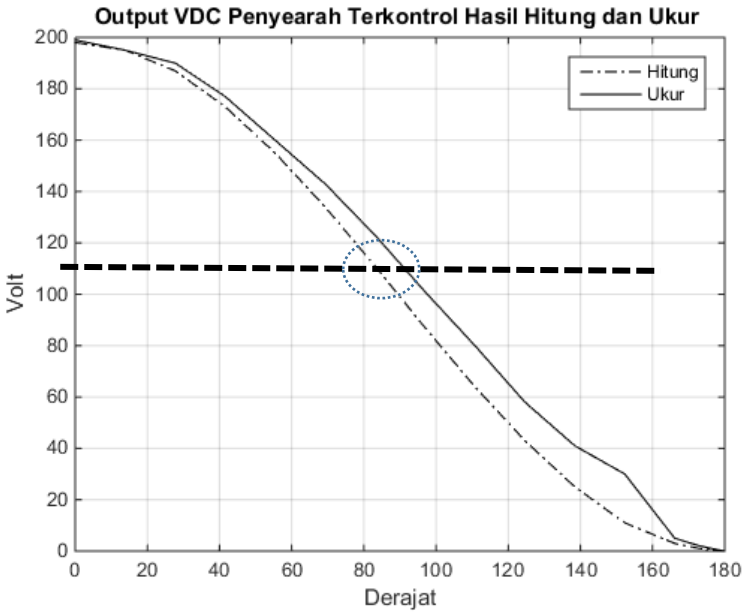
Gambar 3.Bentuk Fisik Penyearah Terkontrol

Perbandingan output V_{DC} antara hasil rancangan penyearah terkontrol dengan Pers. 4.untuk beban resistor, ditunjukkan pada Tabel 2. Variasi sudut penyalaan SCR antara 0^0 sampai 180^0,selisih rata-rata antara hasil rancangan adalah 7,8 Volt. Selisih tertinggi pada sudut penyalaan $152{,}31^0$, yaitu 19 Volt.Selisih terendah pada sudut penyalaan $13{,}85^0$ dan 180^0, yaitu 0 Volt.

Tabel 2. Hasil Pengujian Output V_{DC}Penyearah Terkontrol untuk Beban Resistor

Sudut penyelaan SCR (^{0})	**V_{DC} penyearah Pers. 4. (volt)**	**V_{DC} penyearah (volt)**	**Selisih (volt)**
0,00	198	199	1,00
13,85	195	195	0,00
27,69	187	190	3,00
41,54	173	177	4,00
55,38	155	160	5,00
69,23	134	143	9,00
83,08	111	123	12,00
96,92	87	101	14,00
110,77	64	80	16,00
124,62	43	58	15,00
138,46	25	41	16,00
152,31	11	30	19,00
166,15	3	5	2,00
173,08	1	2	1,00
180,00	0	0	0,00
	Rata-rata:		**7,80**

Gambar 4. menunjukkan hasil perbandingan tersebut secara grafis. Untuk output V_{DC} 100 Volt, sudut penyalaan SCR hasil rancangan lebih besar dibandingkan dengan hasil Pers. 4. Hal tersebut karena respon komponen SCR pada saat dinyalakan tidak secepat kondisi ideal (formula matematis).



Gambar 4. Sudut Penyalaan vs Output V_{DC}untuk Beban Resistor

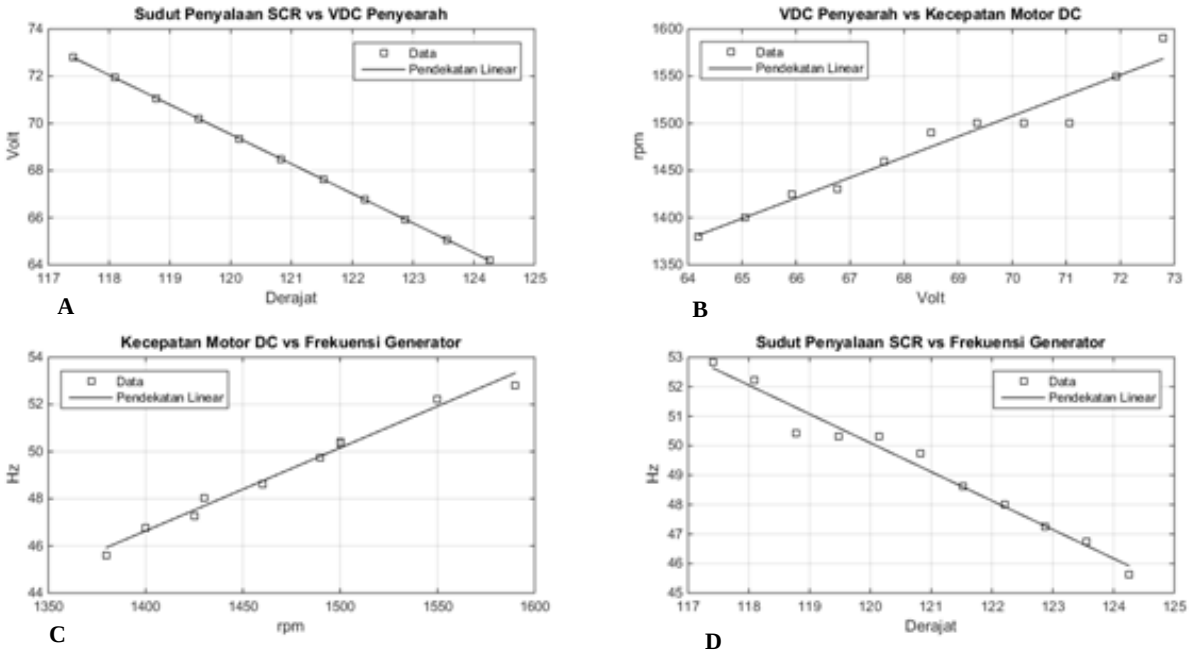
Tabel 3. menunjukkan hasil pengaturan sudut penyalaan SCR pada penyearah terkontrol untuk mendapatkan variasi frekuensi generator. Pengaturan sudut penyalaan untuk mendapatkan output V_{DC} penyearah, kecepatan putar motor *DC shunt* dan frekuensi generator. Pengaturan sudut penyalaan SCR dalam rentang frekuensi generator dari 45,62 sampai 52,82 Hz untuk mendapatkan daerah linear pengaturan.

Hasil persamaan linear dari data Tabel 3 diprogram pada Arduino UNO menggunakan bahasa pemrograman Arduino IDE.Hasil program berupa sudut penyalaan untuk SCR dari selisih frekuensi generator dengan frekuensi jala-jala listrik tiga fase. Sudut penyalaan tersebut dikirim ke Arduino pro mini menggunakan komunikasi serial.

Tabel 3.Pengaturan Sudut Penyalaan SCR Terhadap Frekuensi Generator

Sudut Penyalaan SCR (Derajat)	**V_{DC} penyearah (Volt)**	**Kecepatan Motor *DC shunt* (rpm)**	**Frekuensi Generator (Hz)**
117,41	72,79	1590	52,82
118,09	71,93	1550	52,23
118,78	71,06	1500	50,42
119,47	70,21	1500	50,31
120,15	69,35	1500	50,31
120,83	68,50	1490	49,74
121,52	67,63	1460	48,61
122,20	66,77	1430	48,01
122,88	65,92	1425	47,25
123,56	65,06	1400	46,75
124,25	64,19	1380	45,62

.



Gambar 5. Grafik Linearisasi Pengaturan Sudut Penyalaan dari Data Tabel 2

Grafik linear berdasarkan data Tabel 3 ditunjukkan pada Gambar 5. Gambar 5.A. menunjukkan perubahan sudut penyalaan berbanding terbalik terhadap *output*V_{DC} penyearah terkontrol dengan gradien negatif sebesar -1.2405volt/^{0}. Gambar 5.B. menunjukkan perubahan V_{DC} penyearah berbanding lurus terhadap kecepatan motor *DCshunt* dengan gradien positif sebesar 21.7469 rpm/volt. Gambar 5.C. menunjukkan perubahan kecepatan motor berbanding lurus terhadap frekuensi generator dengan gradien positif sebesar 0.0352 Hz/rpm.Dan perubahan sudut penyalaan SCR berbanding terbalik terhadap frekuensi generator dengan gradien negatif sebesar -0.9804 Hz/^{0}, seperti ditunjukkan pada Gambar 5.D

Pada sudut penyalaan 120^0, frekuensi generator mempunyai selisih 0,12 % terhadap frekuensi jala-jala listrik tiga fase. Pada selisih frekuensi tersebut indikator pada LCD dan sinkronoscope menujukkan bahwa generator sudah sinkron dengan jala-jala listrik, seperti pada Gambar 6. Sehingga daya generator siap masuk ke jala-jala listrik tiga fase dengan menutup Circuit Breaker (CB) pada Gambar 1.



A. Hasil Sensor Tegangan dan Arus



B. Sinkronoscope

Gambar 6. Tampilan LCD dan Sinkronoscope pada saat Sinkron

KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil uji rancangan penyearah terkontrol dengan beban resistor, diperoleh selisih rata-rata output V_{DC} penyearah sebesar 7,8 volt terhadap formula penyearah terkontrol untuk rentang sudut penyalaan 0^0 sampai 180^0. Implemetasi pengaturan kecepatan motor *DC shunt*sebagai penggerak mula generator untuk proses sinkronisasi generator ke jala-jala listrik tiga menghasilkan pengaturan gradien negatif antara perubahan sudut penyalaan terhadap frekuensi generator, dengan gradien -0.9804 Hz/^{0}.Sudut penyalaan 120^0, selisih frekuensi generator sebesar 0.12% terhadap frekuensi jala-jala listrik tiga fase. Pada selisih tersebut, LCD dan Sinkronoscope menunjukkan generator sudah sinkron dengan jala-jala listrik tiga fase.

Saran

Perlu dirancang sistem pengaturan motor *DC shunt* dengan mengatur arus motor sebagai pembanding terhadap penelitian ini, pengaturan kecepatan dengan pengaturan *output*V_{DC} penyearah terkontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas dukungan pendanaan melalui Skema Penelitian Sumber Dana DIPA BLU Universitas Mataram Tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Birdayansyah, R., Sudjarwanto, N., & Zebua, O. (2015). Pengendalian Kecepatan Motor DC Menggunakan Perintah Suara Berbasis Mikrokontroler Arduino. *ELECTRICIAN – Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, 9 (2)*,96-107.

Edvard. (2013). *Preparing To Synchronize A Generator To The Grid*. Diakses dari https://electrical-engineering-portal.com/preparing-to-synchronize-a-generator-to-the-grid.

Hart, D.W., (1997). *Introduction to Power Electronics*. USA: Prentice-Hall, Inc.

Iskandar, A. (2018, Juli). *Rancang Bangun Interface Untuk Visualisasi Proses Sinkronisasi Generator Sinkron Berbasis Mikrokontroler ATMega328*. Diakses dari http://eprints.unram.ac.id/7132/.

Murdiansyah, Paniran, & Akbar, A.S.I. (2014). Rancang Bangun Prototype Sistem Pemanggang Kue (Oven) Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega 8535. Dielektrika, *1 (2),* 69-81.

Nrartha, I.M.A., Sultan, Muljono, A.B., &Suksmadana, I.M.B. (2014). Rancang Bangun Interface untuk Visualisasi Kecepatan dan Suhu Motor DC Shunt Berbeban Sebagai Modul Praktikum di Laboratorium Sistem Tenaga. *Dielektrika,1 (2),* 122-130.

Projects, S. (2018, Maret).*Controlled Bridge Rectifierwith Arduino*. Diakses dari https://simple-circuit.com.

Rashid, M.H. (2007). *Power Electronics Handbook: Devices, Circuits, And Applications*. USA: Elsevier Inc. All rights reserved.

Setiawan, D. (2017). Sistem Kontrol Motor DC Menggunakan PWM Arduino Berbasis Android System. *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri, 15 (1),* 7 – 14.

Wardana, K. (2015, November). *Kontrol Kecepatan Motor DC Menggunakan Arduino*. Diakses dari https://tutorkeren.com.

Widiyanto, A. & Nuryanto. (2016). Rancang Bangun Mobil Remote Control Android dengan Arduino. *Citec Journal, 3 (1),* 50-61.

ANALISIS REGRESI POISSON INVERSE GAUSSIAN UNTUK MENGATASI OVERDISPERSION (Studi Kasus: Jumlah Kasus Data HIV di Indonesia Tahun 2017)

Poisson Inverse Gaussian Regresion Analysis to Overcome Overdispersion (Case Study: Number of HIV Data Cases in Indonesia in 2017)

Qatri D. Amini[1], Nurul Fitriyani[2, *)], I Gede Adhitya W. Wardhana[3]

[1)] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia.
[1) *] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia.
[1)] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia.

**corresponding author, email:*
**email:* nurul.fitriyani@unram.ac.id

ABSTRAK

Analisis regresi Poisson digunakan untuk menganalisis data yang variabel responnya berupa data diskrit atau data cacah (*count*). Dalam regresi Poisson variabel respon harus memenuhi asumsi *equidispersion* (nilai variansi sama dengan nilai rata-rata). Namun kenyataan di lapangan sering terjadi pelanggaran asumsi tersebut, yaitu nilai variansinya lebih besar dari nilai rata-rata (*overdispersion*). Regresi Poisson yang diterapkan pada data yang mengandung *overdispersion* akan menghasilkan nilai *standard error* yang menjadi *underestimate*. Oleh karena itu, dalam memodelkan data cacah tidak cukup dengan regresi Poisson sederhana, perlu adanya campuran distribusi Poisson dengan beberapa distribusi baik diskrit maupun kontinu (*mixed poisson distribution*). Salah satu *mixed poisson distribusi* yang sering digunakan dalam penelitian yaitu distribusi Poisson *Inverse* Gaussian. Regresi Poisson *Inverse* Gaussian dirancang untuk data cacah dengan kasus *overdispersion*. Penelitian ini menerapkan Regresi Poisson *Inverse* Gaussian pada data HIV di Indonesia tahun 2017. Hasil yang diperoleh menunjukan bahwa regresi Poisson *Inverse* Gaussian lebih baik dibanding regresi Poisson dengan variabel yang signifikan mempengaruhi HIV adalah persentase penduduk dengan pendidikan tertinggi SLTA (x_2) dan persentase jumlah tenaga kesehatan (x_7).

Kata kunci : Data cacah (*count*), *Standard error*, *Underestimate*

ABSTRACT

Poisson regression analysis is used to analyze data that the response variables are discrete data or count data. In Poisson regression the response variable must fulfill the equidispersion assumption

(the variance value is equal to the average value). However, the fact in the field often contravene these assumptions, that is the variance value is greater than the average value (overdispersion). Poisson regression that is applied into data that are containing overdispersion will result in a standard error value which becomes underestimate. Therefore, in modeling the count data, it is not enough with a simple Poisson regression, it is necessary to have a mixture of Poisson distributions with several discrete or continuous distributions (mixed poisson distribution). One of mixed poisson distributions that is oftentimes used in research is the Poisson Inverse Gaussian distribution. Poisson Inverse Gaussian Regression is designed for data counting under overdipersion cases.This study applies Poisson Inverse Gaussian Regression on HIV data in Indonesia in 2017. The result indicates that the Poisson Inverse Gaussian regression is better than Poisson regression with a significant variable affecting the HIV is the percentage of the population with the education senior high school is the highest (x_2) *and the percentage of the number of health workers* (x_7).

***Keywords**: Count data, Standard error, Underestimate*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

HIV merupakan penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) yang menyerang sistem kekebalan tubuh. Infeksi tersebut menyebabkan penderita mengalami penurunan ketahanan tubuh sehingga sangat mudah untuk terinfeksi berbagai macam penyakit lain. Penyakit ini menjadi salah satu masalah kesehatan yang paling mendesak di dunia. Wilayah Asia dan Pasifik adalah rumah bagi sekitar 5,2 juta orang yang hidup dengan HIV pada tahun 2017. Semakin jelas bahwa kawasan Asia dan Pasifik berada dibelakang Afrika dalam tanggapannya terhadap HIV.

Indonesia merupakan negara dengan infeksi HIV terbesar ke-3 setelah China. Jumalah kasus baru HIV di Indonesia yang ditemukan pada tahun 2017 mencapai 48.300 kasus. Jumlah kasus baru HIV merupakan salah satu bentuk data cacah, sehingga dalam pemodelannya digunakan regresi Poisson. Model regresi Poisson mensyaratkan equidispersi, yaitu harus memenuhi asumsi bahwa nilai variansi dari variabel respon harus sama dengan nilai rata-ratanya (Cahyandari, 2014). Namun di lapangan sering terjadi pelanggaran asumsi tersebut, yaitu nilai variansinya lebih besar dari nilai rata-rata yang dinamakan *overdispersion* atau nilai variansinya lebih kecil dari nilai rata-rata yang dinamakan *underdispersion* (Wang & Famoye 1997).

Jika terjadi *overdispersion* pada data, maka regresi Poisson kurang akurat digunakan untuk analisis, karena berdampak pada nilai *standard error* yang menjadi *underestimate* (lebih kecil dari nilai sesungguhnya), sehingga kesimpulan yang diperoleh menjadi tidak valid (McCullagh dan Nelder, 1989). Cara mengatasi *overdispersion* adalah membentuk beberapa pemodelan yang merupakan kombinasi dari distribusi Poisson dengan beberapa distribusi baik diskrit maupun kontinu (*mixed Poisson distribution*) (Herindrawati, 2017). Salah satu *mixed Poisson distribution* yang sering digunakan dalam penelitian untuk mengatasi kasus *overdispersion* adalah distribusi Poisson *Inverse* Gaussian.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu Untuk menentukan model kasus baru HIV di Indonesia tahun 2017 menggunakan Regresi Poisson *Inverse* Gaussian dan menentukan fakator – faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kasus baru HIV di Indonesia tahun 2017.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan data sekunder tentang jumlah kasus baru HIV dan faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah kasus baru HIV. Data diambil dari Profil Kesehatan Indonesia dan Buku Saku Kesehatan 2017. Data tersebut merupakan data pada tahun 2017 dengan unit pengamatan yang diambil diseluruh Provinsi Indonesia dengan 34 Provinsi. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu program aplikasi R dan SPSS.

Metode

Dalam jurnal ini akan dibahas suatu model analisis statistik yang sesuai dengan kondisi data yang bersifat diskrit berdistribusi Poisson yang mengalami *overdispersion* dan menggunakan analisis regresi Poisson *Inverse* Gaussian sebagai solusi untuk mengatasi adanya kasus *overdispersion* pada regresi Poisson dalam kasus baru HIV di Indonesia. Sehingga dapat diketahui faktor apa saja yang berpengaruh terhadap kasus baru HIV di Indonesia. Distribusi Poisson *Inverse* Gaussian merupakan campuran dari distribusi Poisson dan distribusi *Generalized Inverse* Gaussian (Sarguta, 2012). Model regresi Poisson *Inverse* Gaussian memberikan kesesuaian yang lebih baik dari pada Model regresi Binomial Negatif (Zha, dkk., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Deskriptif Variabel Penelitian

Untuk melihat karakteristik dari masing-masing variabel maka ditampilkan statistika deskriptif yang dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif

Variabel	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi	Varian
Y	37.0000	8204.0000	1420.5900	2098.5570	4.404×10^6
x_1	4.1400	378.0000	21.9982	633.1551	3.989×10^3
x_2	2.4456	53.0675	22.9217	8.9347	79.8300
x_3	0.1100	5.2100	1.3441	1.0392	1.0800
x_4	0.0024	0.0187	0.0070	0.0036	0.0000
x_5	0.0026	0.1994	0.0532	0.0431	0.0020
x_6	13.5370	20.0305	16.6366	1.6459	2.7090
x_7	0.1918	0.6808	0.4193	0.1174	0.0140

Jumlah kasus baru HIV (Y) tertinggi tahun 2017 untuk setiap provinsi di Indonesia terjadi di provinsi Jawa Timur dengan jumlah penderita HIV sebesar 8.204 kasus dan persentase terendah di provinsi Sulawesi Barat dengan jumlah penderita HIV sebesar 37 kasus.

Pemeriksaan Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur besarnya hubungan linier antara dua variabel dengan satu nilai yang dinamakan koefisien korelasi (Walpole, 2007). Koefisien korelasi antar variabel respon dengan variabel prediktor serta antar variabel prediktor dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2. Koefisien Korelasi Pearson Variabel Respon dan Variabel Prediktor

	Y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
x_1 *P.Cor*	0.442							
Sig.	0.009							
x_2 *P.Cor*	0.180	0.568						
Sig.	0.309	0.000						
x_3 *P.Cor*	0.019	0.113	0.395					
Sig.	0.916	0.523	0.021					
x_4 *P.Cor*	-0.338	-0.072	-0.207	- 0.261				
Sig.	0.051	0.688	0.239	0.136				
x_5 *P.Cor*	-0.252	-0.149	-0.208	0.332	0.800			
Sig.	0.151	0.400	0.238	0.055	0.000			
x_6 *P.Cor*	-0.116	0.316	0.326	0.046	0.165	0.260		
Sig.	0.513	0.069	0.060	0.795	0.352	0.137		
x_7 *P.Cor*	-0.371	0.214	0.228	0.180	0.512	0.451	0.393	
Sig.	0.031	0.224	0.195	0.309	0.002	0.007	0.021	

Keterangan :

$P.cor$: Pearson Korelasi

Sig : Signifikansi

Berdasarkan Tabel 2 yang signifikan mempengaruhi Y adalah x_1 dan x_7

Pemeriksaan Multikolinearitas

Mendeteksi atau mengetahui ada atau tidaknya multikolinearitas di dalam model regresi dapat dilihat pada nilai *variance inflation factors* (VIF). Jika nilai $VIF > 10$ maka menunjukkan multikolinearitas yang kuat (Candraningtyas, dkk., 2013).
Pada Tabel 3. disajikan nilai VIF dari masing-masing prediktor.

Tabel 3 Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	VIF
x_1	1.722
x_2	1.936
x_3	1.492
x_4	6.446
x_5	6.653
x_6	1.486
x_7	1.903

Karena nilai VIF dari setiap variabel prediktor yang disajikan pada Tabel 3. bernilai dibawah 10 yang artinya Model regresi tidak memiliki masalah multikolinieritas.

Pemodelan Regresi Poisson

Berikut merupakan estimasi parameter model Regresi Poisson:

Tabel 4. Estimasi Parameter Regresi Poisson

Parameter	Estimasi
β_0	13,3800
β_1	0,0133
β_2	-0,0161
β_3	0,2988
β_4	-360,1000
β_5	34,6500
β_6	-0,2148
β_7	-6,5200

Setelah diperoleh estimasi parameter, langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara serentak (simultan) dan individu (parsial) untuk regresi Poisson.

Pengujian Parameter Secara Serentak

Dengan menggunakan statistik uji G diperoleh nilai sebagai berikut:

$$G = -2\ ln\left(\frac{L(\hat{\omega})}{L(\hat{\Omega})}\right) = 25515{,}1909$$

Karena nilai $G = 25515{,}1909 > \chi^2_{(\alpha,v)} = 38{,}9$

Maka dapat disimpulkan bahwa model tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara jumlah kasus baru HIV dengan jumlah penduduk miskin, jumlah penduduk dengan pendididkan tertinggi SLTA, PUS yang sedang menggunakan alat KB kondom, jumlah fasilitas kesehatan, jumlah daerah berstatus desa, jumlah penduduk usia 25-34 tahun dan jumlah tenaga kesehatan.

Pengujian Parameter Secara Parsial

Pengujian parameter secara parsial ini bertujuan untuk melihat apakah ada tidaknya pengaruh signifikan variabel prediktor terhadap variabel respon.

Tabel 5 Pengujian Parameter Regresi Poisson Secara Parsial

Variabel dari Model	*Standard Error*	Statistik Uji Z	Z tabel	Keputusan
x_1	0,000032	415,625	1,96	Signifikan
x_2	0,000947	−17,02	1,96	Signifikan
x_3	0,007152	41,78	1,96	Signifikan
x_4	4,721000	−76,26	1,96	Signifikan
x_5	0,372900	92,94	1,96	Signifikan
x_6	0,003564	−60,27	1,96	Signifikan
x_7	0,073490	−88,73	1,96	Signifikan

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa parameter β_i berpengaruh signifikan terhadap model. Model regresi Poisson yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\hat{\mu} = \exp(13{,}380 + 0{,}0133x_1 - 0{,}0161x_2 + \quad 0{,}2988x_3 - 360{,}00x_4 + 34{,}6500x_5 - 0{,}2148x_6 - 6{,}5200x_7$$

Pengujian *Overdispersion*

Setelah diperoleh model regresi Poisson, tahap selanjutnya adalah mendeteksi apakah terjadi *overdispersion* pada model. Dengan menggunakan *package* AER dari *software* R, diperoleh nilai *p –value* $(1{,}179 \times 10^{-7}) < \alpha$, dimana α sebesar 5% sehingga dapat

disimpulkan bahwa data tersebut mengalami *overdispersion*, maka langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan Regresi Poisson *Inverse* Gaussian untuk mengatasi masalah *overdispersion*.

Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian

Berdasarkan tujuh variabel yang signifikan pada model regresi PIG, menghasilkan enam kombinasi kemungkinan model regresi PIG yang sudah konvergen, kemudian dicari model terbaiknya. Berikut merupakan enam kemungkinan model PIG adalah sebagai berikut.

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7)$$

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_6 x_6 + \beta_7 x_7)$$

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4 + \beta_5 x_5 + \beta_7 x_7)$$

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_5 x_5 + \beta_7 x_7)$$

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_7 x_7)$$

$$\hat{\mu} = \exp(\beta_0 + \beta_2 x_2 + \beta_7 x_7)$$

Setelah diperoleh estimasi parameter dari ke-6 kemungkinan model PIG, langkah selanjutnya adalah pengujian parameter secara serentak (simultan) dan individu (parsial).

Pengujian Parameter Secara Serentak

Pengujian parameter secara serentak dapat dilihat dari nilai statistika G

Tabel 6. Pengujian Parameter Regresi PIG Secara Serentak

Variabel dari Model	Statistika G	Derajat bebas	$\chi^2_{(\alpha,v)}$	Keputusan
$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$	421273,9	26	38,88513	signifikan
$x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$	532,7319	27	40,11327	signifikan
x_2, x_3, x_4, x_5, x_7	532,7801	28	41,33715	signifikan
x_2, x_3, x_5, x_7	534,3339	29	42,55695	signifikan
x_2, x_3, x_7	535,1477	30	43,77295	signifikan
x_2, x_7	536,7171	31	44,98534	signifikan

Variabel dari Model	Statistika G	Derajat bebas	$\chi^2_{(\alpha,v)}$	Keputusan

Dari Tabel 6 menunjukan nilai statistika uji G dari semua kemungkinan model lebih besar dari nilai kai kuadrat yang artinya terdapat minimal satu parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model. Untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh terhadap model maka dilanjutkan dengan pengujian secara individu.

Pengujian Parameter Secara Individu

Pengujian parameter secara individu (parsial) digunakan untuk mencari variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap jumlah kasus baru HIV di Indonesia.
Pengujian parameter secara individu dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut:

Tabel 7. Pengujian Parameter Regresi PIG Secara Individu

Variabel dari Model	Parameter Signifikan	AIC	Parameter Dispersi (τ)
$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$	$\beta_4,\ \beta_5, \beta_7$	421291,9	0,7756
$x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$	β_7	548,7319	0,7576
x_2, x_3, x_4, x_5, x_7	β_2, β_7	546,7801	0,7628
x_2, x_3, x_5, x_7	β_2, β_7	546,3339	0,7883
x_2, x_3, x_7	β_2, β_7	545,1477	0,8587
x_2, x_7	β_2, β_7	544,7171	0,8817

Berdasarkan Tabel 7 menunjukan bahwa model dengan parameter yang signifikan adalah model yang memenuhi daerah kritis atau memiliki *p-value* kurang dari taraf signifikansi yaitu $\alpha = 0{,}05$ sehingga parameter β_j berpengaruh signifikan terhadap model. Tabel 7 juga menunjukan nilai rasio τ kurang dari 1 yang berarti *overdispersion* pada regresi Poisson dapat diatasi dengan menggunakan metode Regresi Poisson *Inverse* Gaussian.

Tabel 8 Nilai *Standard Error*

Variabel bebas	*Standard Error* Regresi Poisson	*Standard Error* Regresi Poisson *Inverse* Gaussian
Intercept	0,053900	2,75170
x_1	0,000032	0,05409
x_2	0,000947	0,02865
x_3	0,007152	0,23682
x_4	4,721000	34,56916
x_5	0,372900	8,44295
x_6	0,003564	0,14905
x_7	0,073490	2,30230

Berdasarkan nilai *standard error* yang disajikan pada Tabel 8 terlihat nilai *standard error* pada Regresi Poisson *Inverse* Gaussian mengalami peningkatan atau *underestimate* yang terjadi pada regresi Poissondapat diatasi.

Pemilihan Model Terbaik pada Regresi Poisson *Inverse* Gaussian

Pemilihan model regresi Poisson *Inverse* Gaussian terbaik yang dipilih adalah dengan model yang memiliki nilai AIC yang paling kecil. Pada tabel 7 disajikan nilai AIC untuk setiap kemungkinan model. Nilai AIC yang paling kecil yaitu model yang mengeluarkan variabel $x_1x_3x_4x_5x_6$ sehingga model yang digunakan adalah model ke-6.

$$\hat{\mu} = \exp(8{,}14873 + 0{,}06210x_2 - 6{,}08117x_7)$$

Dari model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa setiap penambahan 1 persen variabel x_2 maka akan melipatgandakan rata-rata variabel y sebesar exp(0,06210) = 1.064069 kali dari rata-rata variabel respon semula bila variabel lain tetap. Dan untuk varaibel x_7 dinyatakan bahwa setiap penambahan 1 persen variabel x_7 maka akan melipatgandakan rata-rata variabel y sebesar exp(-6.08117) = 2.2843×10^{-3} kali dari rata-rata variabel respon semula bila variabel lain tetap.

Kesesuaian Model Regresi

Pemilihan model terbaik antara model regresi Poisson dan model regresi Poisson *Inverse* Gaussian pada data yang digunakan dapat dilihat dari nilai AIC terkecil.

Tabel 9 Kriteria Model

Model Regresi	AIC

Poisson	25468,0000
Poisson *Inverse* Gaussian	544,7171

Berdasarkan Tabel 9 terlihat bahwa nilai AIC untuk model regresi Poisson *Inverse* Gaussian lebih kecil dibandingkan dengan model regresi Poisson. Sehingga pada penelitian ini model terbaik adalah model regresi Poisson *Inverse* Gaussian yang digunakan untuk mengatasi kasus *overdispersion*.

KESIMPULAN

Jika pada data cacah terjadi *overdispersion* namun tetap digunakan regresi Poisson akan menghasilkan *standard error* jauh lebih kecil dari nilai sebenarnya (*underestimate)* seperti yang terlihat pada Tabel 8 yang mengakibatkan kesimpulannya menjadi tidak valid. Model Regresi Poisson *Inverse* Gaussian yang terbentuk adalah sebagai berikut:
$\hat{\mu} = \exp(8{,}14873 + 0{,}06210x_2 - 6{,}08117x_7)$. Sehingga faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kasus baru HIV di Indonesia adalah persentase penduduk degan pendidikan tertinggi SLTA (x_2) dan perentase jumlah tenaga kesehatan (x_7).

Pada penelitian ini metode yang digunakan untuk mengatasi *overdispersion/ underdispersion* adalah Regresi Poisson *Inverse* Gaussian. Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya dapat menggunakan metode lain seperti Regresi Binomial Negatif, Regresi Conway Maxwell Poisson dan Regresi Double Poisson.

DAFTAR PUSTAKA

Cahyandari, R. (2014). Pengujian Overdispersion pada Model Regresi Poisson. *Jurnal Matematika Statistika, Volume 14, Nomor 2, Halaman 69 – 76.*

Candraningtyas, S., Safitri, D., dan Ispriyanti, D. (2013). Regresi Robust MM-Estimation Untuk Penanganan Pencilan Pada Regresi Linear Berganda. *Jurnal Gaussian, Volume 2, Nomor 4, Halaman 395-404.*

Herindrawati, A.Y., Latra, I.N., dan Purhadi. (2017). Pemodelan Regresi Poisson Inverse Gaussian Studi Kasus: Jumlah Kasus Baru HIV di Provinsi Jawa Tengah Tahun 2015. *Jurnal Sains dan Seni ITS Volume 6, Nomor 1, (2017) ISSN: 2337-3520.*

McCullagh, P. dan Nelder, J. A. 1989. *Generalized Linear Models: 2nd Edition*. London: Chapman and Hall.

Sarguta, R.J (2012). *On The Construction of Mixed Poisson Distribution.* http://erepository.uonbi.ac.ke/bitstream/handle/11295/6870/Sarguta_On%20The%20Construction%20Of%20Mixed%20Poisson%20Distributions.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Walpole, R.E. (2007). *Probability dan Statistics for Engineers dan Scientists Eighth.* Edition. *London: Perason Education LTD-1043.*

Wang,W., dan Famoye, F. (1997). Modeling household fertility decisions with generalized Poisson regression. *Jurnal Population Economics, Vol.10, No. 2, hal.273–283.*

Zha, L., Lord, D. dan Zou, Y. (2014), " The Poisson Inverse Gaussian (PIG) Generalized Linear Regression Model for Analyzing Motor Vehicle Crash Data", *Journal of Transportation Safety and Security*. *Volume 6, Nomer 1, Halaman 1-96.*

Adaptasi Pertumbuhan Tanaman Bunga Sedap Malam (*Polianthes tuberosa* L.) di Dataran Rendah Pulau Lombok

Growth Adaptation of Tuberose Flowers (*Polianthes tuberosa* L.) in Lowland of Lombok Island

Nani Herawati[1*], Ai Rosah Aisah[1], Muji Rahayu[1], Baiq Nurul Hidayah[1]

[1)]Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) – Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. +62-370-671312, Fax. +62-370-671620
**corresponding author, email: nani.subhan@yahoo.com*

ABSTRAK

Bunga sedap malam (*Polianthes tuberosa* L.) adalah salah satu bunga yang digemari oleh semua kalangan. Permintaan bunga semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan nilai estetika. Pulau Lombok di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu destinasi wisata di Indonesia yang memerlukan dukungan berbagai aspek, termasuk tersedianya tanaman hias untuk mensuplai kebutuhan pariwisata. Tanaman bunga sedap malam belum banyak dikembangkan di Pulau Lombok tetapi memiliki potensi pengembangan dan peluang pasar yang menjanjikan. Berdasarkan hal tersebut maka telah dilakukan pengkajian adaptasi pertumbuhan tanaman bunga sedap malam di dataran rendah Pulau Lombok. Pengkajian dilaksanakan dari bulan November 2011 sampai Agustus 2012 di Kebun Percobaan Balitbangtan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTB di Narmada (ketinggian 125 m dari permukaan laut), Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pengkajian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ukuran umbi bibit (kecil, sedang, dan besar) sebagai perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali. Jarak tanam yang digunakan adalah 20cm x 20cm dengan total populasi berjumlah 270 tanaman per bedengan. Untuk setiap perlakuan terdapat tiga bedengan dengan ukuran 1 m x 10 m. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah rumpun, jumlah bunga, dan panjang tangkai bunga. Hasil pengkajian menunjukkan bahwa ukuran umbi sedang dan besar memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada tinggi tanaman, jumlah bunga dan panjang tangkai bunga dibandingkan dengan ukuran umbi kecil, sedangkan ukuran umbi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah rumpun yang tumbuh. Dengan kemampuan berbunga pada pengkajian ini maka tanaman bunga sedap malam memiliki adaptasi yang cukup baik di dataran rendah Pulau Lombok.

Kata kunci: adaptasi, bunga sedap malam, dataran rendah, Pulau Lombok

ABSTRACT

A tuberose flower (*Polianthes tuberosa* L.) is one of the flowers favored by everyone. Demand for flowers has increased along with the increasing needs for aesthetic value. Lombok Island in West Nusa Tenggara (WNT) Province is one of the tourist destinations in Indonesia which requires support of various aspects, including the availability of flowers to supply tourism needs. Tuberose flowers

have not yet been widely developed but have potential for development and promising market opportunities. Research on the growth of tuberose flowers was conducted in the lowlands of Lombok Island from November 2011 to August 2012 at Experimental Station of Institute for Assessment of Agricultural Technology (IAAT) in Narmada (125 m above sea level), West Lombok Regency, WNT Province using a Randomized Completely Block Design (RCBD) with the size of seed tubers (small, medium and large) as a treatment and replicated three times. Sowing space used was 20cm x 20cm with a total population of 270 plants per bed. Each treatment replicated in three beds of 1 m x 10 m size. Parameters observed were plant height, number of clumps, number of flowers, and length of flower stalks. The results showed that medium and large tuber sizes had a significant effect on plant height, number of flowers, and length of flower stalks compared to small tuber, while the tuber size has no significant effect on the number of growing clumps. With flowering ability in this study, the tuberose flowers have a fairly good adaptation in the lowlands of Lombok Island.

Keywords: adaptation, tuberose flowers, lowland, Lombok Island

PENDAHULUAN

Bunga sedap malam (*Polianthes tuberosa* L.) umumnya telah dikenal oleh semua kalangan di Indonesia. Disamping sebagai bunga potong, tanaman ini juga menghasilkan parfum aroma terapi untuk mencegah stres, menjadi bunga tabur dan sumber minyak atsiri, seiring dengan berkembangnya industri minyak menjadi potensi ekonomi yang cukup penting (El-Bably, 2017). Disamping kebutuhan kalangan akan pentingnya nilai estetika maka usaha bunga potong ini menjadi usaha yang menjanjikan kedepannya khususnya bagi daerah yang menjadi destinasti wisata. Adanya variasi manfaat ini memberikan dorongan positif bagi usaha pengembangan bunga potong seperti sedap malam (Suyanti, 2002). Di beberapa provinsi, tanaman sedap malam ini menjadi tanaman komoditas unggulan yang diusahakan dan dibudidayakan secara kontinyu seperti di Jawa Barat dan Jawa Timur. Saat ini tanaman bunga sedap sudah dikembangkan di 29 provinsi di Indonesia.

Umbi merupakan bagian penting dari tanaman bunga sedap malam, karena umbi akan sangat menentukan seberapa besar tingkat produksi bunga sedap malam serta ukuran agronomi tanaman. Penelitian Rahayu *et al.,* (2018) menyebutkan bahwa ukuran umbi besar memberikan pengaruh pada ukuran tinggi tangkai tanaman. Rukmana (1995) juga menyebutkan bahwa cadangan makanan terpusat disimpan dalam umbi sedap malam dan hal ini juga menyebabkan tanaman menjadi tumbuh subur dan cepat. Hal ini yang menyebabkan tanaman ini memiliki ukuran yang lebih tinggi di bandingkan dengan umbi sedang dan umbi kecil. Penelitian Dhua *et al.,* (1987) menyebutkan bahwa ukuran umbi lebih besar dari 2,5 cm dapat meningkatkan pertumbuhan dan pembungaan pada tanaman sedap malam.

Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) merupakan salah satu wilayah pengembangan tanaman bunga sedap malam karena daya dukung yang dimiliki diantaranya wilayah ini merupakan pusat destinasi wisata kedua setelah pulau Bali, sehingga prospek pengembangan bunga sedap malam kedepan menjadi sangat penting. Harafa *et al.,* (1986) menyebutkan bahwa tanaman ini dapat tumbuh dengan baik pada agroekosistem yang sesuai untuk pengembangannya dimana tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah dengan ketinggian 700-1500 m dari permukaan laut dan memiliki pertumbuhan yang optimal pada tempat dengan ketinggian 100-900 mdpl (dataran rendah). Suhu udara yang cocok untuk pertumbuhan tanaman sedap malam adalah 13-27^{o}C, curah hujan rata-rata 1900-2500

mm/tahun. Tanaman ini menyukai sinar matahari penuh sehingga tidak cocok ditempatkan di dalam ruangan dengan kondisi tanah yang ideal bagi pertumbuhanya adalah Andosol, Latosol, dan Regosol. Amiarsi *et al.,* (2004) membagi bunga sedap malam yang berkembang dan tumbuh serta dibudidayakan di Indonesia dalam dua jenis yaitu bunga sedap malam ganda dan bunga sedap malam tunggal, serta memiliki bentuk susunan bunga kuntum bunga, warna dan ukuran yang bervariasi pada kultivar.

Pengkajian ini bertujuan untuk mengetahui daya adaptasi pertumbuhan dan hasil tanaman bunga sedap malam di dataran rendah Pulau Lombok yang merupakan salah satu destinasi wisata pavorit di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Percobaan

Pengkajian ini dilaksanakan dari bulan November 2011 sampai Agustus 2012 di Kebun Percobaan Balitbangtan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) NTB di Narmada (ketinggian tempat 132,8 m dari permukaan laut), Kabupaten Lombok Barat, Provinsi NTB pada lahan seluas 150 m^2.

Bahan Tanaman

Bahan tanaman berupa umbi bunga sedap malam yang digunakan dalam pengkajian ini adalah Varietas Roro Anteng yang didatangkan dari Malang, Jawa Timur. Ukuran umbi terdiri dari Umbi Kecil (UK) dengan diameter umbi 0,5 – 1,5 cm, Umbi Sedang (US) dengan diameter umbi >1,5 – 2,5 cm, dan Umbi Besar (UB) dengan diameter umbi >2,5 – 3,5 cm.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan ukuran umbi bibit (kecil, sedang, dan besar) sebagai perlakuan dan diulang sebanyak tiga kali. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 cm x 20 cm dengan total populasi berjumlah 270 tanaman per bedengan. Untuk setiap perlakuan terdapat tiga bedengan dengan ukuran 1 m x 10 m. Tanaman sampel yang diamati berjumlah 6 tanaman per bedengan sehingga total tanaman sampel berjumlah 18 tanaman per perlakuan.

Parameter dan Pengamatan

Parameter yang diamati dalam pengkajian ini meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah rumpun, jumlah bunga, dan panjang tangkai bunga (cm).

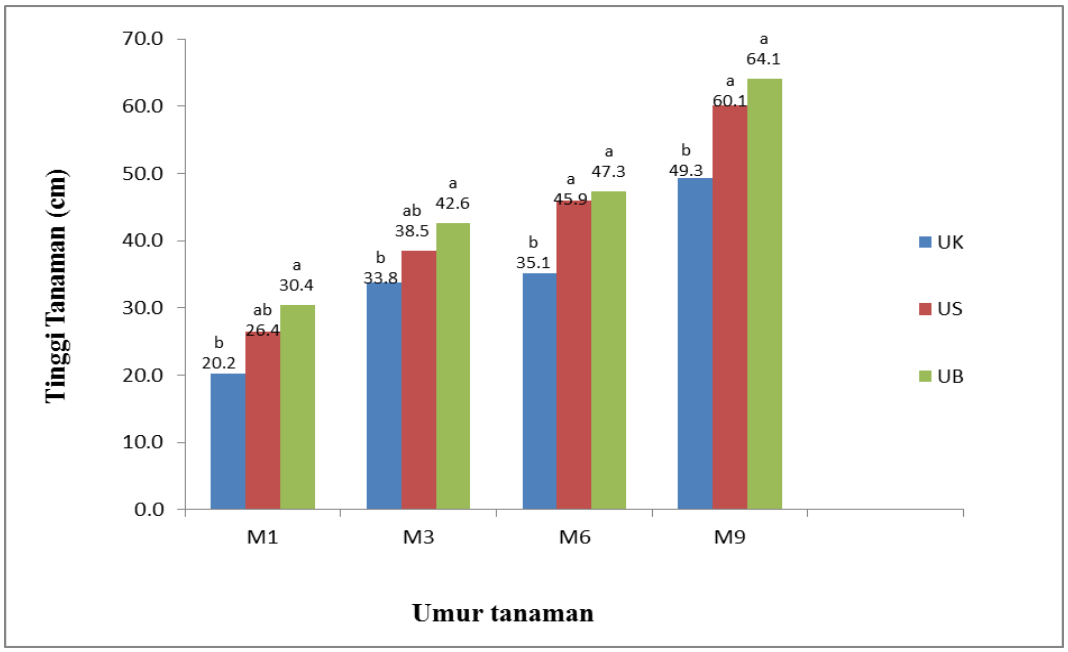
Analisis Data

Data yang terkumpul dilakukan Analysis of Variance (ANOVA) dengan SAS Software program.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Tinggi Tanaman

Ukuran umbi memberi pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman pada setiap waktu pengamatan. Tinggi tanaman pada akhir pengamatan minggu ke-9 (M9) menunjukkan bahwa umbi besar menghasilkan tinggi tanaman dengan nilai paling tinggi (64.1 cm) dan berbeda nyata dengan tanaman umbi kecil yang menghasilkan nilai tinggi tanaman paling rendah (49.3 cm). Sementara tanaman dengan umbi sedang pada awal pertumbuhan tidak berbeda nyata dengan tanaman umbi kecil dan besar, tetapi pada pengamatan umur 6 minggu, tinggi tanaman dari umbi sedang mulai berbeda nyata dengan tanaman dari umbi kecil (Gambar 1).



Gambar 1. Tinggi tanaman bunga sedap malam dari umbi ukuran kecil, sedang, dan besar pada umur tanaman minggu ke-1 (M1), minggu ke-3 (M3), minggu ke-6 (M6) dan minggu ke-9 (M9)

Hasil ini senada dengan penelitian Rahayu *et al.* (2018), yang menunjukkan bahwa ukuran umbi bunga tanaman sedap malam memberi pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dengan hasil tertinggi dihasilkan oleh umbi berukuran besar. Jika dibandingkan dengan Madhuri *et al.* (2018) maka tinggi tanaman bunga sedap dihasilkan menunjukkan nilai yang lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman bunga sedap malam yang di tanam di Kebun Percobaan Balitbangtan BPTP NTB mampu tumbuh dengan baik.

b. Jumlah Rumpun

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa data jumlah rumpun memiliki keragaman yang cukup tinggi, sehingga perlu dilakukan penormalan data. Hasil penormalan data menunjukkan bahwa ukuran umbi tidak memberi pengaruh nyata terhadap jumlah rumpun dengan nilai paling tinggi dihasilkan tanaman bunga sedap malam dari umbi besar, tapi tidak berbeda nyata dengan ukuran umbi lainnya (Tabel 1). Jumlah rumpun yang dihasilkan oleh tanaman bunga sedap malam yang ditanam dipengaruhi oleh jumlah tunas yang ada di dalam setiap umbi yang ditanam. Jumlah tunas yang dihasilkan lebih dipengaruhi oleh genetik

tanaman tersebut sehingga hasil analisis statistik analisis statistik yang dilakukan menunjukkan tidak ada perbedaan yang nyata akan jumlah rumpun dari umbi kecil, sedang maupun besar.

Tabel 1. Jumlah rumpun tanaman bunga sedap malam pada ukuran umbi kecil (UK), umbi sedang (US), dan umbi besar (UB).

Perlakuan	Ulangan	Data Awal	Normalisasi
UK	1	1.5	1.4
	2	2.2	1.6
	3	1.5	1.4
Rata-rata		**1.7**	**1.5**
US	1	1.5	1.4
	2	2.5	1.7
	3	4.0	2.1
Rata-rata		**2.7**	**1.8**
UB	1	4.2	2.2
	2	3.3	2.0
	3	3.2	1.9
Rata-rata		**3.6**	**2.0**

Sumber: data primer penelitian diolah (2013)

c. Jumlah Bunga

Hasil analisis ragam pada parameter jumlah bunga juga menunjukkan keragaman yang tinggi, sehingga perlu dilakukan penormalan data. Setelah penormalan data, ukuran umbi memberi pengaruh nyata terhadap jumlah bunga tanaman sedap malam. Nilai paling tinggi dihasilkan oleh umbi ukuran besar, tapi tidak berbeda nyata dengan umbi ukuran sedang (Tabel 2).

Tabel 2. Jumlah bunga pada tanaman sedap malam yang ditanam dari ukuran umbi kecil (UK), umbi sedang (US), dan umbi besar (UB).

Perlakuan	Ulangan	Data awal	Normalisasi
UK	1	2.0	1.4
	2	0.0	1.1
	3	0.0	1.1
Rata-rata		**0.7**	**1.2 b**
US	1	5.0	1.7
	2	11.0	2.0
	3	9.0	1.9
Rata-rata		**8.3**	**1.9 a**
UB	1	18.0	2.2
	2	9.0	1.9
	3	3.0	1.5
Rata-rata		**10.0**	**1.9 a**

Sumber: data primer penelitian diolah (2013)

Jumlah bunga yang dihasilkan lebih rendah jika dibandingkan dengan Zuhrah *et al.* (2010) yang menggunakan perendaman colchicine untuk menginduksi mutasi melalui poliploidisasi. Menurut El-Shoura dan Arafa (2018), untuk memenuhi kebutuhan pasar, maka bahan kimia seperti zat pengatur tumbuh yang dapat memperbaiki waktu pembungaan dan karakteristik bunga. Hasil penelitian ini yang dilakukan tanpa perendaman colchicine menunjukkan bahwa jumlah bunga yang dihasilkan dari tanaman dengan umbi besar dan sedang berbeda nyata dengan jumlah bunga yang dihasilkan dari tanaman dengan umbi kecil.

d. Panjang Tangkai Bunga

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa panjang tangkai bunga memiliki keragaman yang cukup tinggi, sehingga memerlukan penormalan data. Setelah pernormalan data, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ukuran umbi memberi pengaruh nyata terhadap panjang tangkai bunga. Nilai paling tinggi dihasilkan oleh umbi ukuran sedang, tapi tidak berbeda nyata dengan umbi besar (Tabel 3).

Tabel 3. Panjang tangkai bunga tanaman sedap malam yang ditanam dari umbi dengan ukuran kecil (UK), umbi sedang (US), dan umbi besar (UB).

Perlakuan	Ulangan	Data awal	Normalisasi
UK	1	0.0	1.3
	2	0.0	1.3
	3	0.0	1.3
Rata-rata		**0.0**	**1.3 b**
US	1	65.9	1.9
	2	68.0	1.9
	3	32.0	1.7
Rata-rata		**55.3**	**1.8 a**
UB	1	0.0	1.3
	2	69.7	1.9
	3	67.3	1.9
Rata-rata		**45.7**	**1.7 ab**

Sumber: data primer penelitian diolah (2013)

Penelitian Bahadoran *et al.* (2011) menunjukkan bahwa penambahan pupuk kandang pada media tumbuh tanaman bunga sedap malam dapat memberi pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif dan pembungaan.

KESIMPULAN

Hasil pengkajian menunjukkan bahwa ukuran umbi sedang dan besar memberikan pengaruh yang berbeda nyata pada tinggi tanaman, jumlah bunga dan panjang tangkai bunga dibandingkan dengan ukuran umbi kecil, sedangkan ukuran umbi tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah rumpun yang tumbuh. Dengan kemampuan berbunga pada pengkajian ini maka tanaman bunga sedap malam memiliki daya adaptasi yang cukup baik di dataran rendah Pulau Lombok.

Ucapan Terimakasih

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) atas dana yang telah diberikan untuk kegiatan pengkajian adaptasi pertumbuhan dan hasil tanaman bunga sedap malam di dataran rendah Pulau Lombok ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Kepala Balitbangtan BPTP NTB saat itu, Dr. Dwi Praptomo Sudjatmiko, M.S., atas kepercayaan yang diberikan kepada tim pengkaji untuk melakukan pengkajian ini pada tahun anggaran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Amiarsi, D., Yulianingsih, dan Sabari S., 2004. Karakterisktik Mutu untuk Bahan Penyusunan Standar Mutu Bunga Sedap Malam. Prosiding Seminar Nasional Florikultura, Bogor. 432-437p.

Bahadoran, M., Salehi, H., dan Eshghi, S., 2011. Growth and flowering of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) as affected by adding poultry litter to the culture medium. Spanish Journal of Agricultural Research 9(2):531-536.

Dhua, R.S., S.K. Ghosh, L.P.M.S.K. Yadav dan T.K. Bose, 1987. Effect of bulb size, temperature treatment of bulbs and chemicals on growth and flower production in Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Acta Horticulture, 2015: 121-128.

El-Bably, S.M.Z., 2017. Effect of some Natural Material Additives on Growth and Flowering of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) Bulbs. J. Plant Production, Mansoura Univ., Vol. 8(9):895-906.

El-shoura, H.A.S. dan Arafa, F.F., 2018. Effect of soaking tuberose bulb (*Polianthes tuberosa* L.) in growth regulators and thiorea on growth and flowering. Middle East Journal of Applied Sciences, 8(1): 79-92.

Harafa, J.R., Sumarni, Sujatmoko, dan Y. Edi. 1986. Bertanam Bunga Potong. Trubus. Yayasan Sosial Kami Membangun. Jakarta. 205(17):349-350.

Madhuri, G., Palai, S.K., and Pattanaik, S., 2018. Growth and flowering parameters of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. phule rajani influenced by organic manures. The Pharma Innovation Journal, 7(5): 97-99.

Rahayu, D., Marveldani, Andini, S.N. 2018. Penggunaan tiga ukuran umbi dan zat pengatur tumbuh pada tanaman sedap malam (*Polianthes tuberosa* L.). Journal of Applied Agricultural Sciences, 2(2): 163-170.

Rukmana, R., 1995. Sedap Malam. Kanisius, Yogyakarta.

Suyanti, 2002. Teknologi Pasca Panen Bunga Sedap Malam. Jurnal Litbang Pertanian, 21(1):24-31.

Zuhrah, A., Aini, N., dan Wardiaty, T., 2010. Respon morfologi tanaman sedap malam (*Polianthes tuberosa* L. cv. Roro Anteng) terhadap pemberian colchicine. Buana Sains, 2: 153-158.

HUBUNGAN BOBOT BADAN DENGAN UKURAN SKROTUM PADA SAPI BALI, SUMBAWA DAN PERSILANGANNYA DI KABUPATEN SUMBAWA

Relationship Between Body Weight and Scrotum Size of Bali Cattle, Sumbawa and Its Crosses In Sumbawa District

Arjuna Hasbi[1], Lestari[2], Ramha Jan[3]

[1), 2) dan 3)]Fakultas Peternakan, Universitas Mataram [2)] Afiliasi Author[2]

**email: arjunahasbi05@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara bobot badan (BB) dengan ukuran skrotum sapi Bali, Sumbawa dan persilangannya. Dilaksanakan pada bulan Oktober 2018 bertempat di tiga kecamatan yaitu Moyo Hulu, Moyo Hilir, dan Moyo Utara. Metode yang digunakan yaitu pengukuran secara langsung terhadap lingkar dada dan lingkar skrotum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi yang positif antara bobot badan dengan lingkar skrotum pada ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangannya. Nilai koefisien korelasinya berturut-turut sebesar 0,30; 0,17 dan 0,19 dengan tingkat korelasi yang rendah pada sapi Bali dan sangat rendah pada sapi Sumbawa dan persilangannya.

Kata kunci: Sapi Bali Pejantan, Sumbawa, Persilangan, Ukuran Skrotum.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the relationship between body weight and scrotum size of Bali cattle, Sumbawa and its crosses. Conducted in October 2018, located in three sub-districts that is Moyo Hulu, Moyo Hilir, and Moyo Utara. The method used is to make measurements directly to chest circumference, scrotum length and scrotum circumference. Research result show that there is a positive relationship between body weight and scrotum size of Bali cattle, Sumbawa and its crosses. Correlation coeffiecient values are equel to 0,30; 0,17 and 0,19 with level of correlation is low of Bali cattle and very low of Sumbawa cattle and its crosses.

Keywords: male Bali cattle, Sumbawa cattle, its crosses, scrotum size

PENDAHULUAN

Kabupaten Sumbawa merupakan salah satu daerah penghasil sapi di Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sapi Bali di Kabupaten Sumbawa telah beradaptasi dan berkembang dengan baik pada sistem peternakan ekstensif tradisional, yaitu sapi dilepaskan sepanjang hari tanpa pengawasam khusus dari peternak. Sapi Bali tahan terhadap lingkungan yang relatif panas

dengan kualitas dan kuantitas pakan yang rendah tapi tetap menghasilkan produktivitas yang optimal.

Sapi Bali merupakan rumpun asli ternak sapi potong Indonesia yang mempunyai karakteristik bentuk fisik dan komposisi genetik serta kemampuan adaptasi pada berbagai lingkungan. Selain sapi Bali, Kabupaten Sumbawa juga menjadi salah satu daerah pengembangan sapi Hissar (sapi Sumbawa). Sapi Hissar merupakan salah satu rumpun sapi lokal Indonesia yang mempunyai sebaran asli geografis di Provinsi NTB dan telah ditetapkan berdasarkan Keputusan Mentri Pertanian Nomor 2909/Kpts/OT.140/6/2011 bahwa sapi Hissar disebut dengan sapi Sumbawa.

Keunggulan yang dimiliki sapi Bali dan Sumbawa sangat penting untuk dikembangkan sebagai salah satu sumber daging untuk memenuhi kebutuhan daging nasional. Seleksi yang tepat pada pejantan sangat berperan penting dalam menentukan kualitas dan kuantitas semen yang dihasilkan oleh organ reproduksi sapi jantan pada bagian testis (Ihsan, 2010).

Seleksi dapat dilakukan sejak awal yaitu sejak pedet, saat penyapihan dan saat umur dewasa kelamin. Seleksi dilakukan dengan cara memilih pejantan yang memiliki bobot badan sesuai dengan standar pada tingkatan umur tertentu ataupun pejantan yang memiliki bobot badan lebih tinggi dari rata-rata normal bobot badan pejatan. Seleksi pejantan yang biasa dilakukan pada peternakan rakyat umumnya berdasarkan kondisi tubuh, libido ataupun kondisi alat kelamin.

Selain itu, salah satu kriteria untuk menentukan keunggulan sapi pejantan adalah didasarkan pada kualitas semen yaitu volume, konsentrasi dan motilitas yang berhubungan langsung dengan sistem reproduksi pada saat pelaksanaan IB (Sarlos, 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas semen pejantan diantaranya genetik, umur, pakan, frekuensi ejakulasi, libido, faktor fisik, pengangkutan, besar skrotum dan kesehatan/penyakit (Ismaya, 2014).

Skrotum merupakan pembungkus testis dan tempat spermatozoa diproduksi. Lingkar skrotum mencerminkan ukuran dari testis dan menyatakan banyaknya jaringan atau tubuli seminiferi yang berfungsi untuk memproduksi spermatozoa. Soeroso dan Duma (2006), menyatakan bahwa berat testis memiliki korelasi yang tinggi dengan ukuran skrotum pada sapi Bali. Jadi, untuk mengetahui kualitas semen pejantan yang baik diperlukan teknik yang epektif dan efisien yaitu melalui besar kecilnya ukuran skrotum yang diperkirakan memiliki hubungan yang positif dengan bobot badan ternak. Setiap bangsa sapi memiliki ukuran skrotum yang berbeda pada kondisi umur dan bobot badan yang sama. Ukuran testis tiap bangsa berbeda dipengaruhi oleh besarnya bobot badan.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar hubungan/korelasi antara bobot badan ternak dengan ukuran skrotum.

Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui hubungan antara bobot badan (BB) dengan ukuran skrotum pada sapi Bali, Sumbawa dan persilangannya.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sapi Bali, Umur 18-96 bulan, jumlah 27 ekor, sapi Sumbawa, Umur 18-96 bulan, jumlah 10 ekor, sapi persilangan (Sumbal/Balsum), Umur 18-96 bulan, jumlah 7 ekor.

B. Alat Penelitian

1. Daftar pertanyaan (kuisioner) digunakan untuk mendapatkan data dan informasi.
2. Pita ukur (merk Rondo, kapasitas 200 cm, kepekaan 0,1 cm).

Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan melakukan pengukuran secara langsung terhadap lingkar dada, panjang skrotum dan lingkar skrotum. Pengukuran lingkar dada dilakukan dengan cara melingkarkan pita ukur pada bagian dada dibelakang bahu. Pengukuran panjang skrotum dilakukan mulai dari pangkal skrotum sampai ujung skrotum sedangkan untuk pengukuran lingkar skrotum dilakukan dengan mengukur bagian terlebar dari skrotum pada posisi ternak berdiri normal dengan menggunakan pita ukur.

Analisis Data

Data penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis korelasi dan regresi sederhana. Analisis korelasi yang digunakan adalah analisis koefisien korelasi (r) yaitu merupakan nilai tingkat keeratan hubungan antara peubah bebas (X) dengan peubah tak bebas (Y) dan analisis koefisien determinasi (r^2) yaitu menyatakan besarnya peubah X yang mempengaruhi peubah Y. Adapun peubah X adalah lingkar skrotum dan peubah Y adalah bobot badan (Saputra, 2017). Berikut rumus yang digunakan:

$$r = \frac{n\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{n\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\}\{n\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan:
r = koefisien korelasi
n = jumlah ternak
x = variabel bebas (Lingkar skrotum dan panjang skrotum)
y = variabel terikat (Bobot badan)

Menurut Saputra (2017), persamaan garis regresi adalah y = a + bx. Nilai koefisien regresi (b), digunakan rumus sebagai berikut:

$$b = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{n\,\Sigma x2 - (\Sigma x)}$$

Nilai konstanta (a) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$a = \frac{\Sigma y - b\Sigma x}{n}$$

Keterangan :

x = variabel bebas

y = variabel terikat

a = nilai konstanta

b = nilai koefisien regresi

n = jumlah data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot badan (BB) mempunyai hubungan yang positif dengan lingkar skrotum (LS) dan erat hubungannya dengan potensi produksi semen seekor pejantan. Rerata bobot badan dan ukuran skrotum ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata bobot badan dan ukuran skrotum sapi Bali, Sumbawa dan persilangannya.

No.	Bangsa	Jumlah	Bobot badan (kg)	Ukuran skrotum	
				Lingkar skrotum (cm)	Panjang skrotum (cm)
1	Bali	27	234,85±71,27 (27)	25,93±2,34	16,30±3,10
2	Sumbawa	10	339,10±36,69 (10)	28,10±1,20	18,80±4,54
3	Persilangan	7	284,14±77,62 (7)	26,86±2,19	18,71±2,29

Bobot Badan

Data yang didapatkan di lapangan menunjukkan bahwa, rerata bobot badan pada ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangan berturut-turut 234,85±71,27 kg; 339,10±36,69 kg dan 284,14±77,62 kg. Sapi Sumbawa memiliki bobot badan yang lebih tinggi dibandingkan sapi Bali, sedangkan sapi hasil persilangan berada diantara sapi Bali dan Sumbawa. Hasil ini menunjukkan bahwa rerata bobot badan setiap bangsa berbeda, ini sesuai dengan pendapat Rianto dan Purbowati (2011), menjelaskan bahwa pertambahan bobot badan sapi ditentukan oleh berbagai faktor terutama jenis kelamin, jenis sapi, umur, ransum atau pakan yang diberikan dan teknik pengolahannya. Abidin (2002) menyatakan bahwa pertumbuhan bobot badan dan ukuran tubuh dipengaruhi oleh umur, dimana apabila umur meningkat sampai batas tertentu, maka ukuran tubuh dan bobot badan juga meningkat.

Hasil rerata bobot badan sapi Sumbawa, yaitu 339,10±36,69 kg, hasil yang didapatkan masih berada dibawah bobot badan menurut Dilaga *et al*. (2001) bahwa sapi Sumbawa jantan memiliki bobot badan dewasa 350 - 450 kg dan 400-600 kg, bahkan ada didapatkan sapi Sumbawa jantan dewasa memiliki bobot badan lebih dari 600 kg (Dilaga, 2014).

Bobot badan sapi Bali yang didapatkan, yaitu 234,85±71,27 kg, hasil ini masih sangat rendah dari pendapat Putra (2017) bahwa sapi Bali memiliki bobot badan rata-rata 310 kg. Pertumbuhan sapi Bali sangat lambat, tetapi pada akhirnya dapat mencapai berat 375 kg (Anonim, 2012).

Lingkar Skrotum

Hasil rerata untuk lingkar skrotum ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangan berturut-turut 25,93±2,34 cm; 28,10±1,20 cm dan 26,86±2,19 cm. Menurut Kuswahyuni (2008) bahwa ukuran lingkar skrotum dipengaruhi oleh bangsa dan bobot badan. Bangsa Taurus cenderung memiliki bobot badan dan lingkar skrotum lebih besar dari bangsa Indicus.

Hasil rerata lingkar skrotum yang didapatkan pada sapi Bali, yaitu 25,93±2,34 cm, hasil ini tidak begitu jauh dari hasil-hasil penelitian sebelumnya. Nilai rata-rata lingkar skrotum pada sapi Bali hasil penelitian Soeroso dan Duma (2006) pada umur 2-3,5 tahun memiliki ukuran lingkar skrotum terkecil yaitu 26 cm dan terbesar 46 cm. Hasil penelitian Ratnawati dan Affandhy (2013) bahwa lingkar skrotum sapi Bali sebesar 22,1±2,7 cm.

Nilai rerata lingkar skrotum yang didapatkan pada sapi Sumbawa, sebesar 28,10±1,20 cm. Nilai ini relatif sama dengan hasil penelitian Said dkk., (2016) yaitu pada sapi pejantan Sumba Ongol memiliki rataan lingkar skrotum sebesar 27,86 cm sampai dengan 30,46 cm, tetapi lebih tinggi dibandingkan dengan pendapat Dilaga dan Arman (2005) nilai rata-rata lingkar skrotum sapi Sumbawa yaitu 23,7±2,5 cm. Sedangkan menurut Wildeus dan Entwistle (1982), ukuran lingkar skrotum pada sapi *Bos indicus* umur 19 bulan dan bobot badan 237 kg memiliki lingkar skrotum sebesar 23,8 cm; sedangkan umur 29 bulan dengan bobot badan 342 kg memiliki lingkar skrotum 28,3 cm; dan umur 44 bulan memiliki lingkar skrotum 33,5 cm untuk bobot badan 499 kg.

Menurut Prayogo dkk. (2013) menyatakan bahwa nilai rerata lingkar skrotum sapi Sumbawa masih sangat rendah dibandingkan dengan sapi *Bos taurus*, yaitu Limousin dan Simmental sebesar 36,57 ± 2,20 cm dan 40,58 ± 2,11 cm. Sapi Simmental berkisar antara 33,75±0,82 cm sampai 39,01±0,73 cm (Ningrum dkk., 2008). Coulter dan Keller (1982) menyatakan bahwa ukuran lingkar skrotum sapi *Bos taurus* umur 12 bulan, yaitu 32 cm (Limousin), 34 cm (Hereford dan Shorthorn), 35 cm (Charolais), 36 cm (Aberdeen Angus) dan 38 cm (Simmental).

Menurut Kuswahyuni (2008) bahwa ukuran lingkar skrotum relatif berbeda menurut bangsa dan bobot badannya. Bangsa *Taurus* cenderung memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dari bangsa *Indicus*, dengan demikian terdapat perbedaan pada ukuran testis. Perbedaan ukuran lingkar skrotum ini menunjukkan bahwa ukuran lingkar skrotum dipengaruhi oleh bangsa sapi, namun untuk bangsa yang sama, maka perbedaan yang terjadi pada lingkar

skrotum adalah akibat perbedaan umur. Dengan semakin dewasa umur, semakin besar pula ukuran skrotum dan ini terjadi sampai umur tertentu.

Panjang Skrotum

Skrotum adalah kantong pembungkus testis. Skrotum terdiri atas kulit yang ditutupi bulu-bulu halus, *Tunica dartos* dan *Tunica vaginalis propria*. Fungsi skrotum adalah mengatur temperatur testis dan epididimis melindungi dan menyokong testis supaya tetap pada temperatur 4-7 ˚C lebih rendah dari temperatur tubuh (Widayati *et al*, 2008). Fungsi skrotum adalah membantu memelihara suhu testis lebih rendah 7 ˚C dibawah dari suhu tubuh dengan jalan mengadakan pengkrutan dan pengendoran dari dinding skrotum tersebut, dengan demikian proses spermatogenesis dapat berjalan sempurna (Hardjopranjoto, 1995).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang skrotum pada ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan Persilangannya berturut-turut sebesar 16,30±3,10 cm; 18,80±4,54 cm dan 18,71±2,29 cm. Hasil ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan panjang skrotum sapi Madura, yaitu antara 9,49-14,68 cm dengan rata-rata 11,9±1,41 cm (Wijono 1998). Hal ini terjadi dimungkinkan karena perbedaan waktu saat pengukuran berlangsung, dimana saat melakukan pengukuran panjang skrotum dilakukan pada siang hari sehingga hasil yang didapatkan jauh lebih tinggi.

Perbedaan ukuran panjang skrotum setiap ternak ataupun bangsa ini dikarenakan mekanisme pengaturan panas atau termoregulator dilakukan oleh *musculus cremaster externus* dan *musculus cremaster internus*. Kedua *musculus* ini akan menarik testis ke atas mendekati rongga perut untuk mendapat pemanasan. *Tunika dartos* menarik testis mendekati perut sehingga permukaan testis menjadi lebih kecil dan melipat untuk mencegah pengeluaran panas, sehingga membuat ukuran skrotum memendek (mengecil). Sedangkan pada saat kedua otot ini relaksasi maka testis akan turun menjauhi perut dan permukaan mengembang untuk mempercepat pengeluaran panas, hal ini akan membuat ukuran skrotum semakin panjang (Widayati *et al*., 2008).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada korelasi antara bobot badan dengan lingkar skrotum dan juga korelasi antara bobot badan dengan panjang skrotum pada ketiga bangsa sapi yang diteliti, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangan, seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Koefisien korelasi, determinasi dan persamaan regresi bobot badan dengan lingkar skrotum dan bobot badan dengan panjang skrotum pada sapi Bali, Sumbawa dan persilangannya.

No.	Bangsa	Hubungan bobot badan dengan lingkar skrotum			Hubungan bobot badan dengan panjang skrotum		
		R	r^2	Persamaan regresi	r	r^2	Persamaan regresi
1	Bali	0,30	0,09	Y = 23,577 + 0,01X	0,11	0,01	Y= 15,215 + 0,005X

2	Sumbawa	0,17	0,03	Y = 26,065 + 0,006X	0,01	0,00	Y= 18,514 + 0,001X
3	persilangan	0,19	0,04	Y = 25,436 + 0,005X	-0,42	0,17	Y= 22,202 - 0,012X

Keterangan:

r = Koefisien Korelasi

r^2 = Koefisien Determinasi

Y = Lingkar skrotum dan panjang skrotum

X = Bobot badan

Hubungan Bobot Badan dengan Lingkar Skrotum

Nilai koefisien korelasi (r) pada ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan persilangan = 0,30; 0,17 dan 0,19. Nilai koefisien korelasi pada sapi Bali termasuk rendah sedangkan pada sapi Sumbawa dan persilangannya sangat rendah, artinya keeratan hubungan antara bobot badan (X) dengan lingkar skrotum (Y) adalah rendah pada sapi Bali dan sangat rendah pada sapi Sumbawa dan persilangannya. Tingkat korelasi yang rendah dan sangat rendah disebabkan oleh umur ternak yang sudah tua, dimana pada umur tersebut pertambahan BB ternak lebih banyak dipengaruhi oleh deposisi lemak.

Pada umur dewasa tubuh, pertumbuhan organ dan tulang sudah optimum, pertumbuhan otot sudah berkurang dan deposisi lemak terjadi secara cepat (Judge *et al*., 1989). Knight *et al.* (1984) menyatakan bahwa ukuran testis berkorelasi dengan bobot badan sesuai dengan bertambahnya umur sampai umur tertentu. Pertambahan umur ternak akan mempengaruhi pertambahan ukuran lingkar skrotum. Ukuran lingkar skrotum akan terus bertambah dan mencapai ukuran dan besar yang maksimum pada saat ternak mencapai umur tertentu.

Nilai koefisien korelasi pada ketiga bangsa, sangat rendah dan jauh berbeda dengan penelitian Kostaman *et al*. (2004) pada kambing jantan muda berumur kurang lebih 11 bulan yang melaporkan adanya korelasi sangat kuat dan sangat signifikan antara bobot badan dengan lingkar skrotum, dengan koefisien korelasi r = 0,99.

Koyuncu *et al*. (2005) melaporkan bahwa pada domba Kivircik muda terdapat korelasi sangat nyata antara bobot badan dengan lingkar skrotum sebesar r = 0,845. Hasil yang sejalan dilaporkan Wahid dan Yunus (1991) pada kambing Kacang, persilangan kambing Anglo Nubian X Kacang dan persilangan kambing Saanen X Kacang, yang menyatakan bahwa korelasi antara bobot badan dengan lingkar skrotum berturut-turut sebesar 0,90; 0,88; dan 0,88.

Nilai koefisien korelasi antara bobot badan dan lingkar skrotum yang rendah dan sangat rendah disebabkan oleh umur ternak yang sudah tua, sehingga proses pertumbuhan sudah berhenti, seperti yang dijelaskan oleh Sumardianto *et al.* (2013) melaporkan bahwa *meat bone ratio* kambing Kejobong jantan umur lebih dari 1 tahun (*poel* 1) adalah 2,87 dengan persentase tulang 26,01% dari bobot karkas. Semakin besar angka *meat bone ratio* menunjukkan komposisi daging, lemak dan jaringan ikat pada karkas ternak tersebut semakin besar dibandingkan komposisi tulangnya. Dengan demikian bobot badan pada sapi Bali, Sumbawa dan persilangan yang sudah dewasa/tua tidak berhubungan dengan faktor ukuran lingkar skrotum, tetapi dipengaruhi oleh faktor lain diantaranya adalah kecepatan deposisi lemak. Kecepatan deposisi lemak tiap individu berbeda-beda dipengaruhi oleh faktor genetik, pakan, dan manajemen. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya variasi bobot badan pada sapi Bali, Sumbawa maupun persilangannya.

Nilai koefisien determinasi pada ketiga bangsa, yaitu sapi Bali, Sumbawa dan Persilangannya, secara berturut-turut sebesar r^2 = 0,09; 0,03 dan 0,04. Nilai koefisien determinasi pada sapi Bali (r^2) = 0,09 yang artinya variasi lingkar skrotum (Y) dapat diterangkan oleh bobot badan (X) sebesar 9%, begitupun dengan sapi Sumbawa sebesar 3% dan persilangan sebesar 4%.

Hubungan Bobot Badan dengan Panjang Skrotum

Nilai koefisien korelasi antara bobot badan dan panjang skrotum, yaitu r = 0,11; 0,01 dan -0,42. Nilai koefisien korelasi pada sapi Bali dan Sumbawa termasuk sangat rendah sedangkan pada sapi persilangan mimiliki korelasi yang negatif. Artinya keeratan hubungan antara bobot badan (X) dengan lingkar skrotum (Y) adalah sangat rendah pada sapi Bali dan Sumbawa korelasi yang negatif pada sapi persilangan. Dengan persamaan regresi berturut-turut yaitu, Y = 15,215 + 0,005X; Y = 18,514 + 0,001X dan Y = 22,202 – 0,012X.

Nilai koefisien determinasi pada ketiga bangsa, yaitu Bali, Sumbawa dan Persilangannya, secara berturut-turut sebesar r^2 = 0,01; 0,00 dan 0,17. Nilai koefisien determinasi pada sapi Bali (r^2) = 0,01 yang artinya variasi panjang skrotum (Y) dapat diterangkan oleh bobot badan (X) sebesar 1%, begitupun dengan sapi Sumbawa sebesar 0% dan persilangan sebesar 17%.

Nilai koefisien korelasi yang didapatkan sangat rendah, bahkan ada nilainya negatif, ini dikarenakan bobot badan memang tidak memiliki hubungan atau keterkaitan dengan panjang skrotum, dimana panjang atau pendeknya ukuran skrotum dipengaruhi oleh suhu lingkungan/kandang. Jika suhu lingkungan tinggi maka ukuran skrotum akan semakin bertambah panjang dan apabila suhu lingkungan rendah maka ukuran skrotum akan semakin kecil (mengkerut). Hal ini terjadi karena skrotum memiliki fungsi sebagai pengatur temperatur testis dan epididimis, melindungi dan menyokong testis supaya tetap pada temperatur 4-7 ˚C lebih rendah dari temperatur tubuh (Widayati *et al*, 2008). Fungsi skrotum adalah membantu memelihara suhu testis lebih rendah 7 ˚C dibawah dari suhu tubuh dengan jalan mengadakan pengkrutan dan pengendoran dari dinding skrotum tersebut, dengan demikian proses spermatogenesis dapat berjalan sempurna (Hardjopranjoto, 1995).

Perbedaan ukuran panjang skrotum setiap ternak ataupun bangsa ini dikarenakan mekanisme pengaturan panas atau termoregulator dilakukan oleh *musculus cremaster externus* dan *musculus cremaster internus*. Kedua *musculus* ini akan menarik testis ke atas mendekati rongga perut untuk mendapat pemanasan. *Tunika dartos* menarik testis mendekati perut sehingga permukaan testis menjadi lebih kecil dan melipat untuk mencegah pengeluaran panas, sehingga membuat ukuran skrotum memendek (mengecil). Sedangkan pada saat kedua otot ini relaksasi maka testis akan turun menjauhi perut dan permukaan mengembang untuk mempercepat pengeluaran panas, hal ini akan membuat ukuran skrotum semakin panjang (Widayati *et al*., 2008).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah bobot badan memiliki korelasi yang positif dengan ukuran skrotum pada sapi Bali, Sumbawa dan persilangannya, nilai koefisien korelasi berturut-turut sebesar 0,30; 0,17; dan 0,19 dengan tingkat korelasi yang rendah dan sangat rendah.

Saran

Sebaiknya jumlah sampel yang digunakan lebih diperbanyak lagi sehingga data yang didapatkan lebih akurat dan mendakati nilai koefisien korelasi dari literature-literatur yang sudah ada sebelumnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih yang tidak terhingga kepada :

1. Bpk. Dr. Ir. Maskur, M.Si selaku Dekan Fakultas Peternakan Universitas Mataram.
2. Bpk. Dr. Ir. M. Ashari, M.Si selaku Ketua Program Studi Peternakan Fakultas Peternakan Universitas Mataram.
3. Ibu Ir. Lestari, MP selaku Ketua Laboratorium Pemuliaan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Mataram dan sekaligus sebagai dosen pembimbing pertama.
4. Bpk. Tapaul Rozi, S.Pt. M.Si selaku dosen pembimbing kedua.
5. Ibu Ir. Rahma Jan, MP selaku dosen penilai.
6. Kedua orang tua (Amaq Sapri dan Muliati) dan semua keluarga yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis.

Keluarga, saudara dan sahabat penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, Z. 2002. *Penggemukan Sapi Potong*. Agromedia Pustaka. Jakarta.

Anonim, 2012. *Sapi Bali Sumber Daya Genetik Asli Indonesia*. Pusat Kajian Sapi Bali. Universitas Udaya. Denpasar.

Coulter dan Keller. 1982. Pengembangan Usaha Ternak Sapi Potong Berorientasi Agribisnis dengan Pola Kemitraan. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 28(1):29-3.

Dilaga, S.H. 2001. *Beternak Sapi Hissar.* Akademika Pressindo. Jakarta.

Dilaga, S. H. 2014. *Sapi Sumbawa Sumber Daya Genetik Indonesia*. Pustaka Reka Cipta. Bandung.

Dilaga dan C. Arman. 2005. Performance Sapi Hissar. Tinjauan dari Aspek Pakan dan Reproduksi. Pusat Pengkajian dan Informasi Sapi Hissar (Punjahi) Fapet Unram.

Hardjopranjoto, S. 1995. *Ilmu Kemajiran Ternak*. Universitas Airlangga University Press. Surabaya.

Ihsan, M.N. 2010. *Ilmu Reproduksi Ternak Dasar*. Universitas Brawijaya Press (UB Press). Malang.

Ismaya. 2014. *Bioteknologi Inseminasi Buatan pada Sapi dan Kerbau (Biotechnology of Artificial Insemination on Cattle and Buffalo)*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Judge, M. D., E. D. Aberle, J. C. Forrest, H. B. Hedrick and R. A. Merkel. 1989. *Principles of Meat Science*. Kendall/Hunt Publishing Co. Iowa.

Knight, S. A., R. L. Baker, D. Gianola and J. B. Gibb. 1984. Estimates of heritabilities and of genetics and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. *J. Anim. Sci*. 58: 887-893.

Kostaman, T., M. Martawidjaja, I. Herdiawan, dan I. K. Sutama. 2004. Hubungan antara Lingkat Skrotum dengan Bobot Badan, Volume Semen, Motilitas Progresif dan Konsentrasi Spermatozoa pada Kambing Jantan Muda. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.

Koyuncu, M., S. K. Uzun and S. Duru. 2005. Development of Testicular Dimensions and Size, and Their Relationship to Age and Body Weight in Growing Kivircik (Western Thrace) Ram Lambs. Czech. *J. Anim. Sci*. 50: 243-248.

Kuswahyuni, I.S. 2008. Lingkar Skrotum, Volume Testis, Volume Semen dan Konsentrasi Spermatozoa pada Beberapa Bangsa Sapi Potong. *Agromedia*. 26 (1): 20-26.

Ningrum, A.P., Kustono, dan M. Hammam. 2008. Hubungan Antara Lingkar Skrotum dengan Produksi dan Kualitas Spermatozoa Pejantan Simmental Di Balai Inseminasi Buatan Ungaran Jawa Tengah. *Buletin Peternakan*. 32 (2): 85- 90.

Prayogo, K.U.E., T.R. Tagama, dan Maidaswar. 2013. Hubungan Ukuran Lingkar Skrotum dengan Volume Semen, Konsentrasi dan Motilitas Spermatozoa Pejantan Sapi Limousin dan Simmental. *Jurnal Ilmiah Peternakan*. 1 (3): 1050-1056.

Putra, Y. E., 2017. Struktur dan Dinamika Populasi Ternak Sapi Potong Di Kecamatan Payakumbuh Timur Kota Payakumbuh. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Payakumbuh.

Ratnawati, D. dan L. Affandhy. 2013. Performan Reproduksi Sapi Jantan dengan Pakan Berbasis Limbah Sawit. *Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. 49-52.

Rianto, E. dan E. Purbowati. 2011. *Panduan Lengkap Sapi Potong*. Cetakan 3. Swadaya. Jakarta

Said, S., P.P. Agung, W.P.B. Putra, S. Anwar, A.S. Wulandari, and A. Sudiro. 2016. Selection of Sumba Ongole (SO) Cattle Based on Breeding Value and Performance Test. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 41(4): 175-187.

Saputra, M. N. Ihsan dan N. Isnaini. 2017. Korelasi Antara Lingkar Skrotum dengan Volume Semen, Konsentrasi Dan Motilitas Spermatozoa Pejantan Sapi Bali. Vol 18, No. 2 pp. 47-53.

Sarlos, P., I. Egerszegi, O. Balogh, A. Molnar, S. Cseh and J. Ratky. 2013. Seasonal changes of scrotal circumference, blood plasma testosterone concentration and semen characteristics in Racka rams. *J. Small Rum. Res.* 111: 90-95.

Soeroso dan Y. Duma. 2006. Hubungan Antara Lingkar Skrotum dengan Karakteristik Cairan dan Spermatozoa dalam Cauda Epididymis pada Sapi Bali. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*. 31 (4): 219-223.

Sumardianto, T. A. P., E. Purbowati dan Masykuri. 2013. Karakteristik Karkas Kambing Kacang, Kambing Peranakan Ettawa dan Kambing Kejobong Jantan pada Umur Satu Tahun. *J. Anim. Agri*. 2: 175-182.

Wahid, A. S. and J. M. Yunus and M. Ariffiri. 1991. *Seasonality in Libido and Semen Production in Temprate Rams*. Proceeding Livestok and Feed Development in The Tropics. Malang.

Widayati, D.T., Kustono., Ismaya., S. Bintara. 2008. *Ilmu Reproduksi Ternak*. Fakultas Peternakan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Wijono, D. B. 1998. Peran Bobot Badan dan Ukuran Testes Sapi Potong Pejantan Terhadap Kemampuan Produksi dan Tingkat Kualitas Semen. *Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Grati Pasuruan. Hal. 228-232.

Wildeus dan Estwistle. 1982. Pengaruh Masa Kawin terhadap Ukuran Testis Pemacek. *Ilmu dan Peternakan* 6(2): 16-19.

EVALUASI KAPASITAS DAN ZONASI JARINGAN DRAINASE GUNA PENANGGULANGAN BANJIR TERPADU DI SISTEM DRAINASE ANCAR KOTA MATARAM

Capacity Evaluation and Zonation of Drainage Network for Intergrated Flood Control in The Ancar Drainage System, Mataram

Agustono Setiawan, Lalu Wirahman W., Bambang Harianto, Salehudin, Agus Suroso

Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia, Telp. +62-0370-636126

**email: agustonos@unram.ac.id*

ABSTRAK

Jaringan Drainase di Kota Mataram terbagi menjadi beberapa Sistem Drainase, salah satunya adalah Sistem Drainase Ancar (SDA), yaitu jaringan drainase yg bermuara ke Sungai Ancar. Pembangunan baru, perbaikan dan pemeliharaan jaringan drainase di sistem ini telah dilakukan oleh beberapa instansi baik Pemerintah Kota, Pemerintah Provinsi maupun Pemerintah Pusat, tetapi pembangunan dan perbaikan tersebut masih sering bersifat parsial atau belum terintegrasi dan komprehensif, sehingga banyak permasalahan genangan tidak terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu diperlukan pemetaan atau zonasi jaringan drainase guna mempermudah penataannya, serta perlu dilakukan evaluasi kapasitas jaringan drainase untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih dapat menampung debit air limpasan permukaan. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat zonasi (pemetaan dan pembagian daerah tangkapan hujan masing-masing saluran primer) dan mengevaluasi kapasitas atau kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air limpasan permukaan (banjir). Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan, yaitu: mengumpulkan data sekunder, survey lapangan, membuat zonasi jaringan drainase, menentukan kapasitas saluran drainase eksisting, menentukan debit air limpasan permukaan dan mengevaluasi kapasitas jaringan drainase. Kesimpulan dari penelitian ini adalah hasil pemetaan atau zonasi SDA terbagi menjadi 12 Blok Primer Jaringan Drainase di SDA Kanan (Utara) dan 11 Blok Primer di SDA Kiri (selatan), pembagian blok tersebut terbentuk berdasarkan topografi, pola aliran, daerah tangkapan hujan, dan saluran drainase eksisting, selain itu hasil evaluasi kapasitas atau kemampuan saluran drainase eksisting di SDA adalah semua saluran primer masih mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 5 tahun, sehingga dengan zonasi dan evaluasi kapasitas saluran drainase ini, perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase di SDA Kota Mataram dapat terintegrasi dan komprehensif, sehingga penanggulangan banjir dapat terarah secara menyeluruh sesuai prioritasnya.

Kata kunci: zonasi; drainase; banjir

ABSTRACT

Drainage Network in Mataram is divided into several Drainage Systems, one of which is the Ancar Drainage System (ADS), which is drainage network that flows into the Ancar River. New construction, repair and maintenance of drainage networks in this system have been carried out by several agencies, both the City Government, the Provincial Government and the Central Government, but these developments and improvements are still often partially or not integrated and comprehensive, so many inundation problems are not resolved properly. Therefore, mapping or zonation of the drainage network is needed in order to facilitate its arrangement, and it is necessary to evaluate the capacity of the drainage network to determine whether the existing drainage can still accommodate surface runoff discharge. The purpose of this study is to make zonation (mapping and distribution of the catchment area of each primary channel) and evaluate the capacity or ability of drainage channels to accommodate surface runoff (flood) discharge. This research was conducted in several stages, namely: collect secondary data, survey, make zonation of drainage networks, determine the capacity of existing drainage channels, determine surface runoff discharge and evaluate drainage network capacity. The first conclusion of this study is the results of mapping or zonation of ADS divided into 12 Primary Blocks of Drainage Network in Right ADS (Northern) and 11 Primary Blocks in Left ADS (southern), that these blocks are formed based on topography, flow patterns, catchment areas. And the second conclusion, the results of the the capacity evaluation for existing drainage channels in ADS are all primary channels still able to accommodate flood discharge with a return period of 5 years, so that by zonation and the capacity evaluation of this drainage channel, development planning and maintenance of drainage networks at ADS can be integrated and comprehensive, so that flood mitigation can be carried out according to its priorities.

Keywords: zonation; drainage; flood

PENDAHULUAN

Permasalahan banjir atau genangan di Kota Mataram masih menjadi permasalahan yang perlu diperhatikan lebih serius. Banjir atau genangan itu terjadi di beberapa titik lokasi di Kota Mataram, termasuk di Sistem/jaringan Drainase Ancar. Perkembangan dan pembangunan wilayah di Sistem Drainase Ancar meningkat cukup cepat, sehingga hal tersebut menyebabkan terjadinya alih fungsi lahan, dari lahan pertanian atau lahan hijau menjadi lahan perumahan, jalan raya, sarana perekonomian dan bangunan-bangunan lainnya. Salah satu akibat dari hal tersebut adalah menimbulkan permasalahan bertambahnya air limpasan permukaan atau genangan bahkan banjir di beberapa tempat di wilayah ini, karena kurang diimbangi dengan penataan, pembangunan dan pemeliharaan sistem drainase (sistem pembuangan air) kota yang terintegrasi dan komprehensif. Permasalahan genangan atau banjir mengakibatkan rasa kurang nyaman, lingkungan kotor, timbulnya berbagai penyakit dan dampak buruk lainnya.

Terdapat lima sungai di Kota Mataram, yaitu Sungai Unus, Sungai Mapak, Sungai Ancar, Sungai Jangkok, dan Sungai Meninting, sehingga setiap air hujan yang menjadi air limpasan permukaan akan mengalir ke salah satu dari lima sungai tersebut, oleh karena itu sistem drainase di Kota Mataram dibagi menjadi lima sistem drainase, yaitu sistem drainase Unus, Mapak, Ancar, Jangkok, dan Meninting. Sistem Drainase Ancar terletak di daerah aliran Sungai Ancar sebelah kanan dan kiri, memanjang/berjajar dari timur ke barat mulai dari Kelurahan Selagalas (Kecamatan Cakranegara) dan Kelurahan Bertais (Kecamatan Sandubaya) sampai Kelurahan Ampenan Selatan (Kecamatan Ampenan) dan Kelurahan Tanjung Karang Permai (Kecamatan Sekarbela). Jaringan drainase di sistem Ancar Kanan ini

tersebar di 4 (empat) wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Sandubaya bagian utara, Kecamatan Cakranegara bagian utara, Kecamatan Selaparang dan Kecamatan Mataram. Sedangkan jaringan drainase di sistem Ancar Kiri ini tersebar di 4 (empat) wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Sandubaya bagian tengah, Kecamatan Cakranegara bagian tengah, Kecamatan Mataram bagian utara dan Kecamatan Sekarbela bagian utara

Kondisi saluran drainase di sistem drainase Ancar ini masih ada yang kondisinya baik, tetapi banyak juga saluran yang tidak berfungsi dengan baik. Permasalahan banjir/genangan di Sistem Drainase Ancar terjadi di pertigaan Bertais, Jl. Selaparang, Jl. Pejanggik, Jl. Catur Warga, Jl. Swa Karya, Jl. Airlangga dan berapa lokasi lainnya. Genangan ini mengakibatkan kondisi kurang nyaman di perumahan penduduk, transportasi terganggu dan terganggunya daerah perekonomian serta menjadi sumber penyakit. Pembangunan baru, perbaikan dan pemeliharaan saluran drainase telah dilakukan oleh beberapa instansi baik Pemerintah Kota, Pemerintah Provinsi maupun Pemerintah Pusat, tetapi pembangunan dan perbaikan tersebut masih sering bersifat parsial atau belum komprehensif, sehingga banyak permasalahan genangan berpindah tempat dan tidak terselesaikan dengan baik.

Untuk itu perlu dilakukan evaluasi kinerja jaringan drainase untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih dapat menampung debit air limpasan permukaan dengan kondisi daerah tangkapan saat ini. Saluran drainase yang tidak mampu menampung debit air limpasan permukaan disebabkan oleh tiga kemungkinan yang terjadi, yaitu kapasitas jaringan/saluran yang menurun, debit air limpasan permukaan yang meningkat, atau kombinasi dari kedua-duanya. Selain itu diperlukan juga pemetaan atau zonasi jaringan drainase dan daerah tangkapan hujannya di sistem drainase Ancar guna mempermudah penataan jaringan drainase, sehingga pembangunan dan pemeliharaan saluran drainase lebih terintegrasi dan komprehensif dan akhirnya lokasi dan kejadian banjir dapat di minimalisir.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dilakukan penelitian dengan judul "*Evaluasi Kapasitas dan Zonasi Jaringan Drainase guna Penanggulangan Banjir Terpadu di Sistem Drainase Ancar Kota Mataram*".

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

a. membuat zonasi (pemetaan dan pembagian daerah tangkapan hujan masing-masing saluran serta jaringan drainase eksisting) di Sistem Drainase Ancar.
b. mengevaluasi kinerja atau kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air limpasan permukaan (banjir) di Sistem Drainase Ancar

Dengan dua tujuan di atas, perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase di sistem drainase Ancar Kota Mataram dapat terintegrasi dan komprehensif, sehingga penanggulangan banjir atau genangan dapat terarah secara menyeluruh sesuai prioritasnya. Hasil penelitian ini dapat menjadi pertimbangan bagi pihak yang mengelola jaringan drainase di Sistem Drainase Ancar, baik Pemerintah Kota, Pemerintah Provinsi maupun Pemerintah Pusat, dalam merencanakan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase yang terintegrasi dan komprehensif, sehingga dapat menanggulangi banjir di wilayah ini secara terarah dan menyeluruh sesuai dengan prioritasnya.

METODOLOGI

Penelitian Evaluasi Kinerja Jaringan dan Zonasi Sistem Drainase Ancar guna Penanggulangan Banjir yang Terintegrasi di Kota Mataram ini adalah bagian dari perjalanan penelitian (road map) tim peneliti, dalam upaya pengkajian penanggulangan permasalahan banjir atau genangan di Kota Mataram. Terdapat lima sistem drainase di Kota Mataram, yaitu sistem drainase Unus, Mapak, Ancar, Jangkok, dan Meninting. Untuk menanggulangi banjir di Kota Mataram diperlukan tahapan penelitian zonasi dan evaluasi kinerja jaringan drainase di semua sistem drainase yang ada di Kota Mataram, kemudian tahapan identifikasi dan kajian potensi daerah resapan air guna pengurangan debit limpasan air (banjir) di Kota Mataram dan tahapan berikutnya kajian potensi kolam detensi (tampungan banjir) di Kota Mataram, serta kajian skenario alternatif penanggulangan banjir yang komprehensif dan terintegrasi di Kota Mataram. Dengan tahapan penelitian yang direncanakan tersebut, diharapkan bencana banjir di Kota Mataram mendapatkan penanggulangan yang komprehensif dan terintegrasi.

Xian, dkk., (2007) menyimpulkan bahwa urbanisasi telah mengubah bentang alam menjadi permukaan tahan antropogenik. Penggunaan lahan perkotaan telah menjadi kekuatan pendorong utama untuk tutupan lahan dan perubahan penggunaan lahan di DAS Tampa Bay di Florida barat-tengah. Studi ini menyelidiki perubahan penggunaan lahan kota dan dampaknya terhadap DAS. Menurut Meierdiercks, dkk., (2010), klasifikasi penggunaan lahan dan jaringan drainase perkotaan berdampak pada banjir perkotaan, studi banjir perkotaan telah mengaitkan tingkat keparahan banjir dengan persen kedap air atau klasifikasi penggunaan lahan dari suatu daerah aliran sungai, tetapi relatif sedikit perhatian, telah diberikan kepada dampak jaringan drainase perkotaan pada respons hidrologi. Jaringan drainase, yang dapat mencakup pipa banjir, saluran permukaan, talang jalan, dan kolam manajemen banjir, diperiksa di daerah aliran sungai Dead Run.

Ningrui, dkk., (2010) menyimpulkan bahwa ekspansi perkotaan memiliki dampak signifikan pada badan air permukaan Wuhan dan zona riparian mereka. Pengurangan, hilangnya dan pencemaran air permukaan dapat berkontribusi pada rendahnya penilaian badan air, sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya dampak lebih lanjut. Perencanaan tata guna lahan dan sistem pengelolaan dan penggunaan lahan yang integratif dan proaktif di tingkat strategis regional dan tingkat tindakan lokal dianggap penting jika sistem air permukaan ingin dilestarikan dan ditingkatkan. Peningkatan pengakuan akan nilai sosial dan ekologisnya harus tercermin dalam perhatian yang lebih terinci terhadap persyaratan spasial badan air dan wilayah tepi sungai dalam kebijakan perencanaan kota.

Abbas, dkk., (2012) mengembangkan metodologi untuk menilai keberlanjutan sistem drainase perkotaan. Metode ini terutama terdiri dari dua pendekatan. Pendekatan pertama memfasilitasi identifikasi kriteria dan indikator. Pendekatan kedua menilai kinerja Sistem Drainase Perkotaan. Metodologi ini menyediakan serangkaian indikator untuk aplikasi operasional di Sistem Drainase Perkotaan.

Muttaqin (2006) melakukan penelitian di Perumahan Josroyo Indah yang terletak di Kelurahan Jaten, Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar. Penelitian yang dilakukan adalah mengevaluasi kinerja sistem jaringan drainase berdasarkan konsep drainase yang berkelanjutan berbasis pada partisipasi masyarakat. Penelitian Muttaqin bertujuan untuk menemukan tingkat pemahaman masyarakat akan fungsi sistem drainase yang berkelanjutan serta tingkat kepedulian masyarakat dalam pengelolaan sistem jaringan drainase serta mengevaluasi kinerja

sistem jaringan drainase di Perumahan Josroyo Indah. Hasil penelitian tersebut menunjukkan Kinerja sistem jaringan drainase di Perumahan Josroyo Indah adalah baik, kondisi komponen menunjukkan angka 87,35 %. Meskipun demikian tetap harus dilakukan rehabilitasi pada saluran yang rusak dan tersumbat sedimentasi.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu *drainage* mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase dapat didefinisikan sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan atau lahan, sehingga fungsi kawasan atau lahan tidak terganggu (Suripin, 2007).

Selain itu, drainase dapat juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah. Jadi, drainase tidak hanya menyangkut air permukaan tapi juga air tanah. Sesuai dengan prinsip sebagai jalur pembuangan maka pada waktu hujan, air yang mengalir di permukaan diusahakan secepatnya dibuang agar tidak menimbulkan genangan yang dapat mengganggu aktivitas dan bahkan dapat menimbulkan kerugian (Kodoatie, 2005).

Adapun fungsi drainase menurut Kodoatie (2005) adalah:

1. Membebaskan suatu wilayah (terutama yang padat dari permukiman) dari genangan air, erosi dan banjir.
2. Karena aliran lancar maka drainase juga berfungsi memperkecil resiko kesehatan lingkungan, bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
3. Kegunaan tanah permukiman padat akan menjadi lebih baik karena terhindar dari kelembaban.
4. Dengan sistem yang baik tata guna lahan dapat dioptimalkan dan juga memperkecil kerusakan-kerusakan struktur tanah untuk jalan dan bangunan lainnya.

Bangunan dari sistem drainase pada umumnya terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*), dan badan air penerima (*receiving waters*).

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan agar tujuan yang diharapkan dapat tercapai, adapun tahapan penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

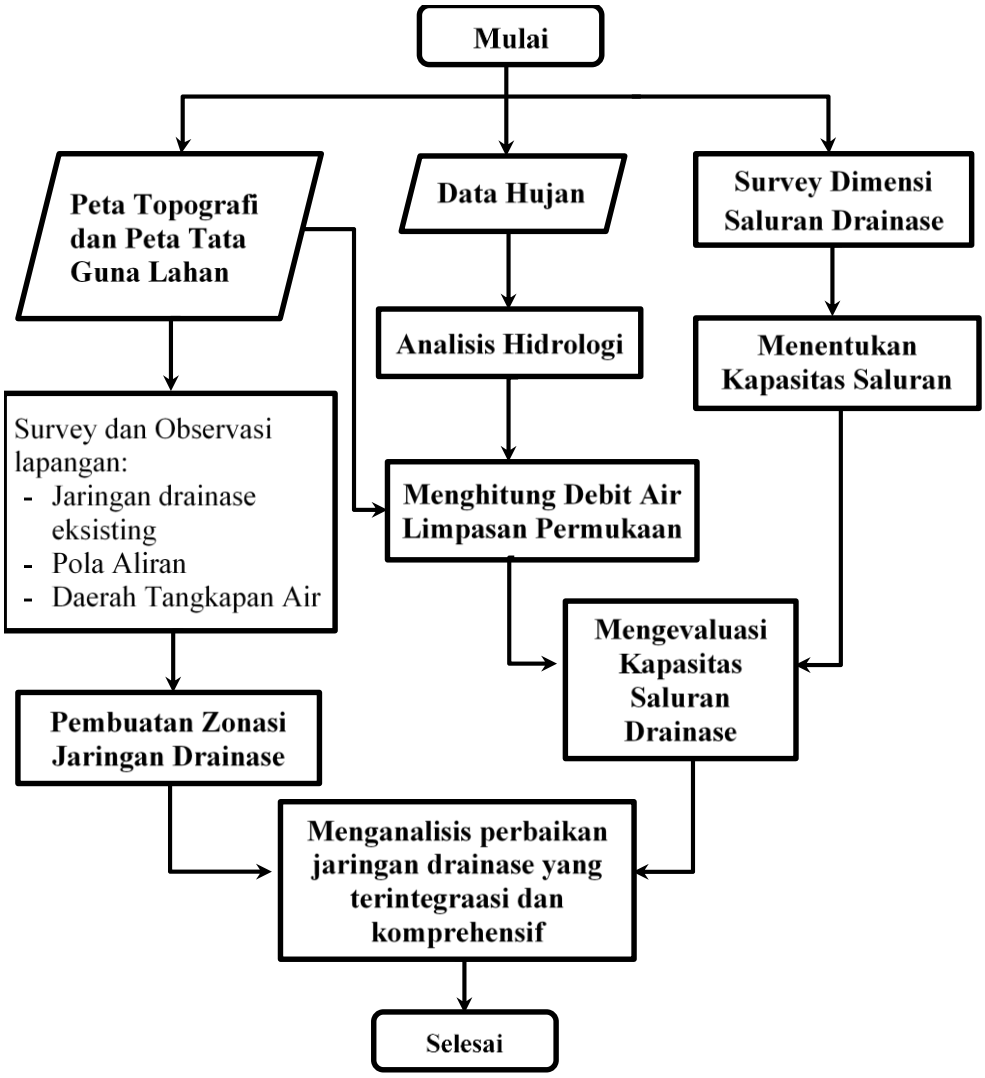
1. Mengumpulkan data sekunder, yang terdiri dari peta topografi dan peta tata guna lahan daerah kajian, serta data hujan maksimum harian
2. Survey dan observasi lapangan, untuk mengetahui jaringan drainase eksisting, pola aliran dan daerah tangkapan hujan, serta dimensi saluran drainase eksisting.
3. Membuat zonasi atau pemetaan jaringan drainase
4. Menentukan kapasitas masing-masing saluran drainase eksisting
5. Menentukan debit air limpasan permukaan di masing-masing daerah tangkapan hujan
6. Mengevaluasi saluran drainase, apakah kapasitasnya masih dapat menampung debit air limpasan permukaan.

   Evaluasi saluran drainase dilakukan pada masing-masing Blok Primer yang telah tersusun pada tahap Zonasi atau pemetaan sistem drainase. Tujuan evaluasi saluran drainase ini untuk mengetahui apakah saluran drainase tersebut masih dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun, dengan cara membandingkan debit kapasitas saluran yang dihitung berdasarkan kondisi eksisting

dengan debit banjir Q_{2th} dan Q_{5th} yang dihitung berdasarkan besarnya curah hujan, tata guna lahan dan topografi daerah tangkapan hujannnya Bila debit Q kapasitas saluran lebih besar dari pada debit banjr Q_{2th} dan Q_{5th} disimpulkan bahwa saluran drainase masih mampu menampung debit banjir, sedangkan bila debit Q kapasitas saluran lebih kecil dari pada debit banjr Q_{2th} maka disimpulkan air akan meluap di saluran tersebut bila ada debit banjir sebesar itu.

7. Menganalisis perbaikan jaringan drainase yang terintegrasi dan komprehensif

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat digambarka seperti diagram alir pelaksanaan penelitian seperti Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, maka dalam penyampaian hasil dan pembahasan dibuat beberapa tahapan, yaitu:

1. Pengumpulan data sekunder
2. Pola aliran dan daerah tangkapan hujan,

3. Zonasi atau pemetaan jaringan drainase
4. Kapasitas saluran drainase eksisting
5. Debit air limpasan permukaan
6. Evaluasi saluran drainase
7. Perbaikan jaringan drainase

Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data hujan, peta topografi dan peta tata guna lahan. Data curah hujan merupakan data yang sangat penting dalam analisis hidrologi, karena data ini merupakan input (masukan) air di suatu wilayah atau daerah aliran sungai. Data hujan sangat dibutuhkan dalam perancangan debit untuk menentukan dimensi saluran drainase. Perhitungan debit banjir diperoleh dari mengolah data hujan harian. Data tersebut diolah menjadi hujan rencana. Untuk mendapatkan debit banjir rencana digunakan Metode Rasional.

Dalam penelitian ini digunakan data curah hujan harian dari 2 (dua) stasiun hujan yaitu stasiun hujan Bertais dan stasiun hujan Monjok. Data hujan yang diperoleh adalah data hujan harian selama 10 tahun yaitu dari tahun 2009 sampai tahun 2018. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian maksimum. Adapun hasil perhitungan curah hujan harian maksimum rerata dari 2 stasiun hujan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah Hujan Harian Maksimum Rerata (mm)

Tahun	Hujan Harian Maksimum (mm)
2009	62,50
2010	104,50
2011	48,00
2012	64,50
2013	48,00
2014	57,00
2015	104,00
2016	155,50
2017	76,50
2018	86,50

Sumber: Hasil Perhitungan

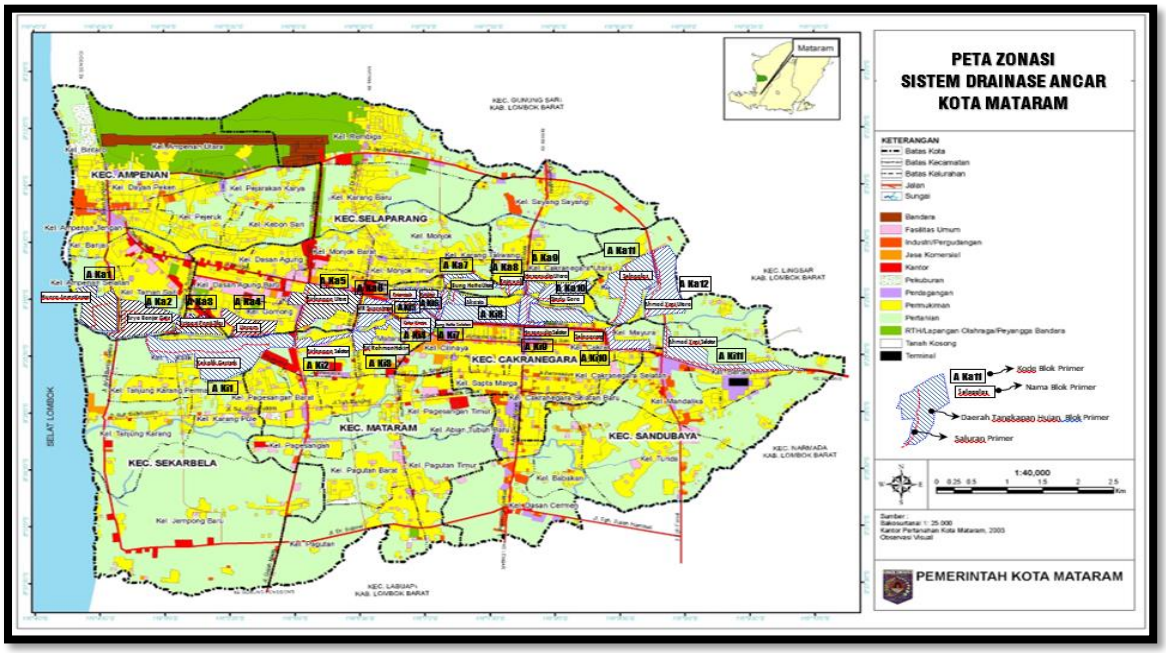
Data Peta Topografi digunakan untuk menentukan pola aliran, daerah tangkapan hujan (*catchment area*) dan menentukan elevasi serta kemiringan saluran. Peta Topografi yang digunakan dalam penelitian di dapat dari Pemerintah Kota Mataram. Peta tata guna lahan diperlukan untuk menentukan koefisien limpasan permukaan dan debit banjir rencana. Peta tata guna lahan diperoleh dari data citra satelit (Google Earth).

Pola aliran dan daerah tangkapan hujan

Pola aliran adalah sebuah rangkaian arah aliran air hujan yang jatuh di lahan dan mengalir secara alami (gravitasi) menuju ke badan air (sungai, laut, atau danau) di dalam daerah tangkapan hujan (*catchment area*). Pola aliran ditentukan berdasarkan peta topografi dan

survey ke lokasi. Pola aliran ini akan berperan menentukan zonasi (pemetaan) jaringan drainase.

Sedangkan daerah tangkapan hujan saluran adalah suatu bagian lahan yang bila air hujan jatuh di dalam lahan tersebut akan mengalir ke saluran tersebut. Daerah tangkapan hujan saluran ditentukan berdasarkan peta topografi dan survey ke lokasi. Daerah tangkapan hujan ini akan berperan menentukan debit banjir dan juga berperan dalam menentukan zonasi (pemetaan) jaringan drainase. Pola aliran dan daerah tangkapan hujan jaringan drainase pada Sistem Drainase Ancar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Zonasi Sistem Drainase Ancar Kanan
(Sumber: Hasil Survey)

Zonasi atau pemetaan Sistem Drainase Ancar

Sistem Drainase Ancar adalah kumpulan jaringan saluran drainase yang bermuara di Sungai Ancar. Sistem Drainase Ancar terdiri dari dua sistem, yaitu Sistem Drainase Ancar Kanan (sebelah utara Sungai Ancar) dan Sistem Drainase Ancar Kiri (sebelah selatan Sungai Ancar). Sistem Drainase Ancar Kanan adalah kumpulan jaringan drainase yang bermuara di Sungai Ancar sebelah kanan, sedangkan Sistem Drainase Ancar Kiri adalah kumpulan jaringan drainase yang bermuara di Sungai Ancar sebelah kiri. Sistem Drainase Ancar Kanan dan Kiri terdiri dari beberapa Blok Jaringan Saluran Drainase Primer (Blok Primer) yang masing-masing memiliki saluran primer yang bermuara ke Sungai Ancar.

Sistem Drainase Ancar Kanan

Sistem Drainase Ancar Kanan terletak di daerah aliran Sungai Ancar sebelah Kanan atau Utara dari Sungai Ancar, dan memanjang atau berjajar dari timur ke barat mulai dari Kelurahan Selagalas (Kecamatan Sandubaya) sampai Kelurahan Ampenan Selatan (Kecamatan Ampenan). Jaringan drainase di sistem Ancar Kanan ini tersebar di 6 (enam) wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Sandubaya bagian Utara, Kecamatan Cakranegara bagian Utara,

Kecamatan Mataram bagian Utara, Kecamatan Selaparang bagian Selatan, Kecamatan Ampenan bagian Selatan dan Kecamatan Sekarbela bagian Utara.

Berdasarkan survey, penentuan pola aliran dan daerah tangkapan hujan kondisi eksisting jaringan drainase, Sistem drainase Ancar Kanan ini terbagi menjadi 12 (dua belas) Blok Primer Jaringan Drainase, masing-masing Blok Primer mempunyai Saluran Primer yang outletnya (pembuangan akhir) ke Sungai Ancar sebelah kanan. Blok Primer jaringan drainase pada Sistem Drainase Ancar Kanan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Blok Primer pada Sistem Drainase Ancar Kanan

Blok Primer	Nama Blok Primer	Saluran Drainase Primer	Wilayah Daerah Tangkapan Hujan
A_{Ka} 1	Muara Ancar Kanan	Sal. Muara Ancar Kanan	Kel. Ampenan Selatan
A_{Ka} 2	Arya Banjar Getas	Sal. Arya Banjar Getas	Kel. Taman Sari
A_{Ka} 3	Irigasi Panji Tilar	Sal. Irigasi Panji Tilar	Kel. Kekalik Jaya
A_{Ka} 4	Unram	Sal. Unram	Kel. Gomong
A_{Ka} 5	Airlangga Utara	Sal. Airlangga Utara	Kel. Gomong, Mataram Barat
A_{Ka} 6	WR Supratman	Sal. WR Supratman	Kel. Mataram Timur, Pejanggik
A_{Ka} 7	Bung Hatta Utara	Sal. Bung Hatta Utara	Kel. Pejanggik
A_{Ka} 8	Rajawali	Sal. Rajawali	Kel. Karang Taliwang, Pejanggik
A_{Ka} 9	Hasanudin Utara	Sal. Hasanudin Utara	Kel. Cakranegara Utara
A_{Ka} 10	Sindu Gora	Sal. Sindu Gora	Kel. Cakranegara Utara
A_{Ka} 11	Selagalas	Sal. Selagalas	Kel. Selagalas
A_{Ka} 12	Ahmad Yani Utara	Sal. Ahmad Yani Utara	Kel. Selagalas

Sumber: Hasil survey

Sistem Drainase Ancar Kiri

Sistem Drainase Ancar Kiri merupakan jaringan drainase yang berada di daerah aliran Sungai Ancar sebelah kiri atau selatan, terletak memanjang/berjajar dari timur ke barat mulai dari Kelurahan Bertais (Kecamatan Sandubaya) sampai Kelurahan Tanjung Karang Permai (Kecamatan Sekarbela). Saluran utama/primer drainase pada jaringan sistem Ancar Kiri bermuara ke Sungai Ancar sebelah kiri (selatan). Sistem drainase Ancar Kiri ini tersebar di 4 (empat) wilayah kecamatan, yaitu Kecamatan Sandubaya bagian Utara, Kecamatan Cakranegara bagian Utara, Kecamatan Mataram bagian Utara, dan Kecamatan Sekarbela bagian Utara.

Berdasarkan survey kondisi eksisting, sistem drainase Ancar Kiri ini terbagi menjadi 11 (sebelas) Blok Primer Jaringan Drainase, masing-masing Blok Primer mempunya outlet (pembuangan akhir) ke Sungai Ancar sebelah kiri (selatan). Blok Primer jaringan drainase pada sistem drainase Ancar Kiri dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Blok Primer pada Sistem Drainase Ancar Kiri

Blok Primer	Nama Blok Primer	Saluran Primer Drainase	Wilayah Daerah Tangkapan Hujan
A_{Ki} 1	Kekalik Gerisak	Sal. Kekalik Gerisak	Kel. Kekalik Jaya, Punia
A_{Ki} 2	Airlangga Selatan	Sal. Airlangga Selatan	Kel. Punia
A_{Ki} 3	Arif Rahman Hakim	Sal. Arif Rahman Hakim	Kel. Mataram Timur, Pejanggik, Cakranegara Barat, Mayura
A_{Ki} 4	Catur Warga	Sal. Catur Warga	Kel. Pejanggik, Mataram Timur
A_{Ki} 5	Pejanggik	Sal. Pejanggik	Kel. Pejanggik
A_{Ki} 6	Pelikan	Sal. Pelikan	Kel. Pejanggik
A_{Ki} 7	Bung Hatta Selatan	Sal. Bung Hatta Selatan	Kel. Cakranegara Barat
A_{Ki} 8	Akasia	Sal. Akasia	Kel. Cakranegara Barat
A_{Ki} 9	Hasanudin Selatan	Sal. Hasanudin Selatan	Kel. Cakranegara Barat, Mayura
A_{Ki} 10	Selaparang	Sal. Selaparang	Kel. Mayura
A_{Ki} 11	Ahmad Yani Selatan	Sal. Ahmad Yani Selatan	Kel. Bertais, Mayura

Sumber: Hasil survey

Kapasitas Saluran Drainase Eksisting

Kapasitas saluran drainase merupakan kemampuan saluran drainase eksisting dalam menampung atau mengalirkan besarnya debit air. Kapasitas saluran drainase eksisting dihitung guna mengetahui apakah saluran tersebut masih mampu menampung debit banjir yang terjadi (pada tahap evaluasi saluran). Untuk mengetahui kapasitas saluran drainase diperlukan survey lapangan. Survey lapangan untuk memperoleh data dimensi saluran yang meliputi panjang saluran, kedalaman air di dalam saluran, tinggi sedimentasi di dalam saluran, lebar atas dan bawah saluran serta bentuk dan kondisi saluran, serta kemiringan dasar saluran. Perhitungan kapasitas saluran drainase Sistem Drainase Unus disajikan pada analisa/evaluasi masing-masing Blok Primer Jaringan Drainase.

Debit Air Limpasan Permukaan

Debit air limpasan permukaan dihitung berdasarkan besarnya hujan yang terjadi, topografi dan tata guna lahan. Perhitungan debit air limpasan permukaan di awali dengan perhitungan hujan rancangan. Dari data curah hujan harian maksimum rata-rata, selanjutnya dihitung parameter statistik untuk memilih sebaran yang cocok. Hasil analisis pemilihan jenis agihan hujan pada tabel di atas menunjukkan bahwa jenis agihan yang dipilih mendekati persyaratan Log Pearson Type III. Besar curah hujan rancangan dengan agihan Log Pearson Type III dapat dilihat pada Tabel 4. Debit limpasan permukaan dihitung dengan menggunakan Metode Rasional, perhitungan debit limpasan permukaan dihitung pada Tabel 5.

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Rancangan dengan agihan Log Pearson Type III

No	Kala Ulang (Tahun)	G	Curah Hujan Rancangan (mm)
1	2	0,079	77,68
2	5	0,800	102,16

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. Evaluasi Saluran Primer Sistem Drainase Ancar Kanan

Blok Primer		Saluran	Dimensi Saluran			Kemiringan Dasar Saluran	Q 2^{th}	Q 5^{th}	Q Sal.	Evaluasi	
			Lebar Atas (m)	Lebar Dasar (m)	Tinggi (m)		m^3/dt	m^3/dt	m^3/dt	Q 2^{th}	Q 5^{th}
A Ka	1	Sal. Muara Ancar Kanan	1,00	1,00	0,80	0,0033	0,59	0,77	0,84	memenuhi	memenuhi
A Ka	2	Sal. Arya Banjar Getas	2,50	2,50	0,50	0,0065	1,12	1,47	2,02	memenuhi	memenuhi
A Ka	3	Sal. Irigasi Panji Tilar	1,50	1,10	1,00	0,0034	0,40	0,53	1,67	memenuhi	memenuhi
A Ka	4	Sal. Unram	1,50	1,00	1,50	0,0051	1,44	1,89	3,68	memenuhi	memenuhi
A Ka	5	Sal. Airlangga Utara	1,20	1,20	1,20	0,0127	2,56	3,36	3,52	memenuhi	memenuhi
A Ka	6	Sal. WR Supratman	2,20	1,80	1,00	0,0033	1,48	1,95	2,97	memenuhi	memenuhi
A Ka	7	Sal. Bung Hatta Utara	1,00	1,00	1,00	0,0073	1,24	1,63	1,65	memenuhi	memenuhi
A Ka	8	Sal. Rajawali	0,80	0,80	0,60	0,0152	0,69	0,91	0,91	memenuhi	memenuhi
A Ka	9	Sal. Hasanudin Utara	1,00	1,00	0,80	0,0064	0,64	0,84	1,17	memenuhi	memenuhi
A Ka	10	Sal. Sindu Gora	0,80	0,80	0,70	0,0121	0,58	0,76	0,99	memenuhi	memenuhi
A Ka	11	Sal. Selagalas	1,00	1,00	1,50	0,0106	2,24	2,95	3,20	memenuhi	memenuhi
A Ka	12	Sal. Ahmad Yani Utara	2,00	2,00	2,50	0,0116	3,99	5,25	8,63	memenuhi	memenuhi

Sumber: Hasil perhitungan

Evaluasi Saluran Drainase

Evaluasi saluran drainase di Sistem Drainase Ancar dilakukan pada masing-masing Blok Primer yang telah tersusun pada tahap zonasi atau pemetaan sistem drainase. Tujuan evaluasi saluran drainase ini untuk mengetahui apakah saluran drainase tersebut masih dapat menampung debit banjir dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun, dengan cara membandingkan debit kapasitas saluran yang dihitung berdasarkan kondisi eksisting dengan debit banjir Q_{2th} dan Q_{5th} yang dihitung berdasarkan besarnya curah hujan, tata guna lahan dan topografi daerah tangkapan hujannnya. Bila debit Q kapasitas saluran lebih besar dari pada debit banjr Q_{2th} dan Q_{5th} disimpulkan bahwa saluran drainase masih mampu menampung debit banjir, sedangkan bila debit Q kapasitas saluran lebih kecil dari pada debit banjr Q maka disimpulkan air akan meluap di saluran tersebut bila ada debit banjir sebesar itu. Adapun hasil perhitungan evaluasi saluran drainase dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Hasil evaluasi kapasitas atau kemampuan saluran drainase eksisting di Sistem Drainase Ancar adalah semua saluran primer masih mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun, hal ini disebabkan pada satu tahun terakhir telah dilakukan pembangunan peningkatan kapasitas saluran drainase di Sistem Drainase Ancar.

Tabel 6. Evaluasi Saluran Primer Sistem Drainase Unus Kiri

Blok Primer		Saluran	Dimensi Saluran			Kemiringan Dasar Saluran	Q 2^{th}	Q 5^{th}	Q Sal.	Evaluasi	
			Lebar Atas (m)	Lebar Dasar (m)	Tinggi (m)		m^3/dt	m^3/dt	m^3/dt	Q 2^{th}	Q 5^{th}
A Ki	1	Sal. Kekalik Gerisak	1,30	1,30	1,60	0,0070	3,09	4,06	4,17	memenuhi	memenuhi
A Ki	2	Sal. Airlangga Selatan	0,90	0,90	1,00	0,0048	0,45	0,59	1,14	memenuhi	memenuhi
A Ki	3	Sal. Arif Rahman Hakim	1,20	1,20	2,30	0,0143	5,95	7,83	8,04	memenuhi	memenuhi
A Ki	4	Sal. Catur Warga	1,00	1,00	0,80	0,0109	0,20	0,27	1,52	memenuhi	memenuhi
A Ki	5	Sal. Pejanggik	0,80	0,80	0,80	0,0040	0,24	0,32	0,67	memenuhi	memenuhi
A Ki	6	Sal. Pelikan	1,00	1,00	1,20	0,0099	0,87	1,15	2,38	memenuhi	memenuhi
A Ki	7	Sal. Bung Hatta Selatan	1,00	1,00	0,80	0,0028	0,28	0,36	0,77	memenuhi	memenuhi
A Ki	8	Sal. Akasia	0,60	0,60	0,80	0,0068	0,24	0,31	0,57	memenuhi	memenuhi
A Ki	9	Sal. Hasanudin Selatan	1,00	1,00	1,00	0,0079	0,75	0,99	1,71	memenuhi	memenuhi
A Ki	10	Sal. Selaparang	0,60	0,60	0,80	0,0082	0,25	0,33	0,63	memenuhi	memenuhi
A Ki	11	Sal. Ahmad Yani Selatan	1,00	1,00	1,00	0,0206	1,55	2,04	2,76	memenuhi	memenuhi

Sumber: Hasil perhitungan

Perbaikan Jaringan Drainase

Untuk menanggulangi saluran drainase yang tidak dapat menampung banjir ini maka dapat dilakukan beberapa hal, yaitu: mengeruk/mengangkat sedimen di saluran, atau memperbesar dimensi saluran, atau mengalihkan aliran ke sistem yang bebannya kecil atau sungai terdekat, atau dengan mengurangi debit banjir ke saluran tersebut dengan membuat sumur resapan, membuat hutan atau taman kota, membuat tampuangan/kolam/polder. Penentuan cara penanggulangan yang tepat untuk suatu lokasi diperlukan kajian lebih mendalam berdasarkan kondisi di masing-masing lokasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari beberapa tahapan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa hasil pemetaan atau zonasi Sistem Drainase Ancar terbagi menjadi 12 Blok Primer Jaringan Drainase di Sistem Drainase Ancar Kanan (Utara) dan 11 Blok Primer di Sistem Drainase Ancar Kiri (selatan), pembagian blok tersebut terbentuk berdasarkan topografi, pola aliran, daerah tangkapan hujan, dan saluran drainase eksisting. Sedangkan hasil evaluasi kapasitas atau kemampuan saluran drainase eksisting di Sistem Drainase Ancar adalah semua saluran primer masih mampu menampung debit banjir dengan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun.

Dengan pemetaan (zonasi) dan evaluasi kapasitas saluran drainase ini, perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase di sistem Drainase Ancar Kota Mataram dapat terintegrasi dan komprehensif, sehingga penanggulangan banjir atau genangan dapat terarah secara menyeluruh sesuai prioritasnya.

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan bahwa perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase yang terintegrasi dan komprehensif sangat dibutuhkan di

Sistem Drainase Ancar. Dan hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi pengelola jaringan drainase di Sistem drainase Ancar, baik Pemerintah Kota, pemerintah Provinsi maupun Pemerintah Pusat, dalam perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jaringan drainase yang terintegrasi dan komprehensif, sehingga penanggulangan banjir dapat lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Mataram atas dana yang diberikan melalui sumber Dana DIPA BLU Skema Penelitian Peningkatan Kapasitas Universitas Mataram Tahun 2019 dengan nomor kontrak 2514 I/UN18.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Abbas, B., Marzouk Cherrared, Bernard Chocat, Frédéric Cherqui, Tarik Zekiouk. 2012. Decision support for sustainable urban drainage system management: A case study of Jijel, Algeria. *Journal of Environmental Management*, Volume 101, Pages 46-53

Kodoatie, R., Sugiyanto. 2005. *Banjir Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan*. http://pustaka.pu.go.id/files/pdf/Banjir.pdf. Diakses 30 September 2011.

Muttaqin, Adi Yusuf. 2006. *Kinerja Sistem Drainase yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat (Studi Kasus di Perumahan Josroyo Indah Jaten Kabupaten Karanganyar)*. Tesis, Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang

Meierdiercks, Katherine L., James A. Smith, Mary Lynn Baeck, and Andrew J. Miller. 2010. Analyses of Urban Drainage Network Structure and Its Impact on Hydrologic Response. *Journal of the American Water Resources Association* (JAWRA) 1-12. DOI: 10.1111/j.1752-1688.2010.00465.x

Ningrui, D., Henk Ottens, Richard Sliuzas. 2010. Spatial impact of urban expansion on surface water bodies—A case study of Wuhan, China. *Landscape and Urban Planning* Volume 94, Issues 3–4, Pages 175-185.

Suripin. 2007. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.

Xian, G., Mike Crane, Junshan Su. 2007. An analysis of urban development and its environmental impact on the Tampa Bay watershe. *Journal of Environmental Management* Volume 85, Issue 4, Pages 965-976

PERTUMBUHAN DAN DAYA HASIL TANAMAN JAGUNG (*ZEA MAIZE* L.) PADA BERBAGAI TAKARAN PUPUK PHONSKA DI LAHAN KERING KECAMATAN GERUNG, LOMBOK BARAT

Growth and Yield of Maize (*Zea maize* L.) under Various Rate of Phonska Fertilizer on Dry Land of Gerung District, Western Lombok

IGM. Kusnarta[1*], W. Sudika[2]

[1]Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
[2]Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram
**email: igm_kusnarta@yahoo.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai dosis pupuk Phonska terhadap pertumbuhan dan daya hasil beberapa varietas tanaman jagung di lahan kering. Percobaan dirancang menggunakan rancangan acak kelompok dengan percobaan faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah varietas komposit, yaitu Lamuru (V_1), Sukmaraga (V_2), dan varietas hibrida NK212 (V_3). Faktor kedua, yaitu takaran pupuk Phonska (0, 150, 300, 450, dan 600 kg/ha). Pupuk diberikan dua kali, yaitu saat tanam dan umur 30 hari setelah tanam. Selain itu, diberikan pula pupuk kandang sapi sebanyak 20 t/ha sehari sebelum tanam. Daya hasil diukur dari bobot biji kering pipil per plot. Data hasil percobaan dianalisa menggunakan analisis sidik ragam pada taraf nyata 5 persen. Uji Duncan's pada taraf nyata 5 persen, digunakan untuk menguji perbedaan antar rerata perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi tidak terjadi antar macam varietas dan dosis pupuk Phonska terhadap pertumbuhan tanaman jagung, namun interaksi terjadi pada parameter daya hasil tanaman jagung. Daya hasil varietas NK212 pada dosis 600 kg/ha sama dengan daya hasil pada takaran 450 kg/ha, akan tetapi lebih tinggi dibanding takaran 150 kg/ha dan tanpa pupuk Phonska. Demikian halnya terjadi pada daya hasil untuk varietas Lamuru dan Sukmaraga. Varietas NK212 memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun per tanaman sama dengan Lamuru, tetapi lebih baik daripada Sukmaraga. Varietas hibrida NK212 memiliki daya hasil lebih tinggi dibanding varietas komposit Sukmaraga; namun sama dengan varietas Lamuru. Dosis pupuk Phonska 450 kg/ha dan 600 kg/ha menyebabkan tinggi tanaman sama dan lebih tinggi dibanding dosis yang lebih rendah; sedangkan jumlah daun dan diameter batang sama untuk seluruh dosis. Varietas yang direkomendasikan untuk ditanam di lahan kering dengan tekstur geluh adalah hibrida NK212 dengan dosis pupuk Phonska 450 kg/ha atau Lamuru dengan dosis 300 kg/ha.

Kata kunci: daya hasil, lahan kering, takaran Phonska, tanaman jagung

ABSTRACT

This research aimed to determine the effect of various rate of phonska fertilizer on the growth and yield of several varieties of maize on dry land of Gerung District, province of Western Lombok. The experiment was designed using a randomized block design with two factors. The first factor is the composite variety, namely Lamuru (V_1) and Sukmaraga (V_2), and the hybrid variety of NK212 (V_3). The second factor is the rate of phonska fertilizer (0, 150, 300, 450 and 600 kg/ha), each rate was applied twice, namely: at planting, and at the age of 30 days after planting. In addition, cattle manure was also applied in each plot given as much as 20 t/ha a day before planting. Yield of maize is obtained from the weight of dry seeds per plot. Data were analyzed using analysis of variance at 5 percent significant levels. Duncan's test, the same levels, was used to test differences between treatment means. The results showed that, there is no interactions occurred between varieties of maize and the rate of phonska fertilizer for the growth of maize, however the interactions is occurred for the maize yield. The yield of NK212 varieties at the rate of 600 kg/ha is the same as the it's yield at the rate of 450 kg/ha, which is the same as the yield of Lamuru vaiety. Those yield are greater than that of the yield of Sukmaraga variety. The NK212 variety has the same plant height and number of leaves per plant as Lamuru, both of which are better than variety of Sukmaraga. The similar trend also occurred on yield among those three varieties. The rate of Phonska at 450 and 600 kg/ha give a similar yield, but higher than the lower rate of 150 kg/ha and without Phonska fertilizer. Recommended varieties to be planted under dry land with loam texture soil are NK212 at a rate Phonska fertilizer 450 kg/ha or Lamuru at a rate of 300 kg/ha.

Keywords: yield, dry land, rate of phonska fertilizer, maize

PENDAHULUAN

Paket teknologi budidaya jagung di lahan kering sangat diperlukan karena sekitar 60 persen jagung ditanam di lahan kering (Indriani dan Mejaya, 2012). Paket teknologi budidaya yang telah diuji meliputi dosis pupuk kandang sapi, sistem tanam dan varietas tanaman jagung. Pemberian bahan organik pada lahan kering dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyimpan air, sehingga terjadi peningkatan produksi (Subaedah, *et al*., 2014). Pengujian varietas telah dilakukan dalam upaya memperoleh varietas yang sesuai untuk kondisi lahan kering, sehingga penurunan hasil dapat dihindarkan (Subaedah, *et al*. (2016). Daya hasil tertinggi diperoleh pada dosis pupuk kandang sapi 20 t/ha dengan sistem tanam baris ganda 2:1 (20 x 35 cm) x 70 cm. Tiga varietas memiliki peluang sama untuk diuji pada tahap lanjut, yaitu komposit Lamuru dan Sukmaraga serta hibrida NK212 (Kusnarta dan Sudika, 2018). Penelitian pada tahun ketiga ini diarahkan untuk mengkaji dosis pupuk Phonska pada tiga varietas tersebut.

Pupuk Phonska digunakan untuk mengganti pupuk SP36 dan KCl karena kedua pupuk tersebut semakin langka. Pupuk Phonska memiliki kandungan hara N, P, dan K yang relatif rendah yaitu 15% N, 15% P dan 15% K dan disubsidi oleh Pemerintah, sehingga harganya terjangkau. Tanaman memerlukan unsur hara terutama N, P, K saat fase vegetatif dan generatif. Unsur N berperan untuk pembentukan karbohidrat, protein, lemak dan persenyawaan organik lain dan unsur P berperan dalam pembentukan bagian generatif tanaman. Unsur K berperan dalam memacu translokasi karbohidrat dari daun ke organ tanaman (Mulyani, 2008). Pada varietas jagung Sukmaraga, diperoleh hasil tertinggi dengan pemupukan Urea 200 kg dan 300 kg Phonska per hektar. Penelitian dilakukan pada lahan kering di Sulawesi Tenggara dan dengan penambahan bahan organik Limbah kulit Mete 2 t/ha (Asmin dan Dahya, 2015**)**. Purba (2017) melaporkan,

bahwa daya hasil jagung hibrida sebesar 5,78 t/ha diperoleh dengan pemupukan 300 kg/ha di lahan kering farm IPB. Menurut Situmeang dan Parlindungan (2017) dosis optimum untuk Phonska pada tanaman jagung sebesar 313, 37 kg/ha. Agar diperoleh hasil jagung yang lebih tinggi pada lahan kering dengan tekstur geluh, maka telah dikaji dosis pemupukan NPK Phonska pada dua varietas komposit (Lamuru dan Sukmaraga) dan satu hibrida NK212 di lahan kering dengan tekstur geluh, di kecamatan Gerung kabupaten Lombok Barat.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Percobaan dilakukan di lahan kering di desa Tempos, Gerung Lombok Barat. Percobaan dilakukan mulai bulan Maret sampai dengan Juni 2019. Tanahnya memiliki tekstur geluh dan lahannya baru pertama kali ditanami. Hasil analisis tanah sebelum penanaman, yaitu pH 6,43 (agak masam); C-organik 0,50 (sangat rendah); N total 0,04 (sangat rendah); P-tersedia 24,18 (sangat tinggi) dan K-tertukar 1,97 (sangat tinggi).

Bahan penelitian meliputi benih varietas komposit Lamuru dan Sukmaraga serta hibrida NK 212, pupuk kandang sapi, pupuk Urea, pupuk Phonska, and beberapa pestisida (Saromyl 35 SD, Furadan 3 G, Alika dan Calaris).

Percobaan dirancang dengan rancangan acak kelompok lengkap, dua faktor. Faktor pertama adalah macam varietas terdiri atas 3 aras, yaitu Lamuru, Sukmaraga dan hibrida NK 212 dan faktor kedua, dosis pupuk Phonska sebanyak 5 aras (0, 150, 300, 450, dan 600 kg/ha). Pupuk kandang sapi diberikan sehari sebelum tanam dengan cara disebar pada lahan yang telah diolah tanahnya, kemudian diratakan. Pupuk Urea dan Phonska diberikan dua kali, masing-masing setengah dosis. Pupuk diberikan secara tugal di sekitar lubang tanam pada saat tanam untuk pemupukan pertama, dan di antara tanaman dalam barisan pada umur 30 hari untuk pemupukan kedua. Sistem tanam yang digunakan adalah baris ganda 2:1 (20 x 35 cm) x 70 cm, satu tanaman per lubang. Selama percobaan tidak dilakukan pengairan karena pertanaman memperoleh air dari air hujan. Pengendalian gulma menggunakan herbisida Calaris dilakukan pada umur 2 minggu; kemudian dilanjutkan dengan pembumbunan pada umur 3 minggu setelah tanam.

Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman, diameter batang, umur panen, bobot tongkol kering panen, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, bobot 1.000 butir biji dan daya hasil. Data hasil pengamatan dianalisa dengan analisis sidik ragam pada taraf nyata 5 persen. Uji Duncan's Multiple range test (DMRT) digunakan untuk menguji perbedaan antar rerata perlakuan. Perhitungan koefisien korelasi antar variabel dilakukan menggunakan korelasi Spearman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis ragam menunjukkan, terjadi interaksi antara macam varietas dengan takaran pupuk Phonska untuk daya hasil, sedangkan untuk pertumbuhan, kedua faktor tersebut tidak menunjukkan adanya interaksi. Pengaruh macam varietas terhadap pertumbuhan, pembungaan, umur panen, dan hasil serta komponen hasil disajikan pada Tabel 2, 3, dan Tabel 4; sedangkan pengaruh dosis pupuk Phonska disajikan pada Tabel 5, 6, dan Tabel 7.

Interaksi antar macam varietas tanaman jagung dan takaran pupuk Phonska terhadap pertumbuhan dan hasil

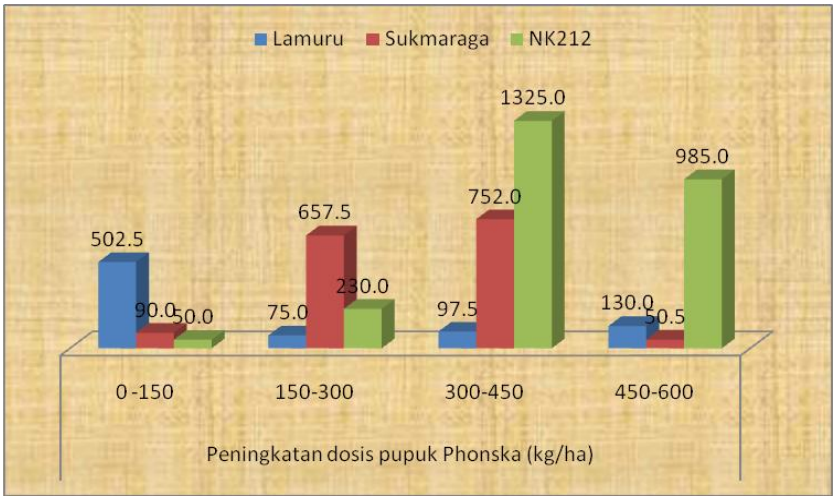
Macam varietas tanaman jagung dan dosis pupuk Phonska tidak menunjukkan interaksi secara nyata untuk semua indikator pertumbuhan, yaitu tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Kedua faktor tersebut berinteraksi secara nyata pada daya hasil, yaitu bobot biji kering pipil per plot (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata daya hasil (g/plot) setiap kombinasi perlakuan macam varietas dan dosis pupuk Phonska

Perlakuan	Dosis pupuk Phonska (kg/Ha) *)				
Varietas	0	150	300	450	600
Lamuru	4200,00 cd	4702,50 bcd	4777,50 abcd	4875,00 abc	4745,00 abc
Sukmaraga	4372,50 cd	4462,50 cd	5030,00 bcd	5782,00 abcd	5832,50 abc
NK212	4667,50 bcd	4717,50 bcd	4947,50 bcd	6272,50 ab	7257,50 a

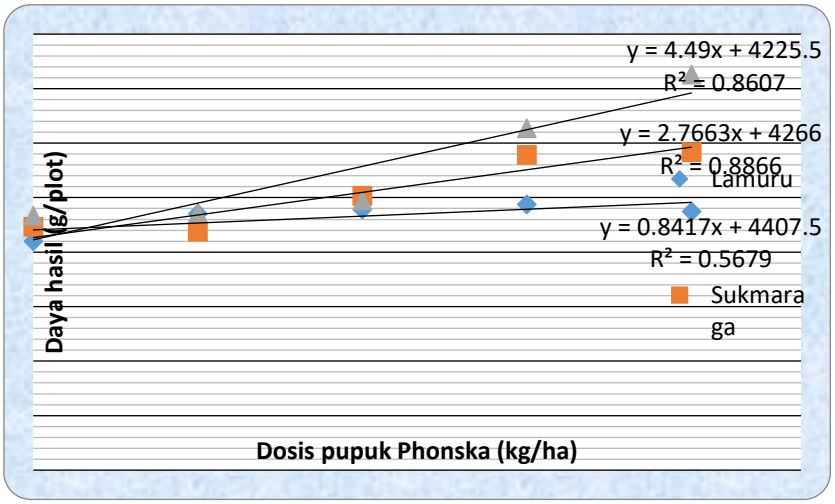
Keterangan: *) Angka-angka pada baris dan kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji $DMRT_{0,05}$.

Ketiga varietas yang diuji memberikan daya hasil yang sama pada takaran pupuk yang sama. Takaran Phonska 600 kg/ha sama dengan takaran dibawahnya (450 kg/ha), dan cenderung lebih tinggi dibanding takaran 150 kg/ha dan tanpa pupuk Phonska. Daya hasil varietas Lamuru cenderung mulai meningkat pada dosis 150 kg/ha hingga takaran tertinggi, sedangkan pada Sukmaraga cenderung terjadi sejak dosis 300 kg/ha. Hibrida NK212 memiliki daya hasil tertinggi pada takaran 600 kg dan sama dengan takaran 450 kg/ha namun lebih tinggi dibanding takaran di bawahnya.



Gambar 1. Perubahan daya hasil pada setiap peningkatan dosis pupuk Phonska untuk tiga varietas tanaman jagung.

Terjadinya interaksi antar macam varietas dan takaran pupuk Phonska; berarti kenaikan daya hasil setiap varietas pada takaran Phonska tertentu tidak sama, seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Pada Gambar 1 nampak bahwa peningkatan pemberian pupuk Phonska dari tanpa Phonska hingga 150 kg/ha, varietas Lamuru mengalami peningkatan paling tinggi; namun setelah dosis ditingkatkan dari 150 menjadi 300 kg/ha, maka varietas Sukmaraga tertinggi. Varietas hibrida NK212 mengalami peningkatan lebih tinggi dibanding dua varietas komposit (Lamuru dan Sukmaraga), terjadi setelah dosis Phonska ditingkatkan menjadi 450 dan 600 kg/ha. Hal ini menunjukkan, bahwa setiap varietas memiliki respon yang berbeda pada setiap peningkatan dosis pupuk Phonska. Varietas hibrida lebih responsif terhadap pemberian pupuk Phonska pada dosis yang lebih tinggi, sehingga menyebabkan daya hasil hibrida lebih tinggi dibanding varietas komposit pada dosis yang lebih tinggi. Hal ini sesuai pendapat CKB Maize (2007), bahwa hasil hibrida umumnya lebih tinggi dibanding varietas bersari bebas (komposit) apabila ditanam pada kondisi yang sesuai dengan kebutuhannya. Pada dosis yang lebih tinggi (450-600 kg/ha), hibrida masih mampu memanfaatkan unsur-unsur hara N, P dan K untuk meningkatkan daya hasil; sedangkan pada komposit dampak peningkatan takaran pupuk tersebut sangat kecil.



Gambar 2. Regresi linier antar dosis pupuk Phonska dengan daya hasil pada tiga varietas Jagung

Pada Gambar 2 terlihat, bahwa garis regresi varietas hibrida NK212 memiliki koefisien tertinggi dibanding Lamuru dan Sukmaraga, yaitu berturut-turut 4,49; 0,84; dan 2,77, ketiganya bersifat nyata. Hal ini menunjukkan, bahwa peningkatan takaran pupuk Phonska hingga 600 kg menyebabkan terjadinya peningkatan daya hasil; namun peningkatan tersebut tidak sama untuk ketiga varietas tanaman jagung. Varietas hibrida NK212, peningkatannya lebih tinggi dibanding ke-dua varietas komposit tersebut. Peningkatan takaran phonska dari 450 kg/ha menjadi 600 kg/ha lebih kecil dibanding peningkatan dari 300 menjadi 450 kg/ha, sehingga menyebabkan daya hasil ketiga varietas sama antara dosis 450 kg/ha dengan 600 kg/ha (Tabel 1).

Pengaruh macam varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung

Macam varietas berpengaruh nyata terhadap indikator pertumbuhan, pembungaan dan umur panen serta hasil dan komponen hasil berturut-turut seperti disajikan pada Tabel 2, 3 dan Tabel 4.

Tabel 2. Rata-rata tiga indikator pertumbuhan pada setiap varietas tanaman jagung

Macam varietas	Sifat yang diamati		
	Tinggi tan. (cm)	Jml. daun	Diameter btg. (cm)
Lamuru	217,96 a	13,25 a	1,85 a
Sukmaraga	212,32 b	12,45 b	1,80 a
Hibrida NK212	220,94 a	13,25 a	1,98 b

Keterangan: Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata menurut uji $DMRT_{0.05}$

Pada Tabel 2 terlihat, bahwa jagung varietas Lamuru dan NK212 lebih tinggi dan jumlah daun lebih banyak dibanding Sukmaraga. Diameter batang varietas NK212 menunjukkan nilai terbesar dibanding varietas Lamuru dan Sukmaraga. Tinggi tanaman varietas hibrida NK212 sama dengan Lamuru dan keduanya lebih tinggi dibanding Sukmaraga berturut-turut 220,94 cm, 217,96, dan 212,32 cm. Demikian pula untuk jumlah daun berturut-turut untuk NK212, Lamuru dan Sukmaraga sebesar 13,25 helai, 13, 25, dan 12,45 helai. Ketiga varietas yang diuji, memiliki kemampuan genetik berbeda untuk mengekspresikan tinggi tanaman dan jumlah daun per tanaman pada lahan kering. Hal ini sesuai dengan pendapat Ainun, *et al.,* (2012) bahwa pertumbuhan tanaman ditentukan oleh faktor genetiknya. Wawointana, *et al*., (2017) menambahkan, bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman jagung dipengaruhi oleh faktor lingkungan antara lain air, suhu dan kelembaban udara, radiasi matahari dan faktor genetik dari tiap varietas. Hasil penelitian Edi (2010) melaporkan, bahwa tinggi tanaman untuk varietas Sukmaraga 158, 91 cm yang diuji di lahan kering. Kemungkinan lahan yang digunakan memiliki tingkat kesuburan lebih rendah. Diameter batang varietas komposit lebih kecil dibanding NK212. Handayani (2003) juga menyatakan bahwa tinggi tanaman jagung, jumlah daun, dan diameter batang dipengaruhi oleh macam varietas.

Tabel 3. Rata-rata indikator pembungaan dan umur panen setiap varietas tanaman jagung

Macam varietas	Karakter yang diamati *)			
	1	2	3	4
V1 (Lamuru)	47,00 b	50,13 b	3,13 a	81,66 a
V2(Sukmaragara)	46,00 c	49,60 b	3,60 a	84,60 b
Hibrida : V3 (NK212)	50,27 a	52,40 a	2,10 b	95,46 c

Keterangan: *)Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata dengan uji $DMRT_{0.05}$; 1, umur keluar malai (hari); 2, umur keluar rambut tongkol (hari); 3, Selisih umur keluar rambut tongkol dengan keluar malai (ASI) (hari) dan 4, umur panen (hari).

Pada Tabel 3 terlihat, umur keluar malai dan umur keluar rambut tongkol varietas NK212 lebih lambat dibanding varietas Lamuru dan Sukmaraga; namun ASI (*Anthesis Silking Intervals*, yaitu selisih keluar rambut tongkol dengan keluar malai) varietas NK212 lebih kecil. Umur panen varietas Lamuru paling genjah dan yang paling dalam varietas NK212.

Varietas Sukmaraga memiliki umur keluar malai dan umur keluar rambut tongkol lebih cepat dibanding varietas lain. Di sisi lain, umur panen varietas hibrida lebih lambat dibanding dua varietas komposit. ASI *(anthesis silking interval*s) varietas hibrida lebih singkat dibanding dua varietas komposit yang lain. ASI yang lebih singkat menunjukkan tanaman lebih serempak berbunga, sehingga penyerbukan lebih terjamin. Varietas hibrida umumnya lebih seragam, sejak

pertumbuhan hingga panen. Hal ini sesuai pendapat CBK Maize (2007), bahwa varietas hibrida memiliki karakteristik yang lebih seragam dibanding varietas komposit.

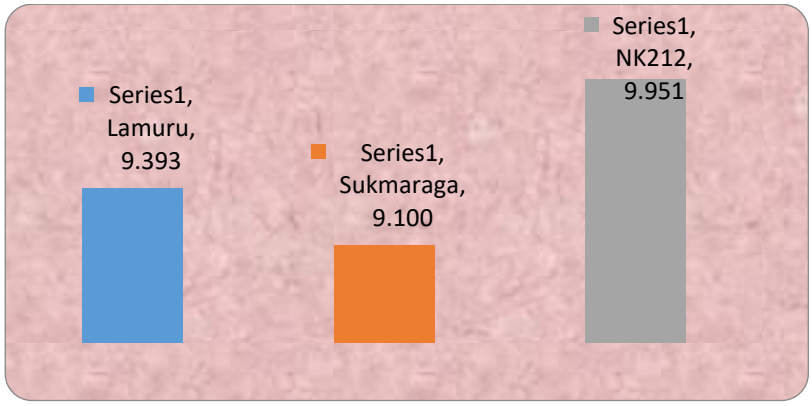
Tabel 4. Rata-rata daya hasil dan komponen hasil setiap varietas tanaman jagung

Macam varietas	Karakter yang diamati *)			
	1	2	3	4
V1 (Lamuru)	5260,00 ab	173,10 a	14,37	4,60 a
V2 (Sukmaragara)	5096,00 b	154,15 b	14,95	4,33 b
V3 (hibrida (NK212)	5572,50 a	174,75 a	14,97	4,56 a

Keterangan: *) Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata dengan uji $DMRT_{0.05}$; 1, daya hasil (g/plot); 2, bobot tongkol kering panen per tanaman (g); 3, panjang tongkol (cm); 4, diameter tongkol (cm) dan 5, bobot 1.000 butir biji (g).

Perbedaan daya hasil dan komponen hasil disajikan pada Tabel 4, terlihat bahwa daya hasil varietas hibrida NK212 lebih tinggi dibanding varietas Sukmaraga; namun sama dengan varietas Lamuru. Bobot tongkol kering panen per tanaman dan diameter tongkol varietas NK212 sama dengan varietas Lamuru dan keduanya lebih tinggi dibanding varietas Sukmaraga; namun ketiga varietas tersebut memiliki panjang tongkol yang sama.

Pemberian pupuk Phonska menyebabkan daya hasil varietas hibrida sama dengan varietas Lamuru dan lebih tinggi dibanding varietas Sukmaraga. Daya hasil varietas hibrida, Lamuru dan Sukmaraga berturut-turut sebesar 9,951 t/ha, 9,393 t/ha dan 9,100 t/ha, seperti terlihat Gambar 3.



Gambar 3. Histogram daya hasil (t/ha) tiga macam varietas tanaman jagung.

Daya hasil tersebut lebih tinggi dari yang diperoleh oleh Tabri (2010), yakni untuk hibrida 8,43 t/ha dan 7,86 t/ha untuk Lamuru karena pupuk yang diberikan bukan pupuk majemuk melainkan pupuk tunggal, yaitu Urea 350 kg/ha; TSP, 150 dan KCl, 100 kg/ha. Daya hasil yang lebih tinggi varietas NK212 dibanding Sukmaraga karena varietas tersebut memiliki bobot tongkol kering panen per tanaman lebih tinggi dan diameter tongkol lebih besar. Pada Tabel 4 terlihat bobot tongkol kering panen varietas hibrida NK212 sebesar 174,75 g sedangkan Sukmaraga sebesar 154,15 g. Diameter tongkol NK212, 4,56 cm dan 4,33 cm untuk varietas Sukmaraga. Hal ini didukung pula oleh nilai koefisien korelasi, bahwa daya hasil dengan bobot tongkol kering panen positif tergolong kuat sebesar 0,74 dan untuk diameter tongkol tergolong cukup sebesar 0,43 (Tabel 8). Tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman dan diameter batang mendukung pula untuk lebih tingginya daya hasil varietas hibrida NK212, bahwa ketiga sifat tersebut NK212 lebih tinggi dibanding Sukmaraga (Tabel 2). Nilai koefisien korelasi tinggi tanaman tergolong cukup dan diameter batang tergolong kuat (Tabel 8). Ukuran tongkol yang lebih besar (tongkol lebih panjang dan diameter lebih besar (Tabel 8) menyebabkan bobot tongkol kering panen per tanaman lebih

tinggi, sehingga jumlah biji dalam tongkol lebih banyak, yang akhirnya berdampak pada daya hasil yang lebih tinggi. Daya hasil varietas Sukmaraga sama dengan varietas Lamuru. Hal berbeda diperoleh oleh Sutresna, *et al*., (2018), bahwa Sukmaraga memiliki daya hasil lebih tinggi dibanding Lamuru. Jaya, *et al*., (2015) memperoleh daya hasil NK212 lebih rendah dibanding yang diperoleh dalam penelitian ini karena tanpa pupuk organik. Secara umum, potensi varietas hibrida lebih tinggi dibanding komposit karena memanfaatkan gejala *hybrid vigor* (Heterosis) (CKB Maize, 2007; Pusparini, *et al*., 2018). Menurut Kutka (2011), varietas hibrida memiliki potensi hasil 50–100% atau lebih dibandingkan dengan varietas bersari bebas (komposit, sintetik). Hal sama diperoleh oleh Subaedah, *et al*., (2016), bahwa daya hasil semakin tinggi akibat bobot tongkol semakin tinggi dan bobot tongkol semakin tinggi karena tongkol semakin panjang dan semakin besar. Korelasi daya hasil dengan bobot tongkol kering panen menurut Abdalla, *et al*. (2010), menyatakan ada korelasi positif antara daya hasil dengan bobot tongkol kering panen. Wannows *et al*., (2010) memperoleh hal yang sama untuk diameter tongkol, bahwa diameter tongkol memiliki efek langsung positif tinggi terhadap hasil. Daya hasil NK212 lebih tinggi dibanding Sukmaraga dapat terjadi karena penyerbukan lebih sempurna akibat pembungaan lebih serempak terlihat yang terbukti dari nilai ASI lebih kecil (Tabel 3).

Pengaruh dosis pupuk Phonska terhadap pertumbuhan, pembungaan dan daya hasil tanaman jagung

Dosis pupuk Phonska berpengaruh nyata hanya terhadap tinggi tanaman untuk variabel pertumbuhan, seperti disajikan pada Tabel 6; sedangkan variabel pembungaan, seluruh dosis tidak menyebabkan perbedaan indikator pembungaan. Umur panen antar dosis berbeda; yakni dosis 600 kg/ha menyebabkan lebih awal panen dibanding dosis yang lebih rendah, seperti terlihat pada Tabel 7. Dosis pupuk Phonska sebesar 450 kg/ha dan 600 kg/ha menyebabkan tanaman lebih tinggi dibanding dosis Phonska yang lebih rendah. Jumlah daun per tanaman dan diameter batang antar dosis Phonska sama. Tanaman jagung yang diberi pupuk 450 kg/ha hingga 600 kg/ha memiliki tinggi tanaman sama dan lebih tinggi dibanding tanpa pupuk Phonska, dosis 150 dan 300 kg/ha. Jumlah daun per tanaman dan diameter batang jagung seluruh dosis Phonska sama. Pemberian pupuk Phonska yang melebihi 300 kg/ha tidak menyebabkan penambahan ke arah tinggi tanaman Juandi, *et al*. (2016) memperoleh hal yang berlawanan, bahwa dosis pupuk NPK 200, 300, 400 dan 500 kg/ha tidak meningkatkan tinggi tanaman. Kasno dan Tia (2013), juga memperoleh bahwa kenaikan dosis hingga 400 kg/ha tidak menaikkan tinggi tanaman jagung. Aplikasi pupuk kandang sebesar 20 t/ha memberikan dampak terhadap jumlah daun per tanaman dan diameter batang. Pada kedua sifat tersebut tidak terjadi perbedaan antar takaran Phonska. Tinggi tanaman, jumlah daun per tanaman dan diameter batang merupakan indikator pertumbuhan. Hasil analisis awal pada lahan yang digunakan untuk percobaan menunjukkan kandungan N tergolong rendah; namun kandungan P dan K tergolong sangat tinggi. Pemberian pupuk kandang dapat menyebabkan kenaikan kadar N dalam tanah, selain unsur yang lain. Menurut Andayani dan La Sarido (2013), komposisi pupuk kandang sapi, yaitu N 2,33 %, P2O5 0,61 %, K2O 1,58 %, Ca 1,04 %, Mg 0,33 %, Mn 179 ppm dan Zn 70,5 ppm. Adanya kandungan N yang paling tinggi pada pupuk kandang sapi yang diberikan sehari sebelum tanam dan kandungan P dan K pada tanah tersebut tergolong sangat tinggi menyebabkan tanaman jagung cukup akan unsur hara, sehingga takaran yang diperlakukan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan, kecuali tinggi tanaman.

Tabel 5. Rata-rata variabel pertumbuhan tanaman jagung untuk setiap dosis pupuk Phonska

Dosis Pupuk Phonska	Karakter pertumbuhan *)		
	1	2	3
D0 (0 Phonska/ha)	206,86 c	12,85	1,80
D1 (150 kg Phonska/ha)	216,47 b	13,02	1,81
D2 (300 kg Phonska/ha)	216,01 b	12,85	1,92
D3 (450 kg Phonska/ha)	222,77 a	12,88	1,88
D4 (600 kg Phonska/ha)	223,26 a	13,34	1,96

Keterangan: *) Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata dengan uji $DMRT_{0.05}$; 1, tinggi tanaman (cm); 2, jumlah daun per tanaman (cm) dan 3, diameter batang (cm).

Pada sifat pembungaan yang ditunjukkan oleh umur keluar malai, umur keluar rambut tongkol, ASI, dan umur panen disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rata-rata setiap indikator pembungaan dan umur panen untuk setiap dosis pupuk Phonska.

Dosis pupuk Phonska	Karakter pembungaan dan umur panen *)			
	1	2	3	4
D0 (0 Phonska/ha)	48,00	50,80	2,89	88,00 a
D1 (150 kg Phonska/ha)	48,00	50,89	2,89	87,55 ab
D2 (300 kg Phonska/ha)	47,78	51,78	3,00	87,55 ab
D3 (450 kg Phonska/ha)	47,44	50,11	2,67	86.89 b
D4 (600 kg Phonska/ha)	47,56	50,89	3,33	86,22 b

Keterangan: Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata dengan uji $DMRT_{0.05}$; 1, umur keluar malai (hari); 2, umur keluar rambut tongkol (hari); 3, Selisih umur keluar rambut tongkol dengan keluar malai (ASI) (hari) dan 4, umur panen (hari).

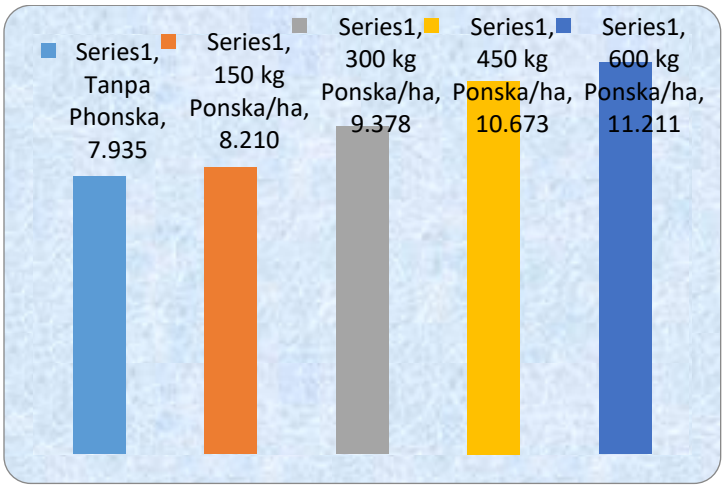
Perlakuan dosis pupuk Phonska menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata untuk ketiga indicator pembungaan Adanya pemberian pupuk kandang sapi an kandungan unsur hara P dan K yang sangat tinggi berpangaruh pula terhadap pembungaan, yakni menyebabkan ketiga indikatir pembungaan tersebut sama. Pemberian pupuk kandang selain meningkatkan kandungan unsur hara, juga dapat meningkatkan kapasitas penyediaan lengas tanah, meningkatkan kemampuan tanah dalam mengikat ion, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kapasitas pertukaran kation pada tanah, sehingga serapan unsur hara lebih tinggi termasuk unsur P. Kandungan unsure hara P dalam tanah sangat tinggi dan cukup untuk mendukung pembungaan, sehingga macam dosis yang diberikan tidak menyebabkan perbedaan pembungaan. Hal ini sesuai dengan hasil temuan Mashori (2013) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk kandang bersama dengan pupuk batuan Phosfat dapat meningkatkan serapan P pada tanaman jagung. Hal yang sama diperoleh oleh Pusparini *et al*. (2018), bahwa dosis Phonska 200, 300 dan 400 kg/ha menyebabkan keluar malai dan rambut tongkol sama.

Dosis pupuk Phonska 450 dan 600 kg/ha menyebabkan umur panen lebih cepat dibanding tanpa pupuk Phonska; namun dosis 150 dan 300 kg/ha sama dengan tanpa pupuk Phonska. Pada dosis Phonska 450 dan 600 kg/ha menyebabkan lebih cepat terjadi pemasakan biji dalam tongkol, sehingga panen lebih awal dibanding tanpa pupuk Phonska. Hal ini sesuai pendapat Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (2015), bahwa unsur fosfor (P) bagi tanaman berguna mempercepat pembungaan, pemasakan biji dan buah.

Tabel 7. Rata-rata daya hasil dan komponen hasil tanaman jagung setiap dosis pupuk Phonska

Dosis pupuk Phonska	Karakter hasil dan komponen hasil *)			
	1	2	3	4
D0 (0 Phonska/ha)	4443,33 d	139,99 c	13.55 c	4,26 c
D1 (150 kg Phonska/ha)	4597,50 cd	150,20 bc	14.39 bc	4,33 bc
D2 (300 kg Phonska/ha)	5251,67 bc	162,07 ab	15.01 ab	4,39 abc
D3 (450 kg Phonska/ha)	5976,67 ab	173,78 a	15.23 ab	4,42 ab
D4 (600 kg Phonska/ha)	6278,33 a	177,29 a	15.65 a	4,51 a

Keterangan: *) Angka-angka pada kolom sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata dengan uji $DMRT_{0.05}$; 1, daya hasil (g/ha); 2, bobot tongkol kering panen per tanaman (g); 3, panjang tongkol (cm) dan 4, diameter tongkol (cm).



Gambar 3. Histogram daya hasil (t/ha) tanaman jagung pada setiap dosis pupuk Phonska

Daya hasil (bobot biji kering pipil (g/plot) tanaman jagung dosis pupuk Phonska 600 kg/ha dan tanpa pupuk Phonska. sama dengan dosis 450 kg/ha; namun lebih tinggi dibandingkan dosis 150 kg/h dan 300 kg/ha serta tanpa pupuk Phonska, seperti terlihat pada Tabel 7 dan Gambar 3. Daya hasil untuk dosis Phonska 600 kg/ha dan 450 kg/ha berturut-turut sebesar 11,211 t/ha dan 10,673 t/ha. Pada dosis 300 kg/ha, tanaman jagung menghasilkan sebanyak 9,378 t/ha lebih tinggi dibanding hasil penelitian Purba (2017) yang memperoleh daya hasil jagung hibrida sebesar 5,78 t/ha diperoleh dengan pemupukan 300 kg/ha di lahan kering farm IPB. Daya hasil tersebut sama pada dosis pupuk 150 kg/ha, yakni 8,210 t/ha. Hal sama diperoleh oleh Pusparini *et al*. (2018) dan oleh Asmin dan Dahya (2015), memperoleh daya hasil jagung sama pada dosis Phonska 200 kg/ha, 300 dan 400 kg/ha. Hal tersebut sesuai pula dengan rekomendasi oleh Situmeang dan Parlindungan (2017), bahwa dosis optimum untuk Phonska pada tanaman jagung sebesar 313, 37 kg/ha.

Tabel 8. Nilai koefisien korelasi antar karakter yang diamati dengan daya hasil dan dengan bobot tongkol kering panen per tanaman.

No.	Sifat yang diamati	Nilai koefisien korelasi dengan			
		Daya hasil	Kategori *)	Bobot tongkol/ per tanaman	Kategori *)
1	Tinggi tanaman	0,45	Cukup	0,33	Cukup
2	Jumlah daun per tanaman	0,17	Sangat lemah	0,14	Sangat lemah
3	Diameter batang	0,62	Kuat	0,48	Cukup
4	Umur keluar malai	0,18	Sangat lemah	-0,05	Sangat lemah
5	Umur keluar rambut tongkol	0,16	Sangat lemah	-0,10	Sangat lemah
6	Selisih umur keluar rambut tongkol dengan keluar malai (ASI)	-0,11	Sangat lemah	-0,04	Sangat lemah
7	Umur panen	0,11	Sangat lemah	-0,26	Cukup
8	Bobot tongkol kering panen per tanaman	0,74	Kuat	1	Sempurna
9	Panjang tongkol	0,68	Kuat	0,68	Kuat
10	Diameter tongkol	0,43	Cukup	0,80	Sangat kuat

Keterangan: *) Kategori nilai koefisien korelasi oleh Sarwono (2006), yaitu 0,00 - 0,25 berarti korelasinya sangat lemah; >0,25- 0,50 berarti korelasinya cukup; >0,50 - 0,75 berarti korelasinya kuat; >0,75 - 0,99 berarti korelasinya sangat kuat dan 1.00 berarti korelasinya sempurna.

Daya hasil yang lebih tinggi pada dosis 600 kg/ha dibanding dosis 150 kg/ha dan tanpa pupuk Phonska terjadi karena bobot tongkol kering panen lebih tinggi, ukuran tongkol lebih panjang dan diameter tongkol lebih besar. Daya hasil dosis 600 kg/ha sama dengan daya hasil 450 kg/ha karena ketiga sifat tersebut sama. Hal ini didukung pula oleh nilai koefisien korelasi antara daya hasil dengan bobot tongkol kering panen dan panjang tongkol yang tergolong kuat dan dengan diameter tongkol tergolong cukup (Tabel 8). Tongkol yang semakin panjang dan diameter semakin besar, menyebabkan bobot tongkol kering panen per tanaman semakin tinggi. Kedua karakter tersebut berkorelasi nyata tergolong kuat dan sangat kuat. Adanya ukuran tongkol lebih besar sangat memungkinkan diperoleh biji lebih banyak, sehingga daya hasil lebih tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan sebagai berikut:

1. Interaksi tidak terjadi antar macam varietas dan dosis pupuk Phonska untuk pertumbuhan; namun interaksi terjadi untuk daya hasil tanaman jagung di lahan kering. Daya hasil varietas NK212 pada dosis 600 kg/ha tertinggi, namun sama dengan dosis 450 kg/ha dan sama pula pada kedua dosis tersebut untuk varietas Lamuru dan Sukmaraga.

2. Varietas NK212 memiliki tinggi tanaman dan jumlah daun per tanaman sama dengan Lamuru dan lebih baik dibanding Sukmaraga. Varietas hibrida NK212 memiliki daya hasil lebih tinggi dibanding varietas komposit Sukmaraga; namun sama dengan varietas Lamuru.
3. Dosis pupuk Phonska 450 kg/ha dan 600 kg/ha menyebabkan tinggi tanaman sama dan lebih tinggi dibanding dosis yang lebih rendah; sedangkan jumlah daun dan diameter batang sama untuk seluruh dosis. Dosis pupuk Phonska 450 dan 600 kg/ha memberikan daya hasil yang sama dan lebih tinggi dibanding dosis 150 kg/ha dan tanpa pupuk Phonska.
4. Varietas yang direkomendasikan untuk ditanam di lahan kering dengan tekstur geluh adalah hibrida NK212 dengan dosis pupuk Phonska 450 kg/ha atau Lamuru dengan dosis 300 kg/ha.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas dukungan finansial dalam pelaksanaan kegiatan Penelitian Terapan ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abdalla, A., Mahmoud, M.F., & Naim, A.M.El. 2010. Evaluation of Some Maize (*Zea mays* L.) Varieties in Different Enviromnents of The Nuba Mountain, Sudan. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (12): 6605 – 6610.

Ainun, M., Taufan, H., & Nasliyah, H. 2012. Pengaruh Varietas Dan Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Kedelai. Jurnal Agrista. Vo. 16 (1): 7 – 13.

Andayani & La Sarido. 2013. Uji Empat Jenis Pupuk Kandang Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). Jurnal Agrifor Vol. XII (1): 22 – 29.

Asmin & Dahya. 2015**.** Kajian Dosis Pemupukan Urea dan NPK Phonska terhadap Pertumbuhan dan Produksi Jagung pada Lahan Kering di Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Hal. 321-326.

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulut. 2015. Kegunaan unsur-unsur hara bagi tanaman. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian RI.

CKB Maize. 2007. What Is Hybrid Maize ?. *http://www. knowledgebank.irri.org/ckb/quality*

Edi, S. 2010. Kajian Paket Teknologi Budidaya Jagung pada Lahan Kering di Provinsi Jambi. Prosiding Pekan Serealia Nasional. http://balitsereal.litbang.pertanian.go.id/ wp.content/upload/…/p.39/pdf. (Diakses 10 Agustus 2019).

Handayani, K.D. 2003. Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.) pada Populasi yang Berbeda dalam Sistem Tumpang Sari dengan Ubi Kayu (*Manihot esculenta Crantz*.). Skripsi. Departemen BudidayaPertanian, Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Indriani, F.C. & Mejaya. 2012. Toleransi Genotipe Jagung Biji Putih terhadap Cekaman Kekeringan. Hal. 411 – 420. *Prosiding Seminar Nasional Pusat Penelitian dan* Pengembangan *Tanaman Pangan*, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

Jaya, D., Sudirman, & Jayaputra. 2015. Growth Stand and Yield Performances of Some Modern Superior Maize Hybrid Varieties Grown Under Different Population Densities on a Dryland. Presented at International Conference on Mathematics and Sciences Education, Lombok Indonesia.5 p.

Juandi, T, Selvie, T., & Marjam, M.T. 2016. Pertumbuhan dan Produksi Jagung Pulut Lokal *(Zea mays ceratina kulesh)* pada Beberapa Dosis Pupuk NPK. Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Kasno, A., & Tia, R. 2013. Serapan hara dan peningkatan produktivitas jagung dengan aplikasi pupuk NPK majemuk. Balai Penelitian Tanah Bogor. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 32(3).

Kusnarta, I.G.M., & Sudika, W. 2018. Kajian Daya Hasil Berbagai Umur Panen Tanaman Jagung melalui Pengaturan Teknik Budidaya Guna Mendukung Pertanian Berkelanjutan di Lahan Kering (Laporan Hasil Penelitian). Universitas Mataram.

Kutka, F. 2011. Open-Pollinated vs Hybrid Maize Cultivars. Sustainability, 3 (9): 1531 – 1554.

Mashori, A.S. 2013. Evaluation of the performance of the alternate furrow irrigation under climatic conditions of Sindh. M. E. (Thesis). Sindh Agriculture University, Tandojam, Pakistan.

Mulyani, S.M. 2008. Pupuk dan cara pemupukan. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Purba, R. 2017. Pengkajian Pemupukan pada Usahatani Jagung di Lahan Kering dan Lahan Sawah di Kab. Pandeglang, Banten (Abstract). Agricore Vol 2 (1).

Pusparini, P.G., Yunus, A., & Harjoko, D. 2018. Dosis Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida. Agrosains 20(2): 28-33.

Situmeang, Y., & Parlindungan. 2017. Utilization of Biochar, Compost, and Phonska in Improving Corn Results on Dry Land. International Research Journal of Engineering, IT & Scientific Research (IRJEIS). Vol3 (3). pp. 38-48.

Subaedah, St., Nirwana, & Suriyanti. 2014. Improvement of Yield Maize in Dryland Who Experience Drought Stress with Use of Organic Matter. *Edvances Environmental Biology* Vol 8 (22): 930-934.

Subaedah, St., Takdir, A., Netty, & Hidrawati, D. 2016. Evaluation of Potential Production of Maize Genotypes of Early Maturity in Rainfed Lowland. International of Agricultural and Biosystems Engineering. Vol. 10 (10: 638 – 641.

Sutresna, I.W., Aryana, I.G.P.M., & Gunartha, I.G.E. 2018. Evaluation of Superior Maize Genotypes On Growth Environment with Improved Cultivation Technology. IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science (IOSR-JAVS) V0l 11 (6) : 01 – 04.

Tabri, F. 2010. Pengaruh Pupuk N, P, K terhadap pertumbuhan dan Hasil Jagung Hibrida dan Komposit pada Tanah Inseptisol Endoaquepts Kabupaten Barru Sulawesi Selatan. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balitjas Maros.

Wannows, A.A., Azzam, H.K., & Al-Ahmad, S.A. 2010. Genetic Variances, Heritability, Correlation and Path Coefficient Analysis in Yellow Maize Crosses (*Zea mays* L.). Agriculture and Biology Journal of North America, 1 (4): 630 – 637.

Wawointana, A.Ch., Pongoh, J., & Tilaar, W. 2017. Pengaruh Varietas dan Jenis Pengolahan Tanah terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jagung (*Zea mays*, L.). Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi vol 4 (2): 79 – 93.

.

Karakteritik dan Pemanfaatan Mineral Liat (*Clay*) dalam Bidang Pertanian dan Non-Pertanian

Characteristics and Utilization of Clay Minerals in Agricultural and Other Fields

Joko Priyono[1,*]

[1]Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jalan Pendidikan 37 Mataram, NTB.
**corresponding author, email:*
joko_priyono@unram.ac.id

ABSTRAK

Mineral liat (*clay*) merupakan partikel primer tanah mineral yang bersifat koloidal dan paling reaktif. Karena kharakteritiknya yang unik dan merupakan bahan alami yang keberadaanya sangat melimpah, mineral *clay* dapat dan telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang, bukan saja dalam bidang pertanian, tetapi juga bidang industri, pertambangan, maupun teknik sipil dan bangunan. Paper ini merupakan sebuah telaah (*review*) ringkas tentang kharakteristik yang unik dari mineral liat serta pemanfaatanya dalam berbagai bidang. Pengenalan terhadap kharakteristik tersebut diharapkan dapat menginspirasi mahasiswa dan peneliti dari bidang pertanian (ilmu tanah) maupun non-pertanian untuk memunculkan ide pengembangan dan berbagai inovasi baru yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

Kata kunci: kristalin, koloidal, muatan elektrik, substitusi isomorfik, tetrahedral Si.

ABSTRACT

Clay mineral is the most reactive colloidal-primary particle of mineral soils. Due to its unique characteristics and natural availability in a large quantity, clay mineral can be and has been utilized in many fields, not only in agriculture but also in industries, mining, and civil dan construction techniques. This paper is a short review of the unique characteristics and utilization of clay mineral in various fields. Knowing those characteristics of clay, hopefully, inspires students and researchers to provide new ideas of development and innovations for the good of humanity.

Keywords: crystalline, colloidal, electric, isomorphic substitution, tetrahedral of Si

PENDAHULUAN

Mineral liat (*clay*) adalah partikel primer tanah mineral yang paling halus (< 2 µm). Masyarakat umum sering menyebutnya mineral liat sebagai lumpur, lempung, atau *tanak malit* (Sasak). Mineralogi sebagai suatu cabang ilmu pengetahuan umumnya hanya dipelajari oleh mahasiswa dari jurusan ilmu tanah atau/dan agronomi. Karena sebagai bagian penting dari wujud fisik tanah mineral yang berfungsi sebagai media tumbuh tanaman, maka mineral liat sering dipandang hanya sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi sifat, ciri, dan pengelolaan tanah atau lahan. Dalam bidang ilmu lainnya, bidang industri dan teknik sipil misalnya, lebih ditekankan pada pemanfaatan mineral tersebut; sedangkan 'mengapa' atau 'sifat yang mana' yang menyebabkan mineral liat mempunyai banyak kegunaan, jarang dibahas secara detail. Dengan mengenal lebih dalam tentang kharakteristik yang unik dari mineral liat, kemungkinan kegunaan mineral liat dapat diperluas, untuk menghasilkan bahan-bahan atau inovasi baru. Paper ini merupakan telaah (review) ringkas, menjelaskan secara garis besar mengenai kharakteritik utama dari mineral liat yang sudah teridentifikasi, pemanfaatan mineral liat dalam berbagai bidang secara garis besar, dan potensi pengembangan atau/dan modifikasi mineral liat untuk kegunaannya yang lebih luas.

KHARAKTERISTIK MINERAL LIAT

Secara fisik, mineral liat (*clay*) adalah zarah tanah yang bersifat koloidal (< 2 µm), meliputi beberapa jenis mineral primer maupun sekunder (Bohn et al., 1985). Kharakteristik utama dan penting yang berkaitan dengan pemanfaatan mineral liat meliputi aspek ukuran partikel, sumber muatan elektrik, dan struktur kristalnya. Kharakteristik tesebut diringkas dalam Tabel 1. Kombinasi dari ketiga aspek tersebut menghasilkan keunikan dari masing-masing jenis mineral liat dan menentukan reaktifitas serta efektivitasnya untuk kegunaan tertentu.

Ukuran Partikel

Ukuran pertikel sangat menentukan luas permukaan efektifnya; makin kecil (halus) ukuran partikelnya, maka makin luas permukaan efektifnya. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa mineral kaolinit mempunyai diameter efektif 0,2 - 2,0 µm dan luas permukaan efektifnya 10 – 20. $10^3 m^2.kg^-$. Sebagai pembanding, mineral montmorilonit mempunyai diameter efektif 0,01 - 1 µm dan permukaan efektifnya 600 – 800. $10^3 m^2.kg^-$ atau 60 - 80 kali lebih luas daripada permukaan efektif kalolinit. Pada montmorillonit, permukaan efektifnya meliputi

permukaan antar kisi kristral T-O-T, sedangkan pada kaolinit, permukaan antara dua kisi kristalnya (T-O) tertutup/menyatu rapat oleh ikatan kovalen dengan oksigen. Karena permukaan efektifnya yang lebih luas, mineral liat montmorilonit lebih reaktif daripada kaolinit, sehingga daya jerap terhadap molekul air, kation, atau senyawa lain oleh montmorillonite lebih tinggi daripada oleh kaolinit.

Tabel 1. Tipe dan beberapa sifat penting mineral liat silikat (*clay*) (Priyono, 2005a)

Sifat	Nama Mineral					
	Kaolinit	Haloisit	Montmorilonit	Vermikulit	Mika	Klorit
Tipe dan Struktur*	1 : 1 TO-TO	1 : 1 TO-TO	2 : 1 TOT-TOT	2 : 1 TOT-TOT	2 : 1 TOT-TOT	2 : 1 : 1 TOT-TOT
R.Kimia	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	$Al_2Si_2O_5(OH)_4.2H_2O$	$Mg_x(Al_{2-x}Mg_x)Si_4O_{10}(OH)_3$	$[Mg(H_2O)_6]_{2/n}[(MgFe^{2+})(Si_{4-n}Al_n)O_{10}(OH)_2$	$KAl_2(Al\ Si_3)O_{10}(OH)_2$	$[AlMg_2(OH)_6]_x[Mg_3(Si_{4-x}Al_x)O_{10}(OH)_2]$
Ion antar kisi	- O -	- O -	M_x (kation tertukarkan)	$Mg(H_2O)_6$	K+	$[AlMg_2(OH)_6]_x$
KTK ($cmol_c\ kg^-$)	1 - 10	1 - 10	80 - 120	120 - 150	20 - 40	10 - 40
Perm. Efektif ($10^3\ m^2\ kg^-$)	10 - 20	10 - 20	600 - 800	600 - 800	70 - 120	70 - 150
Subs. Isomorfik	≈ 0	≈ 0	-0,25 s/d -0,6	-0,6 s/d -0,9	-1,0	-2,0
Mengembang-mengkerut	tidak	tidak	Sangat tinggi	sedang	tidak	tidak

* TO= tetrahedral – oktahedral; TOT = tetrahedral – oktahedral – tetrahedral

Muatan Elektrik

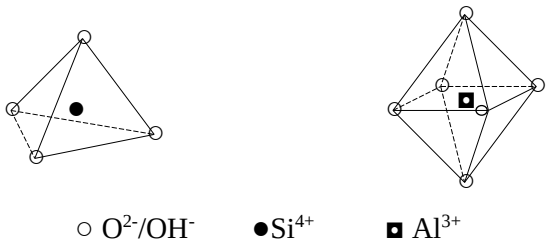
Secara umum, muatan elektrik pada suatu bahan, termasuk mineral liat, merupakan sifat yang sangat penting karena besarnya muatan elektrik itu menentukan rektifitas dan kegunaan dari bahan tersebut. Makin tinggi muatan elektriknya (muatan negatifnya), makin tinggi reaktifitas dan makin banyak dan efektif kegunaan dari partikel tersebut.

Muatan elektrik pada mineral liat berasal dari dua sumber, yaitu muatan yang dihasilkan dari proses ionisasi pada gugus fungsional di pinggiran/patahan kristal mineral liat dan muatan yang dihasilkan dari substitusi isomorfik. Proses ionisasi pada gugus fungsional menghasilkan muatan yang bersifat bergantung pada pH (*pH-dependent charge*); pada pH rendah, mineral liat cenderung bermuatan positif (muatan negatifnya kecil), sedangkan pada pH yang makin tinggi (basa) muatan negatifnya makin meningkat. Substitusi isomorfik adalah penggantian (substitusi) kation di dalam struktur dasar mineral liat (yaitu tetrahedral Si dan oktahedral Al) oleh kation lain yang diameternya tidak jauh berbeda tetapi muatan (valensinya) lebih rendah sehingga terjadi kelebihan muatan negatif. Proses substitusi ini

terjadi pada saat pembentukan dan dalam perkembangan mineral liat, dan bersifat tetap (*permanent charge*).

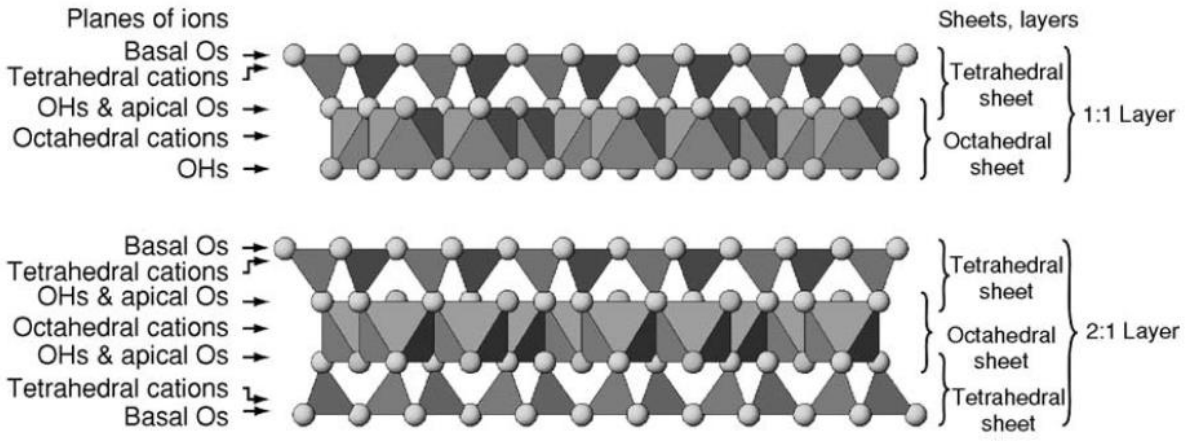
Struktur Kristal

Mineral liat bersifat kristalin, struktur dasarnya berulang ke arah sumbu lateral (sumbu x dan y) membentuk lembaran pylosilikat, dan ke arah sumbu z yang merupakan pengulangan dan penggabungan poli-pylosilikat sehingga membentuk butiran tiga dimensi struktur kristal mineral liat. Struktur dasar mineral liat terdiri atas struktur tetrahedral Si dan octahedral Al (lihat Gambar 1).



Gambar 1. Tampak tiga dimensi struktur dasar tetrahedral Si (kiri) dan oktahedral Al (kanan)

Pada struktur dasar tetrahedral, ruangan yang terbentuk antar atom oksigen ($O^{=}$) yang berada di setiap pojok bangunan empat bidang (tetrahedral) hanya tepat/stabil jika ditempati oleh atom Si^{+4}; sedangkan pada struktur oktahedral, ion yang paling sesuai menempati ruang antar oksigen ($O^{=}$) atau/dan hidroksida (OH^-) adalah Al^{+3}. Tetapi, kondisi alami pada saat atau selama proses pembentukan mineral tersebut sebagian kation Si^{+4} pada struktur dasar tetrahedra digantikan kedudukannya (substitusi) oleh Al^{+3}, atau/dan sebagian Al^{+3} pada oktahedral oleh Ca^{+2}, Mg^{+2}, atau Fe^{+2}. Substitusi kation tersebut menyebabkan kelebihan mutan negatif pada partikel liat yang bersifat permanen (*permanent charge*). Seperti tampak pada Tabel 1, besarnya muatan negatif yang diakibatkan oleh substitusi isomorfik untuk masing-masing jenis mineral liat berbeda-beda, dan nilai tersebut menjadi salah satu penciri dari jenis mineral liat tersebut.



Gambar 2. Ilustrasi kisi struktur mineral liat tipe 1:1 dan 2:1 (diadopsi dari Schulze DG (2002) An introduction to soil mineralogy. In: Dixon JB and Schulze DG (eds) Soil Mineralogy with Environmental Applications, pp. 1–35. Madison, WI: Soil Science Society of America.

Mineral liat dikelompokan menjadi dua berdasarkan jumlah struktur dasar tetrahedral (T) dan octahedral (O) dalam satu kisi kristalnya, yaitu tipe 1:1 dan 2:1. Pada tipe 1:1, satu unit tetrahedral bergandengan dengan satu unit oktahedral (T – O), dihubungkan oleh oksigen yang digunakan bersamaan, kemudian (T – O) berikatan dengan (T – O) yang lain membentuk lembaran struktur kristal liat 1:1. Pada tipe 2:1, satu unit octahedral diapit oleh 2 unit tetrahedral (T – O – T); kemudian antar (T – O – T) dihubungkan dengan kation tertentu yang dapat mencirikan sifat mineral tersebut. Contoh mineral untuk masing-masing tipe liat dapat dilihat pada Tabel 1.

PEMANFAATAN MINERAL LIAT

Pertanian

Mineral liat sebagai komponen penting dari tanah mineral telah dimanfaatkan dalam kehidupan manusia sejak awal peradapan. Dalam bidang pertanian, mineral liat sebagai komponen penting dari media tumbuh tanaman (tanah) mendapat perhatian dan dikaji secara khusus karena partikel tersebut sangat menentukan kualitas tanah dan teknik pengelolaan lahan/tanah yang tepat. Selain itu, mineral liat juga telah dimanfaatkan dalam bidang teknologi pupuk dan bahan ameliorant.

Dalam pengelolaan tanah pertanian, tekstur atau sebaran butiran primer, atau persentase liat (*clay*) sangat penting. Struktur atanah sangat dipengaruhi oleh *clay*: tanah dengan sedikit *clay* memiliki struktur sederhana, sedangkan tanah yang banyak mengandung *clay* strukturnya lebih kompleks dan beragam bentuk dan sebaran pori-pori tanah. Respon terhadap perubahan kelemban tanah pada tanah yang mengandung banyak *clay* sangat berbeda dengan tanah pasiran (Newman, 1984).

Kaitannya dengan input usahatani, mineral liat (*clay*) dapat difungsikan untuk mengontrol pelepasan unsur hara/pupuk, pestisida, herbisida, dan remedian bahan toksik di dalam tanah (Manjaiah et al., 2019), baik organik maupun anorganik, dari aktivitas manusia. Mineral liat juga telah digunakan sebagai bagian dari pupuk granular, terutama pupuk majemuk, yaitu sebagai *carrier* (pembawa) unsur hara, sebagai carrier organisme (pupuk hayati). Fungsi efektif dari tanah tersebut tidak terlepas dari keberadaan mineral liat sebagai bagian dari tanah tersebut yang sangat reaktif.

Terkait dengan sarana dan prasarana pertanian dalam arti luas, keberadaan mineral liat juga sangat penting. Misalnya, peran penting *clay* yang berkaitan dengan bangunan embung, jaringan irigasi, kolam dan tambak ikan; keberadaan *clay* sangat penting untuk penahan air atau untuk menghidari terjadinya kebocoran sarana pertanian tersebut. Tanah sawah yang produktif tidak akan dapat dibentuk tanpa adanya mineral liat (*clay*).

Non-Pertanian

Dalam bidang non-pertanian, mineral liat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan (teknik), industri, pertambangan, dan obat-obatan, dsb. Pada periode awal peradapan manusia (primitif), mineral liat telah digunakan sebagai bahan bangunan (tempat tinggal) berbentuk kubah dari lumpur; bahan untuk batu bata, barang pecah belah (alat dapur tradisional). Seiring dengan perkembangan peradapan manusia, mineral liat dimanfaatkan sebagai komponen berbagai barang produk industri, katalis, bahan penjerap dalam berbagai industri, pertambangan, teknik bangunan, maupun obat-obatan. Menurut Mukherjee (2007), secara bertahap mineral liat telah menggantikan peran logam yang digunakan dalam berbagai bidang sebagai alternatif material yang lebih murah, lebih baik dan ramah lingkungan.

Murray (1991) menjelaskan penggunaan mineral liat berdasarkan kelompok mineral kaolinit, smektit, poligorskit, sepiolite, dan maineral liat lainnya. Kaolinit terutama digunakan dalam industri kertas, cat, keramik, plastic, karet, dan bahan katalis dalam berbagai industri. Mineral smectite digunakan dalam pengeboran (sebagai pelumas), perekat bahan pasir dan bijih besi, bahan penyumbat dalam berbagai kegiatan teknis; penyerap kotoran binatang peliharaan (kucing, anjing dsb), pembersih/katalis pengolahan minyak mentah. Palygorskite dan sepiolite digunakan terutama sebagai bahan penjerap cairan, air dan minyak; media suspense/pelumas dalam pengeboran, material cat, dan bahan farmasi (obat) atau kosmetik (kecantikan). Mineral liat lainnya meliputi penggunaan *shale* dan *clay* pada struktur keramik, semen, beton ringan, dsb.

Mineral liat juga telah banyak dilibatkan dalam formulasi pembuatan kosmetik (Viserasa et al., 2007), terutama dalam persiapan bahan semi-padatan (*semisolid*) dengan berbagai fungsi, termasuk sebagai stabilizer suspensi dan emulsi, viskositas; adesi terhadap kulit, adsorpsi debu, atau pengontrol pelepasan panas. Fungsi tersebut dimungkinkan karena permukaan liat yang luas dan sifat koloidalnya yang kuat, terutama jika dilarutkan pada

larutan polar. Dalam dunia kesehatan (Carretero dan Pozo, 2010), mineral liat juga banyak digunakan sebagai bahan aktif berbagai jenis obat, antiseptic, anestesia lokal, dsb.

Pemanfaatan mineral liat yang begitu luas berkaitan dengan ukuran partikel, sifat fisiko-kimia permukaan (muatan elektrik), luas permukaan efektif, dan sifat fisiko-kimia spesifik lainnya, seperti viskositas, warna, plastisitas, kekuatan terhadap suhu pembakaran, absorpsi, dedsorpsi dan lain-lain. Kharakteristik tersebut menyebabkan mineral liat digunakan dalam bidang pertanian maupun berbagai proses industri, teknik, perminyakan, dan farmasi. Teknologi nano atau bahan (*material engineering*) telah banyak dimanfaatkan untuk memodifikasi sifat mineral liat untuk kegunaan khusus, atau yang sedang trend saat ini adalah teknologi *nanoclay*.

LESSON LEARNED DARI MENGENAL MINERAL LIAT

Manfaat dan pemanfaatan mineral liat (*clay*) yang begitu luas seperti telah diuraikan di atas, selain karena keberadaannya yang melimpah, murah dan mudah didapatkan, berkaitan erat dengan kharakteristik fisiko-kimia *clay* yang unik. Beragam kharakteristik mineral liat, antara lain permukaan efektifnya yang sangat luas, ukuran yang halus (mikron), dan bermuatan elektrik, mengarah pada satu sifat umum dan penting yaitu reaktifitasnya yang tinggi. Berdasarkan tinjauan/sintesis tersebut, dapat atau layak digeneralisir bahwa bahan-bahan selain mineral liat yang mempunyai reaktifitas tinggi kemungkinan akan mempunyai keguaan yang banyak pula. Contoh yang sudah terbukti adalah bahan alami berupa batuan. Secara alami, batuan merupakan benda/partikel yang tidak/kurang reaktif. Tetapi dengan menggunakan teknologi nano, batuan tersebut dapat diproses menjadi partkel nano atau amorfus yang sangat reaktif. Ukuran partikel batuan menjadi sangat halus, permukaan efektifnya luas, dan kerapatan muatan positif maupun negatifnya tinggi (Priyono, 2005b), telah menginspirasi untuk memanfaatkan batuan untuk berbagai kepentingan. Spekulasi itu terbukti bahwa bubuk *nano-mcro particles* batuan volkanik ternyata dapat dimanfaatkan sebagai penyaring biogas (Priyono 2016). Para ahli material maju (*material engineering*) telah memanfaatkan teknologi nano tersebut untuk merubah bahan-bahan yang non-aktif dan kurang bermanfaat, bahkan dianggap sebagai limbah berbahaya yang harus dibuang jauh-jauh (misalnya silicon, karbon, dan logam/mineral non aktif lainnya) menjadi bahan yang nilainya sangat tinggi, yaitu logam *alloys*, blok mesin kendaraan, kerangka/badan pesawat terbang, kendaraan tempur, dan beragam peralatan elektronik dan komunikasi (*chips*).

PENUTUP

Mineral liat (*clay*) adalah salah satu benda alam yang melimpah, dapat ditemukan di hampir semua tempat di permukaan bumi, dan mempunyai beberapa kharakteristik yang unik; dan jika kharakteritik tersebut digabungkan menghasilkan suatu sifat partikel yang sangat reaktif. Karena sifatnya yang reaktif itu, mineral liat dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang atau kegiatan produksi yang sangat luas, antara lain dalam bidan pertanian dalam arti luas, industri keramik, teknik pengeboran, katalis pada pengolahan minyak, industri logam, farmasi, dan kecantikan. Teknologi nano (*nanoclay*) telah dimanfaatkan untuk mengubah atau meningkatkan keguanaan mineral liat lebih luas lagi. Tingkat reaktivitas partikel merupakan indicator yang berkaitan dengan spektrum kegunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

Bohn H, McNeal B, O'Connor G (1985). Soil chemistry, 2nd Ed. Wiley-Interscience, Chichester

Carretero MI and Pozo M (2010). Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries, Part II. Active ingredients. *Applied Clay Sci*. 47:171–181.

Manjaiah KM, Mukhopadhyay R, Paul R, Datta SC, Kumararaja P, Sarkar B (2019). Modified Clay and Zeolite Nanocomposite Materials, Chapter 13 - Clay minerals and zeolites for environmentally sustainable agriculture. *Micro and Nano Technologies*, p. 309-329

Mukherjee S. (2007). Clays: Industrial applications and their determinants. *The Science of Clays*: 113 – 122.

Murray HH (1991). Overview — clay mineral applications. *Applied Clay Sci*. 5: 379-395.

Newman ACD (1984). Clay minerals: their structure, behaviour and use. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*. 331(1517): 375-389

Priyono J (2005a). Kimia tanah. Mataram University Press.

Priyono J (2005b). Effects of high-energy milling on the performance of silicate rock fertilizers. (Ph.D Thesis: The University of Western Australia)

Priyono J (2016). Penyaringan biogas dengan bubuk batuan silikat. Bahan Desiminasi Teknologi Tepat Guna, CoE CLEAR Universitas Mataram.

Schulze DG (2002) An introduction to soil mineralogy. *In*: Dixon JB and Schulze DG (eds) Soil Mineralogy with Environmental Applications, pp. 1–35. Madison, WI: Soil Science Society of America

Viserasa C, Aguzzi C, Cerezoa P, Lopez-Galindoc A (2007). Uses of clay minerals in semisolid health care and therapeutic products. *Applied Clay Sci*. (1-3): 37-550.

TRANSFORMASI SOSIAL EKONOMI PROGRAM PEMBERDYAAN USAHA GARAM RAKYAT (PUGAR) TERHADAP PENDAPATAN DAN PENYERAPAN TENAGA KERJA PETAMBAK GARAM DI KAWASAN PESISIR LOMBOK TIMUR

Social Economic Transformation of Salt Business Empowerment Program (Pugar) on The Income and Employment Opportunity in Coast Region East Lombok

Syarif Husni[1)], M.Yusuf[1)], Ni Made Nike Z W[1)], dan Rizki Ratnasari[2)]

[1)]Staf Pengajar Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram
[2)]Mahasiswa Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram

** email: syarifhusni1964@gmail.com*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah: a) menganalisis pengaruh Program PUGAR terhadap pendapatan petambak garam b) menganalisis pengaruh program PUGAR terhadap penyerapan tenaga kerja. Hasil penelitian menunjukkan Program PUGAR berpengaruh terhadap peningkatan petambak garam sebesar Rp 31.487.613/Ha dibandingkan petambak Non PUGAR Rp 14.807/Ha, b) Program PUGAR tidak berpengaruh terhadap penyerapan tenaga kerja. Penyerapan tenaga kerja Program PUGAR sebesar 184,68 HKO dan Non PUGAR 121,62 HKO.

Kata kunci : Transformasi, pemberdayaan

ABSTRACT

The objectives of this study are: a) analyzing the effect of the PUGAR Program on salt farmer income b) analyzing the effect of the PUGAR program on employment. The results showed the PUGAR Program affected the increase in salt farmers by Rp. 31,487,613 / Ha compared to the Non-PUGAR farmer, Rp. 14,807 / Ha b) The PUGAR Program had no effect on employment. Workforce absorption of PUGAR Program is 184.68 HKO and Non PUGAR 121.62 HKO .

Keywords: transformation, empowerment

PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan salah satu negara maritim terbesar di dunia dan terletak di garis khatulistiwa. Namun, setiap tahunnya selalu impor garam karena produksi dalam negeri tidak mencukupi kebutuhan yang terus meningkat. Produksi garam yang hanya mengandalkan dari hasil petani tambak lokal serta belum adanya industri garam yang

digarap secara berkelanjutan untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat membuat pemerintah masih impor garam, terutama dari Australia.

Total luas lahan tambak garam di Indonesia sebesar 29.452,31 ha yang terdiri dari luas lahan di daerah sentra produksi 21.348,90 ha dan lahan di di daerah penyangga 8.103,41 ha. Pada kondisi cuaca normal tambak garam mampu memproduksi garam sebanyak 1,2 juta-1,4 juta ton per tahun dengan masa produksi 5-6 bulan. Produktifitas lahan tambak garam di Indonesia 60-70 ton per hektar per tahun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018).

Berdasarkan data neraca garam Indonesia, stok awal garam pada 2017 mencapai 789,9 ribu ton. Sementara jumlah pasokan mencapai 2,2 juta ton, berasal dari produksi domestik 916,9 ribu ton ditambah impor sebanyak 2,2 juta ton. Sehingga secara akumulasi persediaan garam sepanjang tahun lalu mencapai 3,9 juta ton. Sementara penggunaan garam domestik mencapai 3,5 juta ton ditambah untuk ekspor 215 ton. Jika ditotal konsumsi garam domestik ditambah untuk pangsa ekspor mencapai 3,55 juta ton. Maka stok akhir tahun lalu, yakni selisih antara persediaan dengan penggunaan mencapai 349,5 ribu ton (Data Publish, 2017).

Selama ini distribusi dan pemasaran garam kurang efisien. Lahan garam berada di pinggir pantai yang lokasinya terpencil dengan akses terbatas menjadi salah satu penyebab rendahnya harga yang diterima petambak garam jauh lebih rendah. Produksi garam dilakukan secara personal dan tradisional, sehingga berdampak rendahnya kuantitas dan kualitas garam yang dihasilkan dan tidak memenuhi standar sebagai bahan baku industri. Rendahnya kualitas garam berpengaruh terhadap harga jual dan berdampak kepada rendahnya pendapatan, sehingga kesejahteraan petambak garam menjadi rendah. Rendahnya harga di tingkat petambak garam akan menurunkan daya tarik bagi produsen garam dalam memperoduksi garam, sehinggan ketergantungan pada garam impor, khusunya untuk keperluan garam konsumsi sangat tidak mendukung ketahanan nasional karena garam komoditas strategic yang secara terus menerus dibutuhkan seluruh masyarakat (Widiarto, Musa Hubies, Komar Sumantadinata, 2013)

Salah satu usaha untuk meningkatkan produksi garam nasional adalah Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR). PUGAR merupakan Program Nasional Pemberdayaan Masyarakat Mandiri Kelautan dan Perikanan (PNPM Mandiri-KP) dilaksanakan dengan prinsip bottom-up. Kegiatan PUGAR diperuntukkan bagi peningkatan kesejahteraan dan kesempatan kerja petambak garam rakyat dan pelaku usaha garam rakyat lainnya dalam mendukung swasembada garam nasional. PUGAR merupakan salah satu Program Prioritas Pembangunan Nasional yaitu sebagai Prioritas Nasional ke-4 tentang Penanggulangan Kemiskinan. Oleh sebab itu, pelaksanaan kegiatan PUGAR mendapat perhatian dari Unit Kerja Presiden Bidang Pemantauan, Pengawasan dan Pengendalian Pembangunan (UKP-4) sesuai Instruksi Presiden RI Nomor 14 Tahun 2011 tentang Percepatan Pelaksanaan Prioritas Pembangunan Nasional

Kabupaten Lombok Timur merupakan salah satu daerah sasaran pelaksanaan Program PUGAR di NTB. Luas lahan tambak garam di Kabupaten Lombok Timur 293,35 ha meliputi

tambak garam PUGAR 243,88 (83,14%) dan Non PUGAR 49,47 ha (6,86%) dengan melibatkan 259 petambak atau 25 kelompok, seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas Lahan Tambak Garam PUGAR dan Non PUGAR di Kabupaten Lombok Timur, Tahun 2018

No	Kecamatan	Tambak PUGAR (Ha)	Tambak Non PUGAR (Ha)
1	Keruak	14,25	0,00
2	Jerowaru	229,63	49,47
	Total	243,88	49,47

Sumber: Dinas Perikanan dan Kelautan Kab Lombok Timur, 2018

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), penduduk miskin di wilayah pesisir sebanyak 7,87 juta jiwa atau sebesar 25,14% dari total jumlah penduduk miskin nasional yang mencapai 31,02 juta jiwa. Permasalahan mendasar yang menyebabkan kemiskinan adalah kurangnya akses permodalan, pasar dan teknologi, perlindungan sosial budaya, tidak memiliki aset sebagai modal aktif, rendahnya kualitas lingkungan serta lemahnya kelembagaan nelayan, pembudidaya, pengolah/pemasar ikan, masyarakat petambak garam rakyat, dan masyarakat pesisir lainnya.

Fakta di lapangan selama ini bahwa kendala yang sering dihadapi oleh petambak garam adalah kelembagaan (kelompok petambak) di tingkat petambak yang belum berfungsi dan harga garam yang masih rendah, terbatasnya gudang penyimpanan garam, dan infra struktur yang masih minim. Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengurangi kemiskinan masyarakat pesisir khususnya petambak garam adalah melalui Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat (PUGAR).

Tujuan penelitian ini adalah: a) menganalisis pengaruh Program PUGAR terhadap pendapatan petambak garam b) menganalisis pengaruh program PUGAR terhadap penyerapan tenaga kerja.

BAHAN DAN METODE

Metode dan Teknik Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan teknik pengumpulan data menggunakan teknik survey, yaitu wawancara langsung dengan responden dengan berpedoman pada daftar pertanyaan yang dibuat terlebih dahulu (Surakhmad, 1990).

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Lombok Timur dengan mengambil data tahun 2018. Dipilih Kecamatan Jerowaru secara *purposive sampling* atas dasar memiliki lahan tambak garam terluas dari program PUGAR. Selanjutnya dari 15 desa di kecamatan sampel tersebut, dipilih Desa Pemongkong dan Desa Sekaroh secara *purposive sampling* atas dasar ke dua desa tersebut memilik tambak garam Program PUGAR terluas.

Jumlah responden program PUGAR ditentukaan secara *quota sampling* sebanyak 30 responden (11%) dari total 280 petambak garam. Pemilihan responden dilakukan secara

proportional Random Sampling, sehingga terpilih 18responden di Desa Pemongkong dan 12 responden di Desa Sekaroh. Sedangkan responden program Non PUGAR mengikuti jumlah rumah tangga responden pada dua desa sampel tersebut. Sehingga total 60 rumah tangga Program PUGAR dan Non PUGAR.

Analisis Data

1) Pendapatan RT Petambak garam Program PUGAR atau Non PUGAR dari usaha garam

$$PPG = RPG - BPG \quad (1)$$

PPG = pendapatan petambak garam (Rp/thn)

RPG = nilai produksi (Rp/thn)

BPG = biaya produksi (Rp/thn

2) Penyerapan tenaga kerja dalam satuan hari kerja orang (HKO) dihitung dengan rumus (Sadyadarma, 1984):

$$P = (t.h.j/7) \quad (2)$$

P= Penyerapan tenaga kerja

t= jumlah tenaga kerja

h= jumlah hari kerja

j = jumlah jam kerja

Selanjutnya untuk menganalisis dampak sosial ekonomi program PUGAR terhadap pendapatan dan penyerapan tenaga kerja, maka digunakan analisis uji perbandingan 2 nilai rata-rata dengan hipotesis (Anwar, 1983):

H_o : $\mu_1 = \mu_2$ rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak garam Program PUGAR sama dengan rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak garam NON PUGAR.

H_o : $\mu_1 > \mu_2$ rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak garam Program PUGAR lebih besar dibandingkan rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak garam NON PUGAR

Langkah-langkah untuk menguji kebenaran hipotesis yang diajukan sebagai berikut :

a. Untuk mengetahui homogen tidaknya variance kedua sampel digunakan Uji F test pada taraf nyata 5% dengan rumus sebagai berikut:

Fhit = $\frac{SX^2}{SY^2}$, bila $SX^2 > SY^2$

F hit = $\frac{SY^2}{SX^2}$, bila $SX^2 < SY^2$

$SX^2 = \frac{\sum_{(X-X)}{}^2}{(n_1-1)}$

$SY^2 = \frac{\sum_{(Y-Y)}{}^2}{(n_1-1)}$

Jika F hitung < F tabel : berarti variance kedua sampel homogen

Jika F hitung > F tabel : berarti variance kedua sampel tidak homogen

F tab = $F_1 - {}^1/_2\,\alpha$ (n_1-1, n_2-1) db

b. Apabila variance kedua sampel homogen maka digunakan rumus:

t hit = $\frac{\bar{X}-\bar{Y}}{\sqrt{\frac{SP^2}{n_1}+\frac{SP^2}{n_2}}}$

$SP^2 = \frac{\sum(X-X)^2 + \sum(Y-Y)^2}{(n_{1-1})+(n_2-1)}$

c. Apabila variance kedua sampel tidak homogen maka digunakan rumus:

t hit = $\frac{\bar{X}-\bar{Y}}{\sqrt{\frac{SP^2}{n_1}+\frac{SP^2}{n_2}}}$

Keterangan :

X = Rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak program PUGAR.

Y = Rata-rata pendapatan dan penyerapan tenaga kerja petambak non PUGAR.

SX^2 = Variance dari X

SY^2 = Variance dari Y

SP^2 = Variance gabungan kedua sampel.

n_1 = Jumlah petambak PUGAR

n_2 = Jumlah petambak non PUGAR

Jika t-hitung > t- tabel maka Program PUGAR berpengaruh terhadap pendapatan dan penyerapan tenaga kerja

Jika t-hitung =< t- tabel, maka Program PUGAR tidak berpengaruh terhadap pendapatan dan penyerapan tenaga kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum UsahaTambak Garam di Kabupaten Lombok Timur

Usaha tambak garam yang dilakukan di daerah penelitian umumnya masih dengan cara tradisional dan menggunakan teknologi sederhana. Proses pembuatan garam menggunakan metode penguapan air laut dengan tenaga matahari. Petambak garam menggunakan istilah *Kopang* untuk menyebutkan jumlah petakan pada lahan yang digarap oleh petambak. *Kopang* terdiri dari areal penguapan, meja garam dan satu kolam penampungan air muda. Proses produksi usaha garam mengandalkan tenaga kerja sebagai sumberdaya utama untuk proses produksi. Proses produksi garam dapat dibedakan menjadi empat tahap kegiatan yaitu pertama proses persiapan lahan tambak diantarnya adalah mengeringkan lahan, memperbaiki meja garam, saluran tambak dan alat-alat produksi, kedua, pengolahan tanah dan air diantaranya proses pemasukan air laut ke meja garam, ketiga, proses pemeliharaan meja garam diantaranya memperhatikan pinggiran tambak agar tidak terjadi kebocoran pada tambak, keempat, proses pemanenan garam diantaranya menggaruk garam dari meja garam ke pinggir tambak, mengangkut garam dari pinggir ke gudang penyimpanan, memasukkan garam ke dalam karung, mengangkut karung garam ke pinggir jalan dan atau atas truk pengangkut.

Proses produksi tambak garam yang dilaksanakan oleh petani tambak garam di Kabupaten Lombok Timur meliputi berbagai jenis kegiatan antara lain:

a. Persiapan Tambak

Persiapan awal terlebih dahulu dilakukan dengan mengeringkan tambak selama satu hari. Setelah kering dijemur selama 2 hari, dibersihkan lumut dan kayu yang ada di meja garam atau petakan-petakan kecil, jika ada lubang-lubang kecil disekitar meja garam petani responden di daerah penelitian menutup lubang kecil dengan tanah yang diambil disekitar areal tambak menggunakan tangan. Selain itu pada tahap ini dilakukan pemasangn geoisolator dan TUF

b. Pengolahan Tanah untuk meja garam dan pengaliran Air laut ke tambak

Meja garam atau petakan-petakan kecil yang belum rata dan masih becek dipadatkan dengan menggunakan alat yang disebut gulu’ terbuat dari bambu (pengais bambu), tanah di meja garam dipadatkan sampai keras atau seperti disemen. Setelah meja garam atau petakan-petakan kecil dipadatkan lalu petani menyalurkan air laut dengan kepekaan 15-20 Be (baumeter atau alat untuk mengukur kadar garam dari air laut) disalurkan keseluruh meja garam atau petakan-petakan kecil untuk pembuatan garam. Setelah itu dijemur selama 6 hari dan menjadi kristal.

c. Masa Pemeliharaan Meja Garam

Setelah meja garam atau petakan-petakan kecil dipadatkan lalu petani menyalurkan air laut dengan kepekaan 15-20 Be (baumeter atau alat untuk mengukur kadar garam dari air laut) disalurkan keseluruh meja garam atau petakan-petakan kecil untuk pembuatan garam. Setelah itu dijemur selama 6 hari dan menjadi Kristal. Selama dijemur tambak akan dipelihara atau memperhatikan pinggiran tambak agar tidak terjadi kebocoran.

Masa Pemanenan

Setelah 7 hari di jemur dibawah sinar matahari, air yang berada di meja garam atau petakan-petakan kecil yang telah menjadi gumpalan seperti kristal barulah garam dapat dipanen. Pemanenan garam dilakukan pada pagi hari dan sore hari dikarenakan pada pagi hari matahari belum terlalu besar atau terlalu panas sedangkan pada sore hari matahari mulai terbenang atau sering disebut petani di daerah penelitian (jelo ketelep). Pengambilan garam dilakukan dengan menggunakan pengais. Garam ditarik kesamping didekat meja garam atau petakan-petakan kecil setelah itu ditarik ke atas pematang meja garam ke berbagai tempat pematang.

Tahun 2012, Kabupaten Lombok Timur menjadi salah satu kabupaten program PUGAR. Terdapat dua kecamatan di Lombok Timur yang melaksanakan program PUGAR yaitu Kecamatan Jerowaru dan Kecamatan Keruak. Di Kecamatan Jerowaru kegiatan PUGAR sudah berjalan dari tahun 2012 hingga terakhir tahun 2017.

Tabel 2. Sarana dan Prasarana Program PUGAR di Kabupaten Lombok Timur

Rincian	Tahun 2014-2015	Tahun 2016-2017
Penyaluran bantuan	1. Sarana • Penyediaan mesin pompa air • Alat pengais • Arco • Sepatu Boot • Karung • Cangkul 2. Prasarana • Gudang penyimpanan garam	1. Sarana • Penyediaan mesin pompa air • Alat pengais • Arco • Sepatu Boot • Karung • Cangkul • Geoisolator 2. Prasarana • Gudang penyimpanan garam • Jalan beton untuk jalur produksi • Penerapan Teknologi Ulir Filter (TUF)

Sumber: Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Lombok Timur, 2017

Tahun 2012-2013 sendiri masih tahap sosialisasi dan tahap penyeleksian calon petambak. Mulai tahun 2014 sampai tahun 2017 berupa bantuan alat produksi seperti alat pengais, mesin pompa air, arco, sepatu boot dan sebagainya. Bantuan berupa pompa air,

diberikan kepada tiap kelompok sehingga penggunaanya saling bergantian antar tiap anggota. Selain itu, terdapat bantuan berupa prasarana seperti penyedian gudang untuk penyimpanan garam. Bantuan berupa geoisolator yaitu lahan garam geoisolator mirip seperti terpal yang berfungsi untuk mempercepat proses pembuatan garam, mencegah tercampurnya garam dengan tanah dan meningkatkan kualitas garam. Bantuan penerapan Teknologi Ulir Filter (TUF) merupakan sebuah sistem sederhana untuk mengalirkan air laut ke dalam kolam dengan metode penyaringan. Penerapan teknologi ini dapat meningkatkan kualitas garam yang dihasilkan serta menambah hasil produksi garam.

Biaya Produksi Petambak Garam Program PUGAR dan Non PUGAR

Biaya produksi merupakan jumlah keseluruhan dari semua biaya variabel dan biaya tetap. Biaya variabel adalah biaya yang besar kecilnya tergantung dari jumlah produksi yang meliputi biaya sarana produksi, penggunaan tenaga kerja, dan biaya variabel lain serta semua biaya diperhitungkan dalam per musim. Sedangkan biaya tetap adalah biaya yang tidak habis dipakai dalam satu kali proses produksi yang meliputi biaya penyusutan alat dan pajak lahan serta sewa lahan.

Adapun rincian biaya produksi yang dikeluarkan petani selama usahatani tambak garam disajikan pada Tabel 3. berikut:

Tabel 3. Biaya Produksi Petambak Garam PUGAR dan Non PUGAR di Kabupaten Lombok Timur, 2019

No.	Jenis Biaya	Program PUGAR		Non PUGAR	
		Per Ha (Rp)	Persentase (%)	Per Ha (Rp)	Persentase (%)
1	Biaya Variabel				
a	Biaya Saprodi	790.276	6,48	805.272	8,12
b	Biaya TK	11.078.453	90,83	8.871.060	89,45
Sub Total		11.868.729	97,31	9.676.332	97,57
2	Biaya Tetap				
a	Pajak Lahan	75.014	0,62	37.751	0,38
b	Penyusutan Alat	252.622	2,07	203.638	2,05
Sub Total		327.636	2,69	241.389	2,43
Total Biaya Produksi		12.196.365	100,00	9.917.721	100,00

Sumber : Data Primer Diolah

Pada Tabel 3 tampak bahwa biaya produksi yang dikeluarkan oleh Petambak garam Program PUGAR lebih besar dibandingkan Petambak Non PUGAR dengan perbedaan sebesar Rp 2.278.644/ha. Pada Petambak Garam program PUGAR kegiatan yang memerlukan upah tenaga kerja yang tinggi pada pemasangan geoisolator (tarpal yang berfungsi untuk mempercepat proses pembuatan garam serta menambah hasil produksi) dan penggunaan teknologi Ulir Filter (TUF) Sementara itu biaya penyusutan alat untuk petambak Garam PUGAR lebih tinggi, karena ada biaya penyusutan geoisalator dan TUF. Harga

geoisolator Rp 2.250.000 per roll dengan ukuran 3/1,5m x 100m x 200 mic.

Selain itu perbedaan biaya produksi yang lain adalah pajak lahan yaitu petambak garam program PUGAR rata-rata memiliki lahan tambak dekat dengan akses jalan raya

Pendapatan Petambak Garam PUGAR dan Non PUGAR

Produksi adalah jumlah produksi petambak garam pernerima PUGAR dan Non PUGAR yang diperoleh petambak garam selama satu kali proses produksi garam. Produksi garam hanya dimanfaatkan pada satu musim setiap tahunnya di musim kemarau selama 6 bulan dengan 12 kali proses produksi atau 2 kali dalam sebulan. Nilai produksi (penerimaan) adalah hasil kali antara jumlah produksi garam (Kg) dengan harga produksi garam yang berlaku per kilogram (Rp/Kg). Pendapatan dari usahatani tambak garam penerima PUGAR maupun dengan Non PUGAR diperoleh dengan menghitung nilai produksi dikurangi biaya produksi yang dikeluarkan oleh petambak selama satu kali musim garam. Untuk lebih rinci dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4.. Pendapatan Petambak Garam Program PUGAR dan Non PUGAR di Kabupaten Lombok Timur, 2019

No	Uraian	Program PUGAR	Non PUGAR
		Per Hektar	Per Hektar
1	Produksi (kg)	39.713	27.473
2	Harga (Rp/kg)	1.100	900
3	Nilai Produksi (Rp)	43.683.978	24.725.501
4	Biaya Produksi (Rp)	12.196.365	9.917.721
5	Pendapatan (Rp)	31.487.613	14.807.780
6	R/C ratio	3,58	2,49

Sumber : Data Primer Diolah Tahun 2019

Tabel 4. menunjukkan bahwa rata-rata produksi Petambak Garam Penerima PUGAR lebih tinggi dibandingkan rata-rata produksi Petambak Garam Non PUGAR yang di Kabupaten Lombok Timur Tahun 2018. Produksi yang dihasilkan petambak garam penerima PUGAR sebanyak 39.713 kg/Ha. Sedangkan produksi yang dihasilkan petambak garam Non PUGAR lebih rendah sebanyak 27.473 kg/Musim/Ha, Perbedaan tersebut disebabkan penerapan teknologi geoisolator. dengan harga rata-rata per kg sebesar Rp. 1.100. Sementara nilai produksi rata-rata petambak garam Non PUGAR sebesar Rp. 24.725.501 /Musim/Ha dengan harga rata-rata per kg Rp. 900. Besarnya nilai produksi tergantung pada besarnya jumlah produksi dan harga jual garam per kilogram. Semakin banyak produksi yang dihasilkan yang diikuti dengan tingginya harga jual produk, maka nilai produksi akan semakin besar, sebaliknya semakin sedikit jumlah produksi yang dihasilkan dan rendahnya harga jual maka nilai produksi semakinr rendah. Dengan demikian besar kecilnya nilai produksi akan sangat berpengaruh terhadap pendapatan yang diterima petambak garam.

Pada Tabel 4 juga menunjukkan pendapatan rata-rata yang diperoleh petambak garam penerima PUGAR sebesar Rp. 31.487.613/Ha selama per musim garam sedangkan pendapatan rata-rata yang diperoleh petambak garam Non PUGAR sebesar Rp. 14.807.780/Ha per musim . Perbedaan pendapatan petambak garam program PUGAR maupun petambak garam Non PUGAR karena adanya perbedaan nilai produksi, biaya-biaya yang dikeluarkan, harga jual garam dan adanya teknologi (Teknologi Ulir Filter dan Geoisolator) yang dapat meningkatkan kualitas garam pada program PUGAR. Di daerah penelitian harga garam ditentukan berdasarkan kualitas garam yang dihasilkan, semakin putih dan semakin besar kristal garam maka semakin tinggi pula harga garam tersebut dan sebaliknya jika garam yang hitam dan kristalnya kecil maka semakin rendah harga garam tersebut.

Sementara itu nilai R/C ratio Program PUGAR dan Non PUGAR lebih besar dari 1 menunjukkan aktifitas usaha tambak garam di Kabupaten Lombok Timur layak diusahakan atau secara ekonomi efisien.

Hasil analisis dampak Program PUGAR terhadap pendapatan garam dengan perbedaan yang dimiliki antara petambak garam program PUGAR dan petambak garam Non PUGAR menggunakan uji lanjut atau uji F-test untuk menentukan apakah kedua varians petambak garam penerima PUGAR dan petambak garam Non PUGAR tersebut homogen atau tidak homogen. Setelah dilakukan uji lanjut atau uji F-test maka dilakukan uji t-test untuk mengetahui perbandingan pendapatan pada petambak garam penerima PUGAR dan Non PUGAR.

Hasil analisis dampak Program PUGAR terhadap pendapatan petambak garam dengan menggunakan uji F-test menunjukkan nilai F-hitung (9,107) lebih besar dari F-tabel (1,861) artinya varians sampel tidak homogen antara petambak garam Program PUGAR dengan Petambak Garam Non PUGAR. Setelah dilakukan uji-t terhadap rata-rata pendapatan per hektar pada petambak garam penerima PUGAR dan petambak garam Non PUGAR pada taraf nyata sebesar 5%. Rata-rata pendapatan petambak garam program PUGAR dan petambak garam Non PUGAR diperoleh nilai t-hitung (3,371) lebih besar dari nilai t-tabel (2,030) dengan probalitas (0,002). Artinya terdapat perbedaan nyata antara pendapatan petambak garam program PUGAR dengan petambak garam Non PUGAR, atau dengan kata lain program PUGAR berpengaruh terhadap pendapatan petambak garam.

Hal ini didukung oleh hasil penelitian Narsaullah (2013) menunjukkan bahwa Program PUGAR ini layak untuk dikembangkan, terutama pada kelompok Mutiara dengan nilai *benefit* yang tertinggi, sedangkan kelompok dengan nilai *benefit* terkecil yaitu kelompok petani garam Barokah. Kemudian kajian Amini (2013) bahwa PUGAR mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan pendapatan masyarakat, tetapi belum maksimal. Hal ini disebabkan oleh kesulitan mendapatkan kayu bakar yang digunakan untuk mengolah garam sehingga mengganggu kelancaran proses produksi yang berdampak pada pendapatannya

Penyerapan Tenaga kerja Program PUGAR

Pada proses produksi usaha garam memerlukan tenaga kerja mulai dri persiapan lahan sampai pemanenan. Oleh karena itu penggunaaan tenaga kerja baik tenga kerja dalam keluarga dan tenaga kerja luar keluarga menjadi sangat penting dalam proses produksi. Pada Tabel 5 berikut ini disajikan penyerapan tenaga kerja pada masing-masing tahapan kegiatan proses produksi garam seperti tenaga kerja dalam keluarga (TDK) dan tenaga kerja luar keluarga (TLK).

Tabel 5. Penyerapan Tenaga Kerja Program PUGAR dan Non PUGAR di Kabupaten Lombok Timur, 2019

Kegiatan	**PUGAR (HKO)**			**Non PUGAR (HKO)**		
	TKDK	**TKLK**	**Total**	**TKDK**	**TKLK**	**Total**
Persiapan tambak	24,96	21,12	46,08	18,96	10,32	29,28
Penyaluran air	16,20	20,64	36,84	25,26	14,76	40,02
Pemeliharaan meja garam	27,48	32,88	60,36	15,72	15,60	31,36
Pemanenan	18,84	22,56	41,40	3,03	36,36	52,32
Total	87,48	97,2	184,68	62,97	77,04	121,62

Sumber: data primer diolah

Pada Tabel 5 tampak bahwa jumlah tenaga kerja yang diserap pada program Pugar lebih tinggi dibandingkan dengan Non Pugar. Perbedaan ini disebabkan adnya penggunaan teknologi geo isolator dan Ulir Filter pada Program PUGAR yang banyak membutuhkn tenaga kerja. Sementara itu pemanfaatan tenaga kerja dalam keluarga lebih kecil dibandingkan tenaga kerja luar keluarga, sehingga berpengaruh terhadap biaya tenaga kerja yang dikeluarkan oleh petambak menjadi lebih tinggi.

Untuk melihat dampak program PUGAR terhadap penyerapan tenaga kerja, maka diuji lanjut. Hasil analisis menujukkan nilai F-hitung (4,511) lebih besar dibandingkan F tabel (1,861) berarti varians dua sampel tidak homogen. Kemudian untuk melihat pengaruh Program PUGAR terhadap penyerapan tanaga kerja dilakukan dengan uji t-test. Dari hasil uji t-test menunjukkan t-hitung (1,082) lebih kecil dibandingkan dengan t-tabel (2,447) pada taraf nyata 5% dan nilai probabilitas sebesr 0,321. Jadi secara statistik bahwa Program PUGAR tidak berpengaruh terhadap penyerapan tenaga kerja. Kegiatan usaha tambak garam rakyat oleh petambak hampir sama dan yang membedakan yaitu pada penggunaan peralatan geoisolator dan TUF.

KESIMPULAN

Program PUGAR berpengaruh terhadap peningkatan petambak garam sebesar Rp 31.487.613/Ha dibandingkan petambak Non PUGAR Rp 14.807.780/Ha. Program PUGAR tidak berpengaruh terhadap penyerapan tenaga kerja. Penyerapan tenaga kerja Program PUGAR sebesar 184,68 HKO dan Non PUGAR 121,62 HKO.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, Sanusi., 2013, Metodologi Penelitian Bisnis. Cetakan ketiga. Jakarta. Salemba Empat

Data Publish, 2017. *Inilah Neraca Data Garam Indonesia* https:// databoks katadata.co.id/datapublish

Departemen Kelautan dan Perikanan. 2011. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor PER.4/MEN/2011 tentang Prroduksi Garam Nasional. Jakarta: DKP.

Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Karangasem, 2016). PUGAR. (*https:// dpkpkarangasem.wordpress.com/2016/02/03/pugar-pengembangan- usaha-garam-rakyat/).*

Dinas Perikanan dan Kelautan Kabupaten Lombok Timur. 2018. Profil Garam Rakyat Kawasan Kabupaten Lombok Timur. Selong.

KKP. 2016. Petambak Garam Nusa Tenggara Barat. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Diakses dari *http://djpb.kkp.go.id* pada tanggal 20 November 2018.

Narsaullah, Sasongko. 2013. "Evaluasi Kelayakan Usaha Garam Rakyat Berpola Subsisten Dalam Rangka Pembangunan Ekonomi Di Kawasan Pesisir (Studi Pada Kelompok Petani Garam Pugar Kabupaten Pasuruan". (Skripsi S-1 Program Studi Ekonomi Pembangunan, Jurusan Ilmu Ekonomi). Malang: Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Brawijaya Malang.

Surakhmad, W. 1990, Pengantar Penelitian Ilmiah, Tarsito Bandung.

Widiarto, Musa Hubies, Komar Sumantadinata, 2013.*Efektivitas Program Pemberdayaan Usaha Garam Rakyat di Desa Losarang, Indramayu*". Vol. 8 No. 2 ISSN 2085-8418 http://journal.ipb.ac.id /index.php/jurnalmpi/. Manajemen IKM, September 2013 (144-154

PENGGUNAAN ASPAL MODIFIKASI SERBUK SERAT PELEPAH BATANG PISANG PADA BETON ASPAL LAPIS PENGIKAT (ASPHALT CONCRETE-BINDER COURSE)

Modification Asphalt with Fiber Powder of Banana Stems for Asphalt Concrete-Binder Course

Desi Widianty [1], Ratna Yuniarti [1], Akmaluddin[1], Agung Prabowo[1], Shofia Rawiana[1]

[1)] Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jl Majapahit 62 Mataram, INDONESIA. Tel.+62-0370 636126

**email:* widiantydesi@unram.ac.id

ABSTRAK

Aspal modifikasi dengan penambahan serbuk serat pelepah batang pisang dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja dari aspal murni. Beton aspal lapis pengikat AC-BC merupakan lapis perkerasan lentur yang berfungsi meneruskan beban menuju lapis pondasi. Sehingga sangat diperlukan kekuatan, keawetan dan kestabilan dari bahan penyusunnya. Untuk itu perlu digunakan aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang yang dipakai sebagai bahan ikat pada campuran beton aspal AC-BC. Persentase kadar aspal modifikasi yang tepat sangat menentukan kualitas yang optimum suatu campuran beraspal. Benda uji campuran beton aspal dibuat sebanyak 3 (tiga) sampel untuk setiap variasi kadar aspal 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7%. Besarnya kadar aspal optimum dalam campuran dilakukan dengan melalui pemeriksaan volumetrik berupa nilai VMA, VIM, dan VFB serta pemeriksaan mekanis berupa stabilitas, flow dan Marshall Quetient. Hasil analisis data didapatkan bahwa nilai VIM, stabilitas dan MQ semakin menurun seiring meningkatnya kadar aspal modifikasi. Sedangkan nilai VMA, VFB dan flow semakin meningkat seiring meningkatnya kadar aspal modifikasi. Namun demikian dari lima variasi kadar aspal didapatkan kadar aspal 5% dan 5,5% yang memenuhi semua syarat spesifikasi campuran beton aspal AC-BC. Penggunaan kadar aspal lebih dari 5,5% menyebabkan campuran aspal akan mengalami bledding karena kelebihan aspal akibat kurangnya rongga didalam campuran. Untuk menentukan kadar aspal optimum diambil rata-rata dari kadar aspal yang memenuhi persyaratan. Sehingga campuran beton aspal AC-BC akan menghasilkan nilai struktural yang lebih baik pada kadar aspal 5,25% dengan serbuk serat pelepah batang pisang pada aspal sebesar 0,1%.

Kata kunci: beton aspal AC-BC; serbuk serat pelepah pisang; aspal modifikasi

ABSTRACT

Asphalt modification by adding fiber powder of banana stem can be implemented to improve the performance of pure asphalt. Asphalt concrete binder course AC-BC is a flexible pavement layer that functions to distribute the load towards the foundation layer. So it really

needs strength, durability and stability of the materials. For that, it is necessary to use asphalt modification with fiber powder of banana stem which is used as a binding material in AC-BC asphalt concrete mixture. The proper percentage of modified asphalt level will determine the optimum quality of an asphalt mixture. Asphalt concrete specimens were made in 3 (three) samples for each variation of asphalt level by 5%; 5.5%; 6%; 6.5%; and 7%. The asphalt optimum level in the mixture is carried out through volumetric investigation in the form of VMA, VIM, and VFB values and mechanical assessment in the form of stability, flow and Marshall Quetient. The results of data analysis found that the value of VIM, stability and MQ tend to decrease with increasing levels of modified asphalt. On the other hand the value of VMA, VFB and flow tend to rise with increasing levels of modified asphalt. However, from the five variations of asphalt levels obtained asphalt levels of 5% and 5.5% which meet all the specifications of AC-BC asphalt concrete specification. The use of asphalt level of more than 5.5% causes the asphalt mixture will led t bledding due to excess asphalt that lack of cavities in the mixture. To determine the asphalt optimum level, the average of qualified asphalt level is taken. So that the asphalt concrete AC-BC will produce a better structural performance at 5.25% asphalt level with banana stem fiber powder on asphalt by 0.1%.

***Key words**: AC-BC asphalt concrete ; fiber powder of banana stems; asphalt modification*

PENDAHULUAN

Kualitas perkerasan jalan yang baik dapat dinilai dari kemampuan perkerasan tersebut dalam memikul beban lalu lintas. Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas perkerasan jalan salah satunya adalah material yang digunakan sebagai bahan jalan. Sehingga sangat diperlukan upaya untuk mendapatkan material bahan jalan dengan kualitas baik atau lebih baik. Penggunaan material bahan jalan yang baik juga harus disertai dengan penggunaan proporsi yang tepat dalam suatu campuran agar menghasilkan perkerasan jalan kuat dalam memikul beban lalu lintas.

Jenis bahan tambah yang digunakan sangat bergantung pada tujuan dan kepentingan yang akan diharapkan. (Mashuri, 2011) menyatakan bahwa aspal menjadi lebih tahan terhadap perubahan temperatur dan beban lalu lintas berat dengan menambahkan bahan lain yang dapat meningkatkan stabilitas, meningkatkan ketahanan terhadap pengelupasan permukaan perkerasan dan mengurangi kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur. Aspal baru yang dihasilkan dari aspal keras dan suatu bahan tambah disebut aspal modifikasi.

Peningkatan kualitas aspal dapat dilakukan dengan menambah serbuk serat pelepah batang pisang. Widianty (2018) menyatakan bahwa penambahan 0,1% serbuk serat pelepah batang pisang pada aspal murni 60/70 dapat menurunkan nilai penetrasi dan nilai daktilitas serta meningkatkan nilai titik lembek aspal. Hal ini membuat aspal menjadi lebih tahan pada temperatur yang lebih tinggi.

Laston sebagai lapis pengikat (AC-BC) merupakan lapisan yang terletak dibawah lapisan aus. Tidak berhubungan langsung dengan cuaca tetapi perlu memiliki stabilitas untuk memikul beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Campuran beraspal yang terdiri dari aspal dan agregat harus memenuhi syarat stabilitas, fleksibilitas, durabilitas dan tahanan geser. Penggunaan gradasi rapat menghasilkan kepadatan yang baik sehingga

stabilitasnya tinggi, tetapi memiliki rongga pori yang kecil yang berarti memberikan kelenturan (fleksibilitas) yang kurang baik. Akibat tambahan beban lalu lintas serta pengaruh cuaca akan memberikan tahanan geser yang kecil. Penggunaan gradasi terbuka, akan diperoleh kelenturan yang baik namun stabilitasnya menjadi kecil. Kadar aspal yang terlalu sedikit menyebabkan lapis pengikat antar butiran kurang sehingga mudah lepas dan durabilitasnya berkurang. (Sukirman, 2016)

Campuran beton aspal AC-WC menghasilkan kinerja campuran yang paling baik pada penggunaan aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang 0,1% dengan kadar aspal optimum 5,5%. Hubungan dan antara variasi kadar aspal 5,0%; 5,5%; 6,0%; 6,5% dan 7,0% dengan parameter kinerja menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal nilai VMA, VIM dan MQ semakin menurun, sedangkan nilai VFB dan flow semakin meningkat. Serta nilai stabilitas dan Marshall Quetient semakin meningkat tapi sampai batas tertentu yaitu pada kadar aspal 6% nilainya menjadi turun. Namun kadar aspal yang memenuhi syarat spesifikasi adalah nilai VMA 5% dan 5,5%, nilai VIM adalah 5,5%, nilai VFB adalah 5,5% - 7%, nilai stabilitas dan MQ adalah semua variasi kadar aspal, dan nilai flow adalah 5% dan 5,5%. Dengan demikian kadar aspal optimum adalah 5,5% karena memenuhi semua syarat spesifikasi beton aspal AC-WC. (Widianty, 2018).

Pratomo (2016), penggunaan aspal modifikasi dengan penambahan plastik LLDPE pada lapisan aspal beton AC-BC dengan variasi kadar 1%; 3%; 5%; 7%; 9% dari berat aspal menghasilkan nilai stabilitas yang semakin meningkat seiring bertambahnya kadar LLDPE. Namun dari nilai VIM nya tidak ada yang memenuhi syarat spesifikasi. Selain itu nilai penetrasi yang dihasilkan semakin menurun dengan semakin bertambahnya kadar LLDPE.

Dari uraian diatas diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan prosentase yang tepat dari penggunaan aspal dengan tambahan serbuk serat pelepah batang pisang berdasarkan karakteristik campuran beton aspal lapis pengikat AC-BC.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian berupa :

a. Alat uji aspal : penetrometer, bituminous softening point, cleveland open cup, ductility testing machine, piknometer dan timbangan, oven, oven untuk uji kehilangan berat.
b. Alat uji agregat : satu set saringan standar, alat uji berat jenis (piknometer, timbangan, oven), bak perendam, alat impact untuk keausan
c. Alat uji campuran beton aspal
   Alat Marshall, cetakan benda uji berdiameter 100 mm dan tinggi 75 mm lengkap dengan pelat alas dan leher sambung, alat untuk mengeluarkan benda uji (*Specimen Extractor*), penumbuk, landasan pemadat dan bak perendam

Bahan penelitian yang digunakan antara lain : pelepah batang pisang, NaOH (Soda Api), air aquades, aspal pen 60/70 dan agregat diperoleh dari PT. Kresna Karya Pringgabaya.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimen. Eksperimen dilaksanakan di Laboratorium Transportasi dan Rekayasa Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mataram.

Pelaksanaan dan Pemeriksaan Penelitian

a. Persiapan dan Pemeriksaan bahan

Aspal yang digunakan untuk penelitian ini adalah aspal murni 60/70 yang ditambah dengan serbuk serat pelepah batang pisang sebanyak 0,1 % dari total aspal. Besarnya prosentase penambahan serbuk serat pelepah batang pisang ini didasarkan dari hasil penelitian sebelumnya (Widianty, 2018) tentang pengaruh penambahan serbuk serat pelepah batang pisang terhadap karakteristik sifat fisik aspal. Pengujian berupa uji penetrasi, uji titik lembek, uji titik nyala dan titik bakar, uji daktilitas, uji berat jenis, uji kehilangan berat.

Sedangkan pengujian agregat berupa : berat jenis, penyerapan air, kelekatan agregat terhadap aspal dan keausan dengan alat impact (agregat kasar). Pengujian yang dilakukan untuk agregat halus adalah : berat jenis, penyerapan air, dan pengujian yang untuk filler adalah : berat jenis.

b. Persiapan benda uji

Pembuatan benda uji briket Marshall campuran beton aspal lapis pengikat AC-BC menggunakan agregat dengan gradasi menerus (*dense graded*). Selanjutnya dibuat benda uji dengan kadar aspal selang 0,5%. Rancangan benda uji untuk menentukan kadar aspal optimum menggunakan variasi kadar aspal modifikasi 5%; 5,5%; 6%; 6,5% dan 7%.

c. Pemeriksaan benda uji

Pemeriksaan benda uji berupa sifat volumetrik dan mekanis campuran beton aspal lapis pengikat AC-BC. Pemeriksaan sifat volumetrik dilakukan dengan melakukan pemeriksaan berat jenis bulk beton aspal dan berat jenis maksimum beton aspal menggunakan kadar aspal yang telah ditetapkan. Kemudian dihitung besaran volumetrik dari beton aspal, yaitu rongga antara mineral agregat (VMA) dan rongga dalam campuran (VIM) dan rongga terisi aspal (VFB). Pemeriksaan mekanis dilakukan dengan alat marshal berupa stabilitas dan flow.

Analisis Data

Data yang didapat dari pengujian sifat volumetrik dan pengujian marshall dilanjutkan dengan pengolahan dan analisis data. Analisis data dilakukan menggunakan metode statistik yaitu analisis regresi. Variabel pada penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu kadar aspal modifikasi dan variabel tidak bebas berupa nilai VMA, VIM, VFB, stabilitas, flow dan marshall quetions. Muhidin (2007), kekuatan hubungan antara 2 variabel disebut dengan koefisien korelasi (r). Nilai Koefisien r akan selalu berada di antara -1 sampai +1. Kekuatan hubungan tersebut apakah hubungan sangat lemah, lemah, cukup, kuat, atapun sangat kuat. Selanjutnya untuk mendapatkan kadar aspal modifikasi optimum dilakukan dengan menggunakan grafik hubungan antara kadar aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang 0,1 % dengan sifat volumetrik dan mekanis beton aspal AC-BC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Aspal Modifikasi

Aspal modifikasi serbuk serat batang pisang merupakan campuran aspal 60/70 ditambah serbuk serat pelepah batang pisang sebanyak 0,1 % dari prosentase aspal murni. Pemeriksaan bahan aspal modifikasi terdiri dari pemeriksaan penetrasi, daktilitas, titik nyala, titik lembek, berat jenis, dan kehilangan berat. Hasil pemeriksaan aspal modifikasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan aspal modifikasi serbuk serat batang pisang

No.	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan*)	Hasil Pemeriksaan
1.	Penetrasi, 25˚C, 100 gram, 5 detik; 0,1 mm	60-70	62
2.	Daktilitas; 25 ˚C, (cm)	> 100	103,4
3.	Titik nyala; ˚C	min 232	> 285
4.	Titik lembek; ˚C	48 - 58	51,5
5.	Berat jenis	min 1,0	1,022
6.	Kehilangan berat; % berat	maks 0,8	0,32

Sumber : *) SNI 8198 : 2015

Hasil Pemeriksaan Agregat

Agregat sebagai bahan yang mendominasi dalam suatu campuran beraspal tentu akan sangat mempengaruhi kualitas dari campuran. Hasil pemeriksaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat

No.	Jenis Pemeriksaan	Persyaratan*)	Hasil Pemeriksaaan		
			Agregat Kasar	Agregat Halus	Filler
1.	Berat jenis bulk	≥ 2,50	2,73	2,76	2,70
2.	Berat jenis semu	≥ 2,50	2,84	2,81	-
3.	Berat jenis efektif	≥ 2,50	2,79	2.79	-
4.	Penyerapan terhadap air (%)	≤ 3,00	1,44	0,63	-
5.	Keausan dengan alat *impact* (%)	≤ 30,00	7,69	-	-
6.	Kelekatan agregat terhadap aspal (%)	≥ 95,00	100,00	-	-

Sumber : *) SNI 8198 : 2015

Dari hasil pemeriksaan yaitu Tabel 1, aspal modifikasi serbuk serat batang pisang dan Tabel 2, agregat menunjukkan bahwa kedua bahan tersebut memenuhi syarat sebagai bahan campuran beton aspal.

Penentuan Proporsi Agregat dan Aspal modifikasi

Proporsi campuran agregat diperoleh dengan melakukan pendekatan proporsional sesuai dengan spesifikasi yang dituju. Dalam penelitian ini, spesifikasi yang dituju adalah batas tengah dari gradasi agregat untuk Laston AC-BC berdasarkan standar dari Bina Marga. Dari nilai tengah persen lolos selanjutnya dapat ditentukan persen tertahan untuk masing-masing ukuran saringan. Spesifikasi gradasi agregat untuk AC-BC dapat dilihat pada Tabel 3. Besarnya proporsi masing-masing fraksi agregat ditentukan dari persen tertahan pada

fraksi itu sendiri. Sehingga didapatkan proporsi fraksi agregat kasar (CA), yaitu persen tertahan pada ukuran saringan 4,75 mm sebesar 45%. Proporsi fraksi agregat halus (FA) yaitu antara persen tertahan ukuran saringan 0,075 mm dan persen lolos ukuran saringan 4,75 mm sebesar 49% dan proporsi filler yaitu persen lolos ukuran saringan 0,075 mm sebesar 6%.

Tabel 3. Gradasi agregat campuran AC-BC untuk menentukan proporsi campuran agregat

No.	Ukuran saringan (mm)	Spesifikasi Lolos (%)	Nilai Tengah (%)	% kumulatif tertahan	% saringan
1.	25	100	100		
2.	19	90 - 100	95	5	5.0
3.	12,5	75 - 90	83	18	12.5
4.	9,5	66 - 82	74	26	8.5
5.	4,75	46 - 64	55	45	19.0
6.	2,36	30 - 49	40	61	15.5
7.	1,18	18 - 38	28	72	11.5
8.	0,600	12 - 28	20	80	8.0
9.	0,300	7 - 20	14	87	6.5
10.	0,150	5 - 13	9	91	4.5
11.	0,075	4 - 8	6	94	3.0
12.	Filler			6	6

Sumber : Hasil perhitungan (2019)

Variasi kadar aspal didapatkan dengan menentukan nilai kadar aspal rencana (Pb). menggunakan persamaan yaitu : Pb = 0,035 (%CA) + 0,045 (%FA) + 0,18 (%FF) + K dengan nilai konstanta sebesar 1,0. Sehingga nilai kadar aspal rencana (Pb) sebesar 5,86% (dibulatkan 6,0%) yang dipakai sebagai dasar untuk membuat rancangan campuran beton aspal AC-BC. Variasi kadar aspal yang dibuat menggunakan lima variasi yaitu Pb-1; Pb-0,5; Pb; Pb+0,5 dan Pb+1 sehingga menjadi 5%; 5,5%; 6%; 6,5%; dan 7% dimana aspal yang digunakan adalah aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang.

Pemeriksaan Volumetrik dan Mekanis Beton Aspal AC-BC

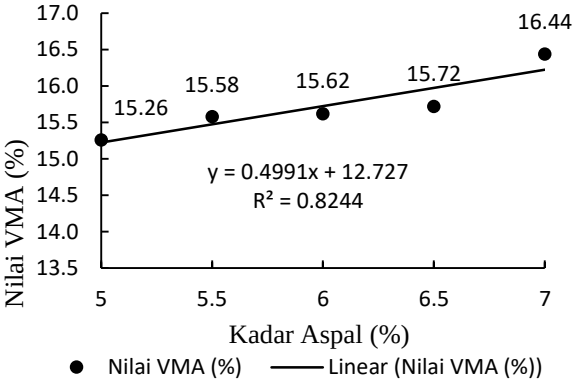
Benda uji campuran beton aspal AC-BC dirancang dengan 5 variasi kadar aspal modifikasi serbuk serat batang pisang yaitu 5%; 5,5%; 6%; 6,5% dan 7% dan dibuat 3 sampel untuk masing-masing variasi. Pemeriksaan volumetrik campuran aspal terdiri dari VIM, VMA, dan VFB serta pemeriksaan mekanis berupa stabilitas, flow dan marshall quetions (MQ). Hasil pemeriksaan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Volumetrik dan Mekanis Beton Aspal AC-BC

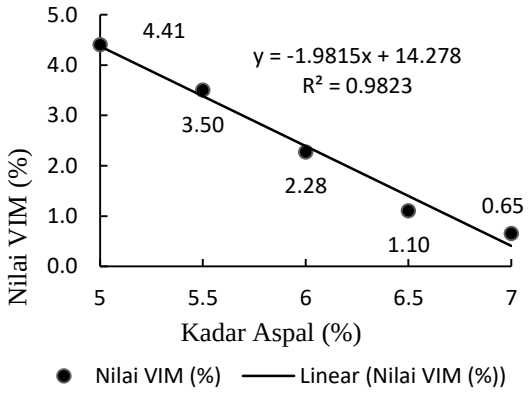
No.	Jenis Pemeriksaan	Satuan	Syarat	Kadar aspal modifikasi (%)				
				5	5,5	6	6,5	7
1	VMA	%	min 14	15.26	15.58	15.62	15.72	16.44
2	VIM	%	3 - 5	4.41	3.50	2.28	1.10	0.65
3	VFB	%	min 65	71.14	77.64	85.43	92.98	96.02
1	Stabilitas	kg	min 800	3084.85	2721.85	2697.39	2359.32	1867.56
2	Flow	mm	2 - 4	2.18	2.40	2.98	3.02	3.67
3	MQ	kg/mm	min 250	1495.06	1366.78	906.97	791.28	514.63

Sumber : Hasil perhitungan (2019)

Berdasarkan Tabel 4, maka dapat dibuat grafik hubungan antara variasi kadar aspal yang ditambah dengan serbuk serat batang pisang dengan VMA, VIM dan VFB, stabilitas, flow dan MQ.



Gambar 1. Hubungan Kadar Aspal dan VMA



Gambar 2. Hubungan Kadar Aspal dan VIM

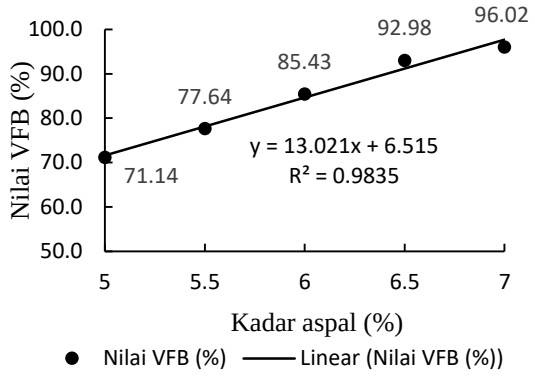
Rongga antara agregat (VMA)

Banyaknya rongga pori di antara butir-butir agregat didalam beton aspal padat dinyatakan dalam persen. Berdasarkan Gambar 1 diperoleh hubungan antara variasi kadar aspal nilai VMA yaitu semakin tinggi kadar aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang 0,1% maka nilai rongga di antara mineral agregat (VMA) akan semakin naik. Hal ini berarti makin tinggi kadar aspal yang dipakai maka rongga yang dapat diisi oleh aspal juga semakin besar. Dari spesifikasi untuk campuran beton aspal AC-BC ternyata semua variasi kadar aspal dari 5 % sampai 7% dengan nilai VMA sebesar 15,577% - 16,436% memenuhi persyaratan, karena nilai minimum VMA adalah sebesar 14%. Besarnya nilai korelasi (r) diperoleh sebesar 0,9079 (0,9 – 1) yang artinya kadar aspal sangat kuat berpengaruh terhadap nilai VMA. Karena seiring dengan bertambahnya kadar aspal nilai VMA mengalami peningkatan maka korelasi ini merupakan korelasi positif. Koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh adalah sebesar 0,8244 yang berarti bahwa kadar aspal berpengaruh terhadap nilai VMA sebesar 82,44%.

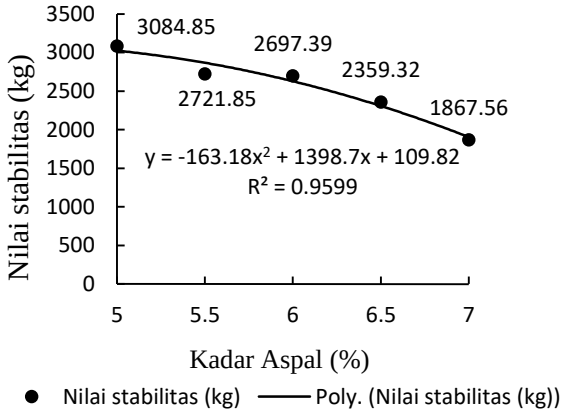
Rongga dalam campuran (VIM)

Rongga dalam campuran dibutuhkan untuk tempat bergesernya agregat-agregat karena adanya tambahan repetisi beban lalu lintas, atau sebagai tempat bila aspal melunak akibat meningkatnya temperatur udara. Hasil pemeriksaan nilai VIM terhadap variasi kadar aspal dapat disajikan pada Gambar 2. Kadar aspal modifikasi yang memenuhi persyaratan adalah kadar aspal 5% dan 5,5% dengan nilai VIM sebesar 3,5 dan 4,41 karena persyaratan VIM berada pada rentang 3,0 – 5,0. Nilai VIM lebih dari 5,0 dapat meningkatkan oksidasi aspal yang berdampak pada penuaan aspal sehingga durabilitas aspal menurun. Namun bila VIM kurang dari 3,0 mengakibatkan perkerasan mengalami *bleeding* saat suhu udara meningkat. Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal modifikasi maka rongga dalam campuran semakin kecil, karena rongga akan terisi oleh aspal itu sendiri. Korelasi antara kadar aspal dengan VIM merupakan korelasi negatif karena nilai VIM mengalami penurunan.

Besarnya koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh adalah 0,9823, artinya pengaruh kadar aspal terhadap nilai VIM sebesar 98,23%. Sedangkan nilai korelasinya sebesar -0,9911 yang berarti pengaruh kadar aspal sangat kuat terhadap nilai VMA.



Gambar 3. Hubungan Kadar Aspal dan VFB



Gambar 4. Hubungan Kadar Aspal dan Stabilitas

Rongga terisi Aspal (VFB)

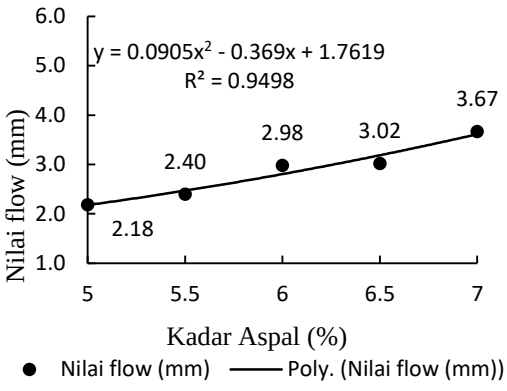
Berdasarkan Gambar 3 diperoleh nilai VFB semakin meningkat seiring meningkatnya kadar aspal. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal yang digunakan, maka semakin banyak aspal efektif yang masuk ke dalam rongga campuran dan menyelimuti campuran aspal. Variasi kadar aspal 5% sampai 7% memiliki nilai VFB diatas 65% yang berarti semua memenuhi syarat spesifikasi. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9835 menunjukkan bahwa kadar aspal berpengaruh terhadap nilai VFB sebesar 98,35%. Jika dilihat dari nilai korelasi yaitu sebesar 0,9917 yang menunjukkan bahwa hubungan keduanya saling berpengaruh sangat kuat (0,9 -1).

Stabilitas

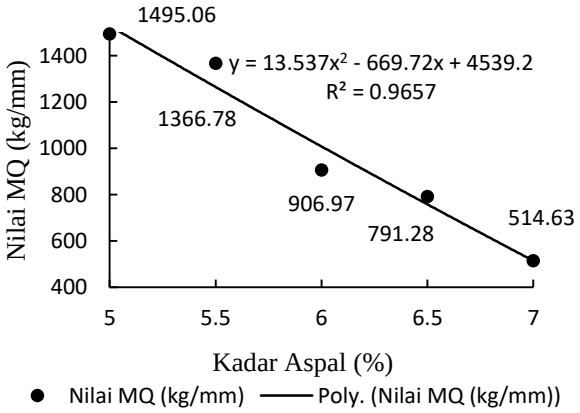
Tingkat keawetan suatu campuran aspal dapat dilihat dari nilai stabilitas campurannya, karena nilai stabilitas menunjukkan besarnya beban maksimum yang dapat diterima oleh suatu campuran beton aspal saat terjadi keruntuhan. Stabilitas yang rendah mengakibatkan perkerasan tidak dapat memikul beban yang tinggi, namun stabilitas yang terlalu tinggi dapat menghasilkan perkerasan yang terlalu kaku sehingga tingkat keawetan campuran malah berkurang. Tabel 4 dan Gambar 4 menunjukkan hubungan antara stabilitas dengan variasi kadar aspal modifikasi. Nilai stabilitas dari variasi kadar aspal 5% - 7% semuanya memenuhi persyaratan spesifikasi beton aspal AC-BC yaitu bernilai diatas 800 kg. Nilai stabilitas tertinggi dicapai pada kadar aspal 5% yaitu sebesar 3084,85 kg. Seiring dengan bertambahnya kadar aspal nilai stabilitasnya semakin turun, hal ini disebabkan karena rongga diantara agregat semakin kecil sehingga kadar aspal yang terlalu tinggi pada campuran menyebabkan campuran akan menjadi lembek (bleeding) sehingga stabilitasnya pun akan menurun. Besarnya koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,9599 yang menunjukkan bahwa pengaruh kadar aspal terhadap nilai stabilitas adalah sebesar 95,99%. Sedangkan nilai korelasi (R) diperoleh sebesar -0,9797 yang berarti kadar aspal sangat kuat pengaruhnya terhadap nilai stabilitas.

Flow (pelelehan)

Dari Tabel 4 dan Gambar 5 diperoleh bahwa nilai flow mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar aspal. Kadar aspal yang semakin banyak membuat campuran aspal akan menjadi semakin elastis. Nilai flow menunjukkan besarnya total deformasi dalam milimeter dari campuran beton aspal sampai mencapai titik beban maksimum pada saat pengujian stabilitas. Nilai flow yang dihasilkan pada variasi kadar aspal 5% - 7% yaitu sebesar 2,18% - 3,67% berada pada rentang 2 – 4 yang artinya besarnya deformasi yang timbul masih memenuhi syarat spesifikasi. Besarnya pengaruh antara kadar aspal modifikasi dengan flow adalah sebeesar 94,98% yang ditunjukkan dari nilai koefisien determinasi (R^2) diperoleh sebesar 0,9498. Sedangkan dari nilai koefisien korelasi (R) diperoleh sebesar 0,9746 menunjukkan bahwa kadar aspal modifikasi sangat kuat berpengaruh terhadap nilai flow.



Gambar 5. Hubungan Kadar Aspal dan Flow



Gambar 6. Hubungan Kadar Aspal dan MQ

Marshall Quotient (MQ)

Perbandingan antara stabilitas dan flow merupakan nilai marshall quetient. Nilai MQ ini dapat mencerminkan tingkat kekakuan suatu campuran. Semakin tinggi nilai MQ maka makin tinggi kekakuan campuran. Namun MQ yang terlalu rendah dapat menyebabkan perkerasan tidak cukup kuat memikul beban. Oleh karena itu Bina Marga mensyaratkan nilai MQ minimal 250 kg/mm. Hubungan antara kadar aspal dan nilai MQ sangat kuat pengaruhnya, hal ini terlihat dari nilai koefisien korelasi (R) bernilai -0,9827 (0,9 – 1, kategori sangat kuat) dan pengaruh kadar aspal terhadap nilai MQ sebesar 96,57%. Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar aspal maka nilai MQ mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena nilai flow yang juga semakin tinggi. Dari 5 variasi kadar aspal terlihat bahwa semua variasi memenuhi persyaratan untuk Marshall Quotient.

Kadar Aspal Modifikasi Optimum

Penentuan kadar aspal optimum dari aspal modifikasi dengan tambahan 0,1% serbuk serat pelepah batang pisang pada campuran beton aspal lapis pengikat AC-BC diperoleh dari hasil pemeriksaan volumetrik dan pemeriksaan mekanis. Tabel 5 merupakan hasil rekapitulasi nilai volumetrik dan mekanis campuran beton aspal AC-BC. Hasil tersebut

digunakan sebagai dasar untuk menentukan besarnya kadar aspal modifikasi optimum, yaitu dengan cara memilih variasi kadar aspal yang memenuhi semua syarat spesifikasi beton aspal AC-BC. Dalam penelitian ini dihasilkan kadar aspal yang memenuhi persyaratan semua parameter volumetrik dan mekanis adalah kadar aspal modifikasi 5% dan 5,5%. Untuk mendapatkan nilai kadar aspal optimum dilakukan dengan mengambil nilai tengah dari kadar aspal yang memenuhi persyaratan. Sehingga 5,25% kadar aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang merupakan besarnya kadar aspal optimum (KAO). Dengan demikian untuk membuat campuran beton aspal lapis pengikat (AC-BC) dengan bahan aspal modifikasi serbuk serat pelepah batang pisang yang menghasilkan kinerja campuran yang paling baik adalah memakai kadar aspal sebesar 5,25%.

Tabel 5. Penentuan kadar aspal optimum (KAO)

Parameter	Kadar Aspal				
	5%	5,5%	6%	6,5%	7%
VMA					
VIM					
VFB					
Stabilitas					
Flow					
MQ					

(*Sumber : Hasil perhitungan*) KAO = 5,25%

Keterangan :

Memenuhi persyaratan

Tidak memenuhi

KESIMPULAN

Penggunaan aspal modifikasi dengan penambahan 0,1% serbuk serat batang pisang pada aspal 60/70 pada beton aspal lapis pengikat (AC-BC) menghasilkan nilai VMA dan VFB dan flow yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kadar aspal modifikasi yang digunakan. Sedangkan nilai VIM, stabilitas dan MQ mengalami penurunan bila kadar aspal meningkat. Dari 6 parameter kinerja yang digunakan hanya parameter VIM yang tidak semua variasi kadar aspal memenuhi persyaratan. Dengan demikian hanya kadar aspal 5% dan 5,5% yang memenuhi semua syarat spesifikasi. Penggunaan kadar aspal lebih dari 5,5% menyebabkan campuran aspal akan mengalami bledding karena kelebihan aspal akibat kurangnya rongga didalam campuran. Sehingga besarnya kadar aspal modifikasi optimum adalah sebesar 5,25% yaitu nilai rata-rata kadar aspal yang memenuhi persyaratan beton aspal lapis pengikat AC-BC.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan pada Anisyah dan Auliya Isolihati yang membantu dalam mendapatkan data laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. (2015). *SNI 8198-2015 : Spesifikasi Campuran Beraspal Panas Bergradasi Menerus (Laston)*, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Mashuri., Patunrangi, J. (2011). *Perubahan Karakteristik Mekanis Aspal Yang* Ditambahkan Sulfur Sebagai Bahan Tambah. *Jurnal Mektek Edisi Mei 2011*. Palu.

Muhidin, S.A. dan Abdurrahman, M. (2007). *Analisis Korelasi, Regresi, dan Jalur dalam Penelitian*. CV Pustaka Setia. Bandung.

Pratomo, P. (2016). *Aspal Modifikasi dengan penambahan plastik Low Liniear Density Poly Ethylene (LLDPE) ditinjau dari karakteristik Marshall dan uji Penetrasi pada lapisan Aspal Beton (AC-BC)*, Jurnal Rekayasa Volume 20 No 3 Desember 2016. Universitas Lampung. Lampung.

Sukirman, S. (2016). *Beton Aspal Campuran Panas*. Jakarta: Penerbit Yayasan Obor Indonesia.

Widianty, D. dkk. (2018). *Pengaruh Penambahan Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang Terhadap Karakteristik Sifat Fisik Aspal*. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan Volume 2 No 1 Januari 2018*. Universitas Jember: Jember.

Widianty, D. dkk. (2018). *Kinerja Campuran Beton Aspal Wearing Coarse dengan Tambahan Serbuk Serat Pelepah Batang Pisang. Jurnal Spektrum Sipil Volume 5 No 1 Maret 2018*. Universitas Mataram: Mataram.

MODEL VON BERTALANFFY PERTUMBUHAN PANJANG ABALON DI SEKOTONG, LOMBOK BARAT

Von Bertalanffy Model of Abalon's Length Growth in Sekotong, West Lombok

Marliadi Susanto[1], Mamika Ujianita Romdhini[2], Siti Raudhatul Kamali[3], Laya Zurfani[3]

Prodi Matematika FMIPA Universitas Mataram

**email: marliadisusanto@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Abalon Asinina merupakan species yang dapat dipilih dan dijadikan target utama untuk dikembangkan sebagai spesies unggulan dan ideal untuk kegiatan akuakultur oleh industry di Indonesia dengan beberapa alasan, yaitu nilai jual dan permintaan pasar internasional yang tinggi karena rendahnya lemak dan kolestrol sehingga membuka kesempatan yang besar bagi industri akuakultur abalone. Ukuran panjang abalone merupakan salah satu parameter ukuran layak jual menacapi pasar nasional atau internasional. Pada pasaran nasional, abalon dapat tumbuh mencapai ukuran layak jual abalone 50-60 mm sedangkan ukuran pasar internasional abalon adalah 80 mm, sehingga dibutuhkan waktu pemeliharaan yang lebih panjang lagi untuk menembus pasar ekspor. Sifat abalon yang sangat rakus namun lambat tumbuh selain disebabkan oleh faktor kandungan nutrisi pakannya yang rendah. Oleh karena itu, hasil penelitian ini difokuskan pada model matematika pertumbuhan abalone. Model matematika yang dimaksud dalam hal ini berupa penyelesain dari Persamaan diferensial yang mengacu pada model Verhulst dan Von Bertalanffy. Model tersebut dapat menggambarkan dinamika pertumbuhan panjang abalone sehingga melalui analisis model tersebut dapat dilakukan perencanaan waktu pemanenan dan persiapan budidaya berikutnya. Hasil Analisis model tersebut diperoleh pertumbuhan panjang Abalon mencapai maksimal 12 cm selama 80 bulan. Sedangkan pemanenan abalone untuk mencapai standar nasional atau panjang abalone mencapai 5 – 6 cm dengan usia sekitar 12 – 18 bulan dan pemanenan untuk mencapai target pasar internasional dapat dilakukan saat abalon berusia 26 bulan dengan panjang 8cm.

Kata kunci: Panjang Abalon, Model Matematika

ABSTRACT

Abalone is a species of shellfish of the family Haliotidae and the genus Haliotis. Abalone (Haliotis asinina) has become one of the mainstays of NTB and national ethnofauna as seawater commodities for export. Therefore, abalone cultivation in Sekotong West Lombok is carried out on a large scale. Abalone length is a parameter for the time of harvest. This is adjusted to the demand of the national market with abalone size of 50-60 mm, while the size of the international abalone market is 80 mm. So it takes longer maintenance to reach the export market. Abalone is very greedy but slow growing, one of which is caused by the low nutrient content of feed. Therefore, the results of this study are

focused on mathematical models of abalone length growth. The mathematical model referred to in this case is the completion of the differential equation which refers to the Verhulst and Von Bertalanffy models. The model can describe the dynamics of abalone growth in length so that harvest time and preparation for further cultivation can be predicted. The results of the model analysis showed that the growth of Abalone length reached a maximum of 12 cm over 80 months. While harvesting abalone to achieve national standards or abalone length reaching 5-6 cm with age around 12-18 months and harvesting to reach international target markets can be done when the abalone is 26 months old with a length of 8cm.

Key words: Abalone length, Von Bertalanffy Model

PENDAHULUAN

Abalon (*Haliotis* sp) merupakan binatang laut yang digolongkan dalam kerang – kerangan dan termasuk dalam kelas gastrophoda, famili haliotidae. Jenis abalon di alam diperkirakan lebih dari 100 spesies, namun yang telah berhasil dibudidayakan hanya beberapa sepesies saja. Di Jepang ada 7 spesies yang dibudidayakan, yaitu *Haliotis gigantean*, *H siebolldii*, *H diversicolor*, *H discus*, *H discus hinnai*, *H asinina* dan *H supertexta*. Abalon merupakan moluska laut yang memiliki potensi ekonomis untuk dikembangkan budidayanya. Permintaan dunia terhadap abalon mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Negara penghasil abalon dari budidaya diantaranya Cina, Jepang, Taiwan, Afrika Selatan, Australia, Amerika Serikat, Meksiko, Irlandia, Islandia, Australia, dan Selandia Baru (Gordon & Cook, 2001).

Haliotis asinina merupakan spesies abalon tropis yang dapat ditemui di Indonesia Bagian Timur (Bali, Lombok, Sumbawa, Sulawesi, Maluku, dan Papua). Kegiatan budidaya untuk menghasilkan benih abalon merupakan komponen produksi yang sangat penting karena ketersediaan benih di alam yang sangat terbatas tidak dapat diandalkan untuk pengembangan budidaya maupun konsumsi. Data SEAFDEC tahun 2007 menunjukkan bahwa pasar tidak dapat memenuhi 7.000 ton permintaan dunia akan abalon (Susanto dkk, 2009).

Abalon(Haliotis asinina) menjadi salah satu etnofauna andalan NTB dan nasional sebagai komoditas perairaan laut untuk ekspor. Keberadaan siput ini telah memberikan peranan yang penting bagi perekonomian masyaraakat pesisir tidak hanya dimakan atau dijual di pasar lokal tapi juga diekspor ke beberapa Negara Asia, Eropa dan Amerika Serikat (sarkono et al., 2011)

Pada pasaran nasional, abalon dapat tumbuh mencapai ukuran layak dijual 50-60 mm dan ukuran pasar internasional abalon adalah 80 mm, sehingga dibutuhkan waktu pemeliharaan yang lebih panjang lagi untuk menembus pasar ekspor. Sifat abalon yang sangat rakus namun lambat tumbuh selain disebabkan oleh faktor kandungan nutrisi pakannya yang rendah (setyono, (2008).

Nilai ekonomis abalon yang tinggi memberi pengaruh prestis bagi yang mengkonsumsinya. Di luar negeri abalon bisa menjadi makanan eksotik yang harganya cukup mahal. Daging abalon mempunyai nilai gizi yang cukup tinggi dengan kandungan protein 71,99%, lemak 3,20%, serat 5,60%, dan abu 11,11%. Cangkangnya mempunyai nilai estetika

yang dapat digunakan untuk perhiasan, pembuatan kancing baju, dan berbagai bentuk barang kerajinan lainnya. Produksi abalon saat ini lebih banyak diperoleh dari tangkapan di alam. Hal tersebut akan menimbulkan kehawatiran terjadinya penurunan populasi di alam (Tahang dkk, 2006). Menurut Faturrahman et al (2013), selama ini penangkapan abalone di alam dilakukan secara berlebihan (*overexploitation*) dan tidak bersifat selektif sehingga menimbulkan penurunan populasinya secara drastis sehingga dapat mengancam kelestarian abalone. Hingga kini pengembangan budidayaa abalone secara luas dalam skala industri masih terkendala oleh rendahnya ketersediaan benih dan pertumbuhan abalone yang melambat.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka pertumbuhan Abalon ini menjadi sangat penting untuk diketahui secara cepat sehingga proses budidaya abalone menjadi lebih efektif. Perlu diperhatikan bahwa pertumbuhan Abalon pada dasarnya bersifat terbatas atau logistik sehingga masalah ini dapat diformulasikan secara matematika berupa persamaan diferensial. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikonstruksi model matematika berupa persamaan diferensial yang mengacu pada model Von Bertalanffy. Model Von Bertalanffy merupakan model pertumbuhan (yang berkaitan dengan panjang, berat, atau ukuran) suatu organisme. Melalui model ini pertumbuhan abalone dapat diketahui secara cepat dan dapat diperediksi waktu panen yg optimal berdasarkan hasil analisis model.

BAHAN DAN METODE

Kajian Pustaka

Model matematika merupakan suatu persamaan matematika yang merepresentasikan phenomena yang terdapat di dunia nyata. Oleh karena itu, dalam mengkonstruksi suatu model phenomena alam atau pertumbuhan suatu makhluk hidup tentunya faktor-faktor yang mempengaruhi phenomena tersebut dapat diidentifikasi terlebih dahulu sehingga dapat dibuat asumsi-asumsi untuk penyederhanaan permahasalahan secara matematika.

Menurut Malthus, pertumbuhan suatu populasi pada dasarnya bersifat terbatas dan dan perubahan jumlah populasi dipengaruhi oleh adanya interaksi antar populasi sehingga mengakibatkan kematian dan kelahiran. Sebagaimana halnya pada penelitian terhadap populasi ikan dengan aN laju pertumbuhan populasi dalam kurun waktu t dan bN^2 sebagai hambatan yang akan mengurangi pertumbuhan populasinya karena kepadatan ini berbanding langsung dengan kuadrat N, model dapat dituliskan sebagai

$$\frac{dN}{dt} = aN - bN^2 \qquad \text{dengan a dan b konstanta positif} \qquad (1)$$

Hal ini dapat dijelaskan bahwa tempat yang terbatas menyebabkan interaksi dalam bentuk negatif (berdesak-desakan, bergesekan) yang akan merusak sisiknya yang dapat mengakibatkan kematian. Seekor ikan berinteraksi dengan (N-1) ikan yang lain dan ini terjadi untuk semua N ikan, maka kerusakan yang terjadi sebagai akibat interaksi dan ini akan sebanding dengan $N(N-1)$, atau untuk N besar , anggap sebanding dengan N^2.

Persamaan diferensial ini termasuk persamaan dengan variable dapat dipisahkan dan penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

$$\frac{dN}{N\left(N-\frac{a}{b}\right)} = -b\,dt$$

$$\frac{b}{a}\left(\frac{1}{N-\frac{a}{b}} - \frac{1}{N}\right) dN = -b\,dt \quad \text{dintegralkan}$$

$$\int\left(\tfrac{1}{N-\frac{a}{b}} - \tfrac{1}{N}\right) dN = -\int a dt$$

$$\ln \tfrac{N-\frac{a}{b}}{N} = -at + C$$

$$N = \frac{a/b}{1-e^{-at+C}}$$

Untuk $t \to \infty$ maka $N \to \frac{a}{b}$ dan $\frac{a}{b}$ disebut populasi jenuh atau Nj.

Untuk t = 0 didapat $N = N_0 = \frac{a/b}{1-e^{C}} = \frac{N_j}{1-e^{C}}$ didapat $e^{C} = 1 - \frac{N_j}{N_0}$

Sehingga diperoleh $N(t) = \frac{N_j}{1-(1-\frac{N_j}{N_0})\,e^{-at}}$ *atau* $N(t) = \frac{N_j}{1+(\frac{N_j}{N_0}-1)\,e^{-at}}$

yang disebut sebagai model menurut Verhulst. Dengan demikian hubungan laju pertumbuhan (1) dapat ditulis

$$\frac{dN}{dt} = aN\left(1-\frac{N}{N_j}\right) \qquad (2)$$

Model ini selanjutnya dikenal sebagai model logistik (Malthus dalam Bambang,1989).

Selanjutnya, model logistik tersebut di atas digeneralisasikan menjadi model Von Bertalanffy. Model Von Bertalanffy merupakan model logistik yang biasanya digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan individu dari sejumlah populasi tertentu. Pertumbuhan individu yang dimaksud adalah pertambahan rata-rata panjang ataupun berat individu sejalan dengan pertambahan usianya. Model Von Bertalanfy diberikan sebagai berikut,

$$\frac{dW_t}{dt} = \frac{K}{3} W_t^{\frac{2}{3}}\left(1 - \left(\frac{W_t}{W_\infty}\right)^{\frac{1}{3}}\right)$$

dengan

W_t =berat individu pada waktu t,

W_∞ = Berat asimtotik

K = Konstanta Pertumbuhan Von Bertalanfy

(Rocha, dkk. , 2013).

Dalam bidang perikanan dan kelautan Model Von Bertalanffy banyak digunakan untuk mengetahui laju pertumbuhan ikan dan menaksir pertumbuhan ikan pada waktu tertentu. (Tsoularis, 2001):

Sejalan dengan hal tersebut di atas, dalam tulisan ini dilakukan penelitan terhadap pertumbuhan panjang abalone menggunakan model von bertalanffy. Oleh karena itu, perlu diperhatikan beberapa fakktor yang mempengaruhi pertumbuhan abalone berdasarkan hasil penelitian sebelumnya. Pakan merupakan salah satu faktor yang penting dalam menunjang budidaya kerang abalone, kelangsungan hidup dan pertumbuhan. Ketepatan jenis pakan yang diberikan menjadi pertimbangan utama dalam pemberian pakan. Jenis pakan kerang abalone adalah seaweed yang biasa disebut makroalga, namun tidak semua dapat dimanfaatkan dengan baik sebagai sumber makanan. Saat pemberian pakan perlu diperhatikan kebersihan dan kesegaran pakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari adanya predator-predator yang terbawa dan menghindari pakan yang hampir mati/telah mati yang nantinya akan membusuk dan meninggalkan racun bagi kerang abalone (Azlan dalam Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Budidaya Laut Lombok, 2017).

Selanjutnya menurut Kordi dkk (2010) mengatakan bahawa kualitas air mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup biota air yang dipelihara. Karena itu kualitas air pada bak pemeliharaan harus berada pada kondisi optimum. Kualitas air yang menurun yang menimbulkan stress pada abalone akan menimbulkan kematian.

Parameter kualitas air selama perekayasaan masih dalam kisaran yang layak untuk kelulusan hidup dan pertumbuhan abalon Haliotis Asinina, yaitu 28^0C sampai dengan 30^0C. Pengukuran kadar oksigen terlarut air media selama penelitian berkisar antara 6,1 – 6,6 mg/l dan salinitas air media pemeliharaan berkisar 30 -32 $^0/_{00}$. Lebih lanjut, menurut Bahrawi (2016) menjelaskan bahwa selain pakan dan kualitas air, padat tebar juga mempengaruhi pertumbuhan abalone. Semakin tinggi padat tebar abalone yang dilakukan maka tingkat kelulusan hidupnya cendung menurun dan berlaku sebaliknya.

Metode

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model matematika pertumbuhan panjang abalone dan menentukan waktu optimal pemanenan obalon sehingga perencanaan budidaya berikutnya menjadi lebih tepat. Oleh karena itu, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian literatur dari buku-buku dan jurnal *online* matematika tentang pemodelan matematika dalam bidang Biologi. Selanjutnya, hasil kajian tersebut diterapkan pada

dinamika pertumbuhan abalone yang ada di Balai Budidaya Laut Pantai Sekotong, Lombok Barat, NTB. Dalam hal ini ada beberapa langkah kegiatan yang dilakukan, yaitu Mengumpulkan data-data dari Balai Budidaya Laut Panatai Sekotong, Membuat model matematika yang sesuai dengan data atau fakta tersebut, menganalis model tersebut sehingga diperoleh solusi model dan membuat kesimpulan yang berhubungan dengan objek penelitian tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah diketahui bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan panjang abalon adalah pakan, kadar air dan padat tebar. Hal ini berarti bahwa pertumbuhan panjang abalon bersifat dinamis dan terbatas sehingga dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial yang relevan dengan model Von Bertalanffy. Untuk itu dibentuk beberapa asumsi terlebih dahulu, yaitu L sebagai panjang abalon dengan asumsi bentuk tubuh tidak berubah selama pertumbuhan. Jika dinotasikan S sebagai permukaan tubuh yang proporsional / sebanding dengan L^2 dan V sebagai volume yang sebanding dengan L^3. Pertumbuhan tubuh sebagai akibat dari mengkonsumsi nutrisi yang sebanding dengan permukaan tubuh (S). Tubuh mengkonsumsi nutrisi untuk mempertahankan kelangsungan hidup dan untuk pertumbuhan. Jumlah nutrisi yang digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidup itu lebih besar jika dibandingkan yang digunakan untuk pertumbuhan. Besarnya nutrisi yang dikonsumsi untuk mempertahankan kelangsungan hidup itu sebanding dengan volume (V). Secara matematis model pertumbuhan tubuh tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{dV}{dt} = \alpha S - \beta V \,, \tag{3}$$

dimana:

αS : nutrisi yang dikonsumsi

βV : nutrisi yang diperlukan untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

Dengan mensubtitusi, $S = AL^2$, $V = bL^3$ dan $\frac{\alpha A}{b} = a$ ke dalam persamaan (3) diperoleh

$$\frac{d(bL^3)}{dt} = \alpha AL^2 - \beta bL^3$$

$$\Rightarrow 3bL^2 \frac{dL}{dt} = \alpha AL^2 - \beta bL^3$$

$$\Rightarrow \frac{dL}{dt} = \frac{\alpha AL^2 - \beta bL^3}{3bL^2}$$

$$\Rightarrow \frac{dL}{dt} = \frac{a}{3} - \frac{\beta}{3} L$$

$$\Rightarrow \frac{dL}{\frac{a}{3}-\frac{\beta}{3}L} = dt$$

$$\Rightarrow \int \frac{dL}{\frac{a}{3}-\frac{\beta}{3}L} = \int dt$$

Misalkan $\frac{a}{3}-\frac{\beta}{3}L = u \Rightarrow du = -\frac{\beta}{3}dL$, jadi

$$\Rightarrow \int \frac{-\frac{3}{\beta}du}{u} = \int dt$$

$$\Rightarrow -\frac{3}{\beta}\ln u = t + C$$

$$\Rightarrow \ln u^{-\frac{3}{\beta}} = t + C$$

$$\Rightarrow u^{-\frac{3}{\beta}} = e^{t+C}$$

$$\Rightarrow u = (e^C e^t)^{-\frac{\beta}{3}}$$

$$\Rightarrow u = e^{--\frac{\beta C}{3}} e^{-\frac{\beta t}{3}}$$

Misalkan $M = e^{-\frac{\beta C}{3}}$

$$\Rightarrow \frac{a}{3}-\frac{\beta}{3}L = Me^{-\frac{\beta t}{3}}$$

$$\Rightarrow \frac{a}{3} - Me^{-\frac{\beta t}{3}} = \frac{\beta}{3}L$$

$$\Rightarrow L(t) = \frac{\alpha}{\beta} - \frac{3}{\beta}Me^{-\frac{\beta t}{3}}$$

Misalkan$L(t_0) = 0$, diperoleh

$$\Rightarrow 0 = \frac{\alpha}{\beta} - \frac{3}{\beta}Me^{-\frac{\beta t_0}{3}}$$

$$\Rightarrow \frac{\alpha}{\beta} = \frac{3}{\beta}Me^{-\frac{\beta t_0}{3}}$$

$$\Rightarrow M = \frac{\alpha}{3}e^{\frac{\beta t_0}{3}}$$

Jadi solusi khusus model Von Bertalanffy adalah

$$L(t) = \frac{\alpha}{\beta} - \frac{3}{\beta}\frac{\alpha}{3} e^{\frac{\beta t_0}{3}} e^{\frac{\beta t}{3}}$$

$$L(t) = \frac{\alpha}{\beta} - \frac{\alpha}{\beta} e^{\frac{-\beta(t-t_0)}{3}}$$

$$L(t) = \frac{\alpha}{\beta}\left(1 - e^{\frac{-\beta(t-t_0)}{3}}\right)$$

Dengan $\frac{\alpha}{\beta} = L_\infty$ yaitu panjang maksimum dan $\frac{\beta}{3} = k$ sebagai koefisien pertumbuhan panjang, didapatkan

$$L(t) = L_\infty\left(1 - e^{-k(t-t_0)}\right)$$

Keterangan :

L(t) : panjang abalone pada waktu t

L_∞ : panjang maksimum

k : koefisien pertumbuhan panjang

t_0 : waktu awal panjang abalone (Sulanjari dan Sutimin, 2008).

Dengan menggunakan analisis linear regresi (lampiran) dari data abalone tabel 1 pada model Von Bertalanffy, diperoleh

Tabel 1. Data abalone dan analisis linear regresi

usia (bulan)	**model panjang (cm)**	$\frac{dL}{dt}$ $(L(t+1) - L(t))$
1	0.532205	0.493643
2	1.025848	0.472394
3	1.498242	0.452059
4	1.950301	0.4326
5	2.382901	0.413978
6	2.796879	0.396158
7	3.193037	0.379105
8	3.572142	0.362786
9	3.934928	0.347169
10	4.282097	0.332226
11	4.614323	0.317924
12	4.932247	0.304239

13	5.236486	0.291142
14	5.527628	0.27861
15	5.806238	0.266617
16	6.072855	0.25514
17	6.327995	0.244157
18	6.572152	0.233648
19	6.8058	0.22359
20	7.02939	0.213965
21	7.243355	0.204754
22	7.448109	0.195941
23	7.64405	0.187507
24	7.831557	

$$y = -0.04305x + 0.5166$$

Atau

$$\frac{dL}{dt} = 0.5166 - 0.04305L$$

Jadi, $\frac{\alpha}{3} = 0.5166,\ k = \frac{\beta}{3} = 0.04305$

Diperoleh

$$L_\infty = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\frac{\alpha}{3}}{\frac{\beta}{3}} = \frac{0.5166}{0.04305} = 12$$

Sehingga

$$L(t) = 12\left(1 - e^{-0.04305(t-t_0)}\right)$$

Subtitusikan t = 1, diperoleh

$$L(1) = 12\left(1 - e^{-0.04305(1-t_0)}\right)$$

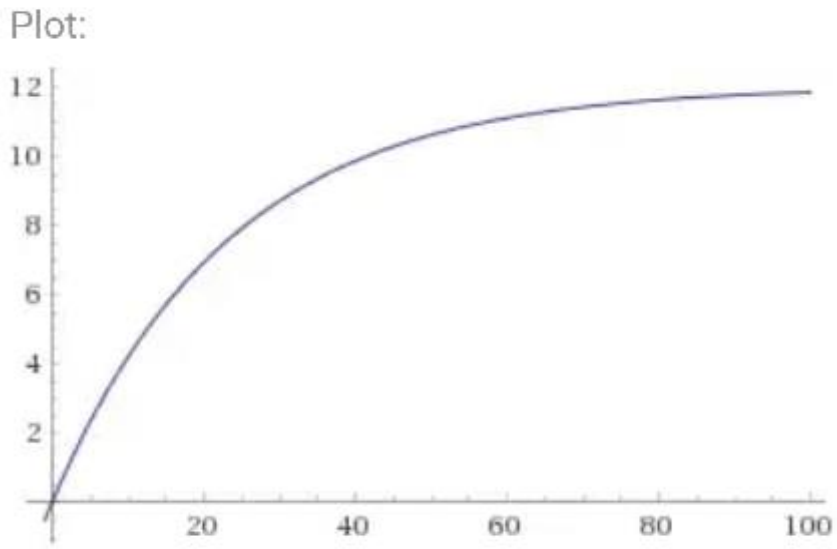
$$\Longrightarrow 0.532205 = 12\left(1 - e^{-0.04305(t-t_0)}\right)$$

Didapatkan t_0 (lampiran) = – 0.0537509

Sehingga

$$L(t) = 12\left(1 - e^{-0.04305(t+0.0537509)}\right)$$

Grafik $L(t) = 12\left(1 - e^{-0.04305(t+0.0537509)}\right)$



Gambar 1. Grafik panjang abalon pada waktu *t*

Hasil tersebut di atas, menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang abalon mencapai maksimum pada saat $t \approx 80\ atau\ t \approx 7\ tahun$ dengan panjang maksimum 12 cm. Selain itu, panjang abalon dari awal bulan hingga 100 bulan lebih dapat dipredeksi menggunakan model tersebut di atas. Pemanenan abalon pada dasarnya ditentukan sesuai dengan ukuran panjang abalon, yaitu 5 – 6 cm memenuhi standar pasar nasional dan 8cm memenuhi standar pasar internasional.

KESIMPULAN

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pemanenan yang optimal untuk mencapai pasar nasional dapat dilakukan pada kisaran 12 – 18 bulan dengan panjang abalon mencapai 5 – 6 cm sedangkan untuk mencapai pasaran internasional maka pemanenan dilakukan pada umur 26 bulan dengan panjang 8cm. Selain itu, waktu proses budidaya berikutnya menjadi lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang S, 1989. *Pengantar Model Matematika*; Universitas Gajah Mada: Yogyakarta.

Gordon, H.R., & Cook, P.A. 2001. *World abalone fiseries and aquaculture update; supply and markdynamics. J. Shellfish Research.*

Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Budidaya Laut Lombok, 2017. Laporan Tahunan 2017; Balai Budidaya Laut Lombok : Desa Sekotong, NTB.

Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Budidaya Laut Lombok, 2018. Laporan Tahunan 2017; Balai Budidaya Laut Lombok : Desa Sekotong, NTB.

Kementerian Kelautan dan Perikanan Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Balai Budidaya Laut Lombok, 2017. Laporan Kegiatan 2016; Balai Budidaya Laut Lombok : Desa Sekotong, NTB.

Sarkono, Faturrahman, & Sofyan, Y., 2010. *Isolation and Identification of Lactic Acid Bacterria from Abalon (Haliotis Asinina) as a Potential candidate of Probiotic*: Journal Nusantara Boscience Vol.2, No.1, Pp. 38 – 42 March 2010.

Setyono, D.E.D. 2008. *Food preferences for juvenile tropical abalone (Haliotis asinina) . Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 41, 1-14.

Sulanjari dan Sutimin, 2008. Model Dinamika Pertumbuhan Biomassa Udang Windu dengan Faktor Mortalitas Bergantung waktu : Jurnal matematika Vol.11, No.3: 115-120.

Susanto, B., dkk., 2010. *Aplikasi Teknologi Pembesaran Abalon (Haliotis Squamata) dalam Menunjang pemberdayaan Masyarakat Pesisir*: Proseding Forum Inovasi Tknologi Akuakultur, 2010:295-305.

Tsoularis A. 2001. *Analysis of Logistic Growth Models.* Massey University Albany Campus : New Zealand.

Penerapan Teknik *Hurdle* dalam Pengolahan Perikanan Pesisir Lombok Timur

The study of hurdle technology application in Fisheries Processing in coastal of East Lombok

Baiq Rien Handayani[1)*], Bambang Dipokusumo[2)], Wiharyani Werdiningsih[1)], Tri Isti Rahayu[1)], Astri Iga Siska[1)]

[1)] Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri, Universitas Mataram, Indonesia
[2)] Program Studi Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Indonesia
**Email : baiqrienhs@unram.ac.id*

ABSTRAK

Pada umumnya desa di pesisir selatan Lombok Timur belum tersentuh pengolahan perikanan yang tepat dan efisien. Dari aspek pengolahan, rumah tangga nelayan sangat minimal menerapkan proses pengolahan karena kebutuhan hidup yang sangat mendesak dan level ekonomi rumah tangga yang sangat rendah sehingga memaksa nelayan menjual segar hasil tangkapannya. Kajian ini bertujuan untuk melihat kondisi masyarakat nelayan di daerah yang sulit dan mudah akses air tawarnya dan merumuskan teknik *hurdle* yang tepat dan mudah dalam mengembangkan produk olahan perikanan. Metode yang dilakukan adalah metode eksperimental di laboratorium dan kajian lapangan. Data hasil penelitian (Kimia, fisik, sensoris dan mikrobiologi) dianalisa dengan Anova taraf 5 %. Data yang berbeda diuji lanjut dengan BNJ. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa (1) masyarakat pesisir selatan Lombok Timur sangat terbatas pemahamannya tentang penerapan teknologi/teknik *hurdle* dalam pengolahan produk perikanan. Nelayan daerah pesisir rawan air tawar seperti Sekaroh menjual hampir seluruh hasil tangkapannya dalam bentuk segar. Sementara nelayan pesisir yang memiliki akses air tawar lebih mudah, sudah mulai melakukan pengolahan namun dengan mutu yang belum terjamin dan daya simpan singkat, (2) penggunaan air laut dan pengeringan menjadi alternatif utama untuk pengolahan perikanan daerah pesisir rawan air tawar sedangkan produk olahan basah/semi basah dan pengeringan menjadi alternatif untuk pesisir yang lebih mudah dalam akses air tawar. Teknik *hurdle* dalam pengolahan produk perikanan dapat diterapkan oleh nelayan/masyarakat pesisir wilayah lain di Indonesia.

Kata kunci: nelayan, pengolahan, produk perikanan, pesisir

ABSTRACT

Generally, villages on the south coastal of East Lombok have not been touched by proper and efficient fisheries processing. Based on processing aspect, fishermen's households apply minimum processing so they sell fresh catch because of pressed for economic needs and low household economic level. This study aims to investigate the condition of fishing communities in difficult and easy freshwater access areas and to formulate efficiently hurdle techniques in developing processed fishery products.

The method used is an experimental method in the laboratory and field studies. Research data (chemical, physical, sensory and microbiological) were analyzed with 5% Anova level and if there was real difference then tested continued with Honestly Significant Difference (HSD 5%) test. The results showed that (1) the south coast communities of East Lombok had very limited understanding of the application of hurdle technology / techniques in processing fishery products. Freshwater-prone coastal fishermen like Sekaroh sell almost all of their catchs in fresh form. While coastal fishermen having easier fresh water access have started fisheries processing with unmeasured quality and short shelf life, (2) using sea water and drying are the main alternatives for processing coastal fisheries prone to fresh water while wet processed products / semi-wet products and drying are alternatives to coastal areas which have easier fresh water access. The hurdle technique in processing fishery products can be applied by fishermen / coastal communities in other regions in Indonesia.

Key words: coastal, fisherman, processing, fishery products

PENDAHULUAN

Wilayah pesisir Lombok Timur bagian selatan merupakan daerah potensial dalam pengembangan pengolahan perikanan. Salah satu wilayah pesisir tersebut adalah desa Keruak dan Desa Sekaroh. Kedua desa di wilayah tersebut memiliki kondisi lahan yang sangat berbeda. Ketapang Raya di Keruak memiliki akses air tawar yang jauh lebih mudah dibandingkan dengan Sunut di desa Sekaroh yang tidak memiliki sumber air tawar yang sangat penting dalam pengolahan perikanan. Selain itu, Sekaroh memiliki kondisi geografis yang sulit dalam akses transportasi sehingga menyulitkan dalam pengembangan ekonomi masyarakat. Di lain sisi, Sekaroh memiliki beberapa daerah wisata potensial yang akan terus berkembang.

Nelayan desa Sekaroh menjadi suplier berbagai jenis ikan tangkap segar bagi pedagang perantara di desa Tanjung Luar yang selanjutnya meneruskan penjualan berbagai jenis ikan baik segar maupun sudah diolah secara sederhana ke berbagai pasar tradisional di Selong, Apitaik, Tanjung Luar (Lombok Timur) maupun ke wilayah Ampenan dan Mataram serta memasuki pasar Bali. Hasil tangkapan yang paling potensial dari Sekaroh dan Pemongkong pada umumnya adalah cumi-cumi yang memiliki nilai ekonomi tinggi selain kakap dan tuna. Ibu-ibu nelayan Sekaroh juga berperan memanen langsung kepiting dan juga tiram yang memiliki nilai ekonomis rendah. Meskipun hasil tangkapan nelayan tinggi terutama pada musim panen akan tetapi kehidupan nelayan Sekaroh tetap dalam kondisi kemiskinan. Tingginya tingkat kemiskinan dan kebutuhan atas nilai uang tunai yang segera menyebabkan nelayan tetap menjual hasil tangkapan walaupun dengan harga yang jauh lebih rendah dibanding dengan harga jual pedagang perantara di Tanjung luar. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa masyarakat pesisir termasuk nelayan Pemongkong tergolong miskin atau pra sejahtera. Penyebab utama kemiskinan karena persoalan ekonomi dan non ekonomi. Faktor yang paling dominan menyebabkan kemiskinan adalah hasil tangkapan dan pendapatan yang tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan hidup (Bahtiar, Buschilachi, Butler, Husni, 2016).

Hasil tangkapan nelayan sebagian besar dijual langsung (86 %) dan diproses (8 %). Upaya penanganan dan pengolahan yang dilakukan meliputi penjemuran (dengan dan atau tanpa penggaraman), penggunaan es, pemindangan dan pengasapan. Pengolahan yang dilakukan nelayan masih terbatas dan belum mencapai akses pasar yang lebih luas karena

memiliki mutu yang rendah dan daya simpan yang singkat. Handayani dan Werdiningsih (2018) menyatakan bahwa pengolahan dengan cara yang tepat merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan nilai jual tangkapan nelayan (Handayani dan Werdiningsih, 2018). Dengan menerapkan berbagai inovasi teknologi yang efisien dan efektif dimungkinkan akan berdampak positif bagi perbaikan mutu dan daya simpan produk perikanan dan berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan keluarga nelayan.

Earle dan Earle (2003) mengemukakan bahwa teknologi *hurdle* merupakan kombinasi beberapa perlakuan proses pengolahan untuk menghasilkan faktor penghalang yang dapat mengontrol perubahan atribut mutu produk sehingga dapat memperpanjang daya simpan produk. Beberapa kombinasi perlakuan yang dapat dilakukan berupa suhu, waktu, konsentrasi komponen pangan, aktivitas air, atmosfer terkendali, iradiasi, maupun *pulsed electric field*. Teknologi *hurdle* dengan menerapkan gabungan pengawet alami (garam-asap cair, garam-asam, asap cair-pengovenan, asap cair-pengovenan/pengeringan, suhu dan kondisi penyimpanan dan pengemasan) dan proses pemanasan dapat digunakan untuk meningkatkan mutu dan daya simpan berbagai produk perikanan. Kombinasi teknik *Hurdle Technology* yang sederhana dan mudah dilakukan akan menjadi pilihan yang tepat dan mudah diaplikasikan di tingkat industri kecil/skala rumah tangga termasuk di lingkungan nelayan. Dengan transfer teknologi inovasi yang tepat akan membuka peluang terbangunnya industri (UKM kelompok masyarakat nelayan) pesisir. Selain itu akan terbentuk pemasaran produk perikanan yang akan memperkuat sektor pariwisata dengan tersedianya alternatif produk olahan perikanan yang selama ini tersedia dalam jumlah sangat terbatas dan akan dapat meningkatkan ketahanan rumah tangga nelayan.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah gabungan antara penelitian di tingkat kelompok dan penelitian laboratorium. **Dalam penelitian lapangan** (1) dilakukan interview (tahun 2017) untuk menyusun *baseline* penelitian dengan teknik interview (*in depth interview*), dan Diskusi kelompok (FGD-*Focus Group Discussion*. FGD dilakukan di 2 lokasi yaitu lokasi Pengolahan ikan di Sekaroh dan lokasi pengolahan ikan di Ketapang Raya-Keruak - Lombok Timur. Data dikumpulkan dari 30 orang responden dari lokasi (@ 15 orang). Selain itu dikumpulkan data dari pemuka masyarakat. **Penelitian eksperimental** (2) dilakukan di laboratorium (Pengolahan Pangan, Mikrobiologi Pangan dan Kimia Biokimia Pangan-Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram) untuk mengidentifikasi jenis perlakuan/teknik *hurdle* yang paling tepat dan paling efisien untuk menghasilkan produk perikanan (cumi kering, pindang kuning, pindang tongkol, remis, terasi, ikan kering) terpilih dengan kandungan mutu kimia (kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak), organoleptik (warna, penampakan, bau dan rasa), mikrobiologis (total bakteri, total kapang, koliform) dengan mutu yang paling baik dan memenuhi selera konsumen lokal maupun turis domestik. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis keragaman (*analysis of variance*) pada taraf nyata 5% dengan menggunakan software Co-Stat. Data yang berbeda diuji lanjut dengan uji Polinomial Ortogonal untuk uji kimia dan mikrobiologi, dan uji Beda Nyata Terkecil (DMRT) untuk parameter organoleptik pada taraf nyata yang sama (Hanafiah, 2001).

HASIL DAN PEMBAHASAN

KONDISI PRA TRANSFER TEKNIK *HURDLE*

Dusun Sunut, desa Sekaroh mewakili daerah pesisir rawan air tawar, sedangkan dusun Kedome, desa Ketapang Raya mewakili daerah pesisir dengan akses air tawar yang lebih mudah. Seluruh masyarakat (KK) di dusun Sunut desa Sekaroh bekerja sebagai nelayan demikian juga masyarakat Kedome dengan sebagian besar bekerja sebagai nelayan. Berdasarkan wilayah tangkapan, nelayan Sunut menangkap ikan sekitar sunut / wilayah selatan bahkan berlayar hingga Nusa Tenggara Timur. Tabel 1. memperlihatkan data hasil ikan tangkap dan aspek pengolahan yang sudah dilakukan Sekaroh dan Ketapang Raya sebelum intervensi.

Tabel 1. Kondisi awal (pra transfer teknik *hurdle*) teknologi pengolahan di Sekaroh dan Ketapang Raya

No	Uraian	Sunut/Sekaroh	Ketapang Raya/Keruak
1	Jenis ikan tangkap (Bahasa setempat)	Tongkol, Cumi,Parean, Gurita, Terijo, Pari, Serpik, Jumik tengah, Rume, Ikan kiko, Ikan banyar, Cumik lamun, Ikan mariok, Teri layang, ketombong	Tongkol, Cumi, Teri layang Terijo, Teri, Ikan cakalang
2	Penggunaan ikan tangkap	100 % tangkapan dijual ke Tanjung Luar/tidak pernah diolah	83,3% tangkapan dijual, diolah 16,7% diolah menjadi: Terasi, kerupuk ikan, kerupuk rumput laut, bakso ikan, jajan ikan, abon, ikan kering (Mutu belum terkontrol)
3	Permasalahan	Belum memahami cara pengolahan, kebutuhan dalam bentuk *cash* segera	Perdagangan ikan, pengeringan ikan, harga ikan murah saat banyak ikan Tangkapan sedikit harga mahal Belum ada pelatihan cara olah Tidak adanya modal dan peralatan pengolahan
4	Pelatihan	100% tidak pernah mendapat pelatihan	41,7% pernah mendapat pelatihan dari dinas kelautan dan perikanan 8,3% pernah mendapat pelatihan penyuluhan swadaya masyarakat
5	Pelatihan yang diinginkan	Abon tongkol dan ikan parean Pengeringan ikan mariok Dendeng ikan tongkol	Cara pengemasan, pengawetan dan pemasaran Sistem pengolahan moderen Pengolahan abon ikan, bakso tongkol, keripik cumi dan berbagai makanan

6	Ketersediaan sumber air bersih/ Sumur/PDAM	Tidak ada	Tersedia
7	Ijin perdagangan produk	Belum tahu	Belum diproses

Tabel 1. memperlihatkan bahwa seluruh tangkapan nelayan nelayan (Sunut) dijual tanpa pengolahan. Sedangkan masyarakat nelayan/pesisir Ketapang Raya (desa Keruak) menjual sebagian besar hasil ikan tangkap dan melakukan pengolahan sebagian kecil menjadi beberapa produk sederhana dengan mutu yang belum terkontrol. Masyarakat Sekaroh belum pernah memperoleh pelatihan pengolahan. Hal yang berbeda terjadi pada sebagian anggota kelompok pengolah di Ketapang Raya yang mengenal pengolahan dari pelatihan yang diberikan Dinas Perikanan dan kelautan, akan tetapi kelompok belum melakukan pengurusan perijinan perdagangan untuk memperoleh akses pasar yang lebih luas. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa masyarakat Sekaroh mengalami kesulitan dalam pengadaan air bersih karena tidak memiliki sumber mata air sehingga menghalangi masyarakat dalam pengolahan produk perikanan. Berisikan uraian secara jelas hasil-hasil penelitian berikut argumentasi pembahasan. Bagian ini paling sedikit melibatkan referensi hasil penelitian (artikel primer) sejumlah 75% dari keseluruhan referensi yang digunakan.

ALTERNATIF TEKNIK *HURDLE* DALAM PENGOLAHAN PERIKANAN

Teknik *hurdle* diartikan sebagai gabungan teknik pengawetan "terkini" dengan tujuan untuk menghasilkan sejumlah faktor penghalang untuk mencegah mikroorganisme hidup/tumbuh kembali. Hal ini memungkinkan adanya sinergisme yang baik antar teknik pengawetan sehingga dapat memperpanjang umur simpan tanpa mengganggu mutu, baik nutrisi maupun nilai organoleptik dari produk (Leistner, 1995). Beberapa teknik yang digunakan yaitu: suhu tinggi/rendah, Aw rendah, mikroorganisme kompetitif, pengasaman dan pengawet. Meskipun tidak mengenal istilah teknik *hurdle*, sebagian nelayan sudah lama melakukan pemanasan dan pengeringan/penggaraman untuk menurunkan Aw misalnya pada cumi kering yang memiliki masa simpan singkat dan mudah berjamur. Tabel 2 berikut memperlihatkan beberapa Teknik *hurdle* yang dapat diterapkan dengan cara sederhana dan tepat guna (Handayani, Dipokusumo dan Werdiningsih, 2018).

Tabel 2. Teknik *hurdle* pengolahan beberapa produk perikanan potensial di Sekaroh dan Ketapang Raya

No	**Produk Perikanan Potensial**	**Teknik *hurdle***	**Lokasi Penerapan**
1	Pindang kuning "pindang rumbuk"	Kunyit 6 %, asam jawa 4 %, garam 1,93 % Pemasakan 100 ^{o}C, 10 menit Pembotolan: *exhausting* 80 ^{o}C, 10 menit, sterilisasi 121 oC, 15 menit Pengemasan *Vacuum polypropylen*	Ketapang Raya

2	Cumi kering belah	Asap cair tempurung kelapa *grade* 1: 2,5 % dengan marinasi 60 menit, penjemuran suhu 30-40 ^{o}C selama 1 jam	Ketapang Raya, Sekaroh
3	Cumi utuh kering	Pengeringan dengan pengering efek rumah kaca selama 24 jam 3 hari	
4	Cumi utuh kering/belah	Perendaman (sebelum penjemuran) dalam air laut selama 90 menit	
5	Gulai remis	Pencampuran gonad remis dengan rempah-rempah dan pemasakan 100 ^{o}C selama 20 menit, *exhausting* 80 ^{o}C, 10 menit dan sterilisasi dalam botol kaca pada suhu 121 ^{o}C selama 20 menit	Ketapang raya
6	Terasi siap pakai	Penjemuran 9 jam dan pengovenan 100 ^{o}C selama 50 menit	Ketapang Raya, Sekaroh
7	Ikan kakap kering	Asap cair *grade* 1 sebanyak 7,5 %, garam 2,5 %, marinasi 24 jam, penjemuran 2 hari	
8	Ikan lemuru kering	Garam 1,5 % dan asam jawa 3,5 %, marinasi 30 menit dan penjemuran 2 hari	
9	Ikan petek kering	Asam jawa 4,5 % dan garam 4 %	
10	Pindang Tongkol	Pengukusan dengan air laut pada suhu 100 ^{o}C selama 90 menit	Sekaroh

Sumber : Handayani, Dipokusumo dan Werdiningsih (2018a).

Teknik hurdle pengolahan perikanan daerah air tawar terbatas

Berdasarkan kondisi wilayah dengan keterbatasan air tawar, teknologi pengolahan yang dapat diterapkan di Sekaroh (Tabel 2) adalah dengan memaksimalkan penggunaan air laut. Hamzah dan Trenggono (2004) mengemukakan bahwa salinitas Selat Lombok berkisar antara 33,48-34,78 psu dengan rentang suhu 4,74-30,08 ^{o}C. Pemindangan tongkol tidak hanya dapat menggunakan air tawar, tetapi penggunaan air laut dapat menghasilkan kualitas terbaik dengan pengukusan menggunakan air laut selama 90 menit pada suhu 100 ^{o}C menghasilkan pindang tongkol dengan mutu terbaik dan daya simpan mencapai 72 jam. Teknik penggunaan air laut dapat diterapkan oleh kelompok masyarakat/nelayan di Sekaroh yang tidak memiliki persediaan air bersih. Selain tongkol, cumi-cumi kering dapat diperoleh dengan mutu dan daya simpan lebih lama dengan melakukan perendaman cumi segar terlebih dahulu dalam air laut selama 90 menit sebelum penjemuran. Perendaman dapat dilakukan baik dengan cumi utuh maupun cumi belah dan mudah dilakukan oleh nelayan selama berlayar sebelum mengeringkan cumi-cuminya. Selain itu perbaikan mutu dan daya simpan cumi-cumi dapat dilakukan dengan menerapkan teknik *hurdle* pengeringan matahari dan efek rumah kaca. Penggunaan pengering sederhana dapat dibuat masyarakat dengan biaya terjangkau yang akan menghasilkan produk ikan/cumi kering dengan waktu pengeringan

lebih singkat dan keamanan mutu produk (kontaminasi mikroba) lebih terjamin sehingga masa simpan akan jauh lebih lama. Gambar contoh alat pengering yang digunakan tertera pada Gambar 1. Konsentrasi asap cair 2,5 % dan lama perendaman 60 menit dapat dilakukan untuk menghasilkan cumi belah dengan mutu dan daya simpan yang lebih baik. Teknik *hurdle* dengan mengkombinasikan garam dan asam sebagai pengawet alami dapat dilakukan di daerah rawan atau mudah akses air tawar. Penerapan pengawet alami ini dilakukan pada ikan misalnya ikan petek dengan menggunakan asam jawa 4 %, garam 5 % dan pengeringan menggunakan ruang pengering dengan efek Rumah Kaca (ERK) sederhana selama 28 jam suhu ± 40 ^{o}C menghasilkan ikan petek kering dengan mutu baik, daya terima konsumen tinggi dan masa simpan lama. Hal ini juga dapat diterapkan pada ikan lemuru kering atau ikan-ikan kecil lainnya. Selain produk olahan hasil ikan, terasi udang siap konsumsi juga menjadi alternatif olahan bagi nelayan pesisir dengan keterbatasan air tawar karena hanya menggunakan air dalam jumlah sedikit. Umumnya terasi yang dihasilkan masyarakat nelayan pesisir selatan Lombok Timur adalah terasi tanpa melalui proses fermentasi/hanya melalui tahapan penambahan larutan garam, penghancuran dan penjemuran dengan kondisi sanitasi tidak memadai. Dengan teknik yang lebih baik, produk siap konsumsi dapat dilakukan dengan menerapkan sanitasi sederhana yang terkontrol, tanpa pengawet, penjemuran dalam ruang penjemur ERK selama 8-9 jam dan pengovenan suhu 100 ^{o}C selama 50 menit menggunakan oven tradisional menghasilkan terasi siap konsumsi (*Ready to Use Shrimp Paste*) dengan mutu terbaik dan daya simpan lama.



Gambar 1. Desain ruang penjemur ERK sederhana di Ketapang Raya



Gambar 2. Penjemuran terasi siap konsumsi dalam ruang penjemur ERK di Sekaroh

Teknik hurdle pengolahan perikanan daerah dengan akses air tawar

Berbeda dengan teknik *hurdle* dalam pengolahan perikanan yang diterapkan di daerah pesisir rawan air tawar, daerah dengan akses air tawar mudah, memiliki keleluasaan dalam penerapan teknik *hurdle*. Teknik *hurdle* yang dapat diterapkan di Ketapang Raya lebih bervariasi dibandingkan dengan Sekaroh, antara lain dengan melakukan pengaturan konsentrasi kunyit dan asam jawa dapat digunakan untuk menghasilkan ikan pindang bumbu kuning "rumbuk" dengan mutu terbaik dengan daya simpan lebih lama dibanding penjualan tradisional selama ini. Pengaturan konsentrasi pengawet alami dari rempah-rempah yang digunakan menghasilkan mikroba patogen pada level yang aman sesuai standar SNI

(Handayani, Dipokusumo, Werdiningsih, Rahayu dan Sugita, 2018). Perbaikan teknik pengolahan pindang kuning dapat dilakukan dengan cara berikut: penggunaan 6 % kunyit dan 4 % asam jawa yang dapat menghasilkan ikan pindang bumbu kuning dengan mutu terbaik dan daya simpan 2 hari pada suhu kamar dengan mikroba patogen pada level yang aman sesuai standar SNI. Daya simpan pindang kuning dapat diperpanjang sampai dengan 14 hari dengan menggunakan kemasan *vacuum*. Selain itu penerapan sterilisasi suhu 121^{o}C selama 20 menit dapat memperpanjang masa simpan pada suhu ruang sampai dengan 60 hari dengan mutu sensoris diterima oleh panelis dan tidak ditemukan bakteri patogen seperti *Salmonella, Escherichia coli, Vibrio cholerae* dan *Staphylococcus aureus*. Selain pemindangan, Teknik *hurdle* dengan mengatur suhu oven dapat dilakukan dalam pengovenan terasi siap pakai yang digunakan UKM Samudera, Telok Jor, Keruak dengan mengendalikan suhu 100^{o}C selama 50 menit.

TRANSFER TEKNOLOGI DAN KENDALA YANG DIHADAPI

Manfaat teknik *hurdle* yang tertera pada Tabel 2, dapat dirasakan hasilnya setelah dilakukan transfer teknologi yang dihasilkan. Transfer Teknologi pengolahan dilakukan dengan menyesuaikan kondisi kelompok binaan. Selain kegiatan pelatihan teknologi pengolahan dengan menerapkan Teknik *hurdle* berdasarkan Handayani, dkk (2018), dilakukan juga kegiatan pengemasan dan pelabelan, koordinasi dengan dinas instansi terkait dan pengurusan perijinan. Upaya pengembangan pengolahan perikanan di dua lokasi target sangat mendapat dukungan dari aparat desa setempat. Antara lain, desa Sekaroh memberikan fasilitas desa sebagai tempat promosi. Transfer teknologi ke UKM Sekaroh memiliki hambatan utama yaitu ketersediaan bahan baku. Bahan baku ikan segar sulit diperoleh di lokasi karena ikan segar sejak dipanen nelayan Sekaroh langsung dikeringkan selama dalam pelayaran bahkan di wilayah perairan NTT dan diturunkan diwilayah lain. Selain hambatan bahan baku, gempa 2018 sangat berdampak menyebabkan arus kunjungan wisatawan menuju sekaroh merosot tajam, selain itu berdampak ke penurunan motivasi kerja anggota UKM. Hal ini mengakibatkan perubahan arah pengembangan kelompok melalui teknik *hurdle* produk alternatif dengan menghasilkan terasi siap konsumsi.

Berbeda halnya dengan lokasi UKM Ketapang Raya, transfer teknologi pengolahan lebih mudah dilakukan karena sebagian anggota kelompok sudah pernah mendapat pelatihan sebelumnya. Sehingga transfer teknik *hurdle* berjalan lebih mudah. Kemampuan adopsi teknologi UKM Ketapang Raya sangat baik yang ditunjukkan dengan tingginya respon dalam Teknik *hurdle* yang diperkenalkan, disertai dengan kemampuan komunikasi dengan Dinas Kesehatan Lombok Timur dalam pengurusan perijinan PiRT beberapa produk yang dimiliki dan yang diperoleh dari Teknik *hurdle* yang diperkenalkan. Tabel 3. berikut menunjukkan capaian perijinan produk perikanan kelompok Ketapang Raya.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa dengan dukungan teknik *hurdle* yang mudah, sederhana dan tepat, adopsi teknologi mudah dilakukan yang dibuktikan dengan tercapainya ijin perdagangan produk dari industri rumah tangga yang dibina. Beberapa produk: dodol rumput laut, permen rumput laut, kue baruas dan kue pedati merupakan produk awal yang dimiliki kelompok.

Tabel 3. Nomor sertifikat produksi pangan/capaian perijinan setelah transfer teknik *hurdle* beberapa produk perikanan

No	Nama Produk	No PiRT
1	Ikan Pindang Kuning (Pindang Rumbuk)	202520308186-23
2	Ikan Dendeng	202520303186-23
3	Ikan Kering	202520305186-23
4	Abon Ikan	202520304186-23
5	Dodol Rumput Laut*	204520301186-23
6	Permen Rumput Laut*	204520302186-23
7	Kue Baruas Rumput Laut*	205520307186-23
8	Kue pedati rumput laut*	206520306186-23

Sumber : Dinas Kesehatan Kabupaten Lombok Timur (2018)

KESIMPULAN

Masyarakat pesisir selatan Lombok Timur sangat terbatas pemahamannya tentang penerapan teknologi /teknik *hurdle* dalam pengolahan produk perikanan. Nelayan Daerah pesisir rawan air tawar seperti Sekaroh menjual hampir seluruh hasil tangkapannya dalam bentuk segar.Sementara nelayan pesisir yang memiliki akses air tawar lebih mudah, sudah mulai melakukan pengolahan namun dengan mutu yang belum terjamin dan daya simpan singkat. Teknik *hurdle* menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan mutu dan daya simpan produk sehingga dapat meningkatkan harga jual produk. Penggunaan air laut dan pengeringan menjadi alternatif utama untuk pengolahan perikanan daerah pesisir rawan air tawar sedangkan produk olahan basah/semi basah dan pengeringan menjadi alternatif untuk pesisir yang lebih mudah dalam akses air tawar. Teknik *hurdle* dalam pengolahan produk perikanan dapat diterapkan oleh nelayan/masyarakat pesisir wilayah lain di Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Ristek Dikti RI yang telah membantu pembiayaan dalam penelitian ini melalui Skim Penelitian MP3EI Koridor Perikanan tahun anggaran 2017 dan Penelitian Strategis Nasional Institusi 2018-2019.

DAFTAR PUSTAKA

Bahtiar I, Buschilachi, Butler J dan Husni S, 2016. Socio economic of characterization of fisheries in Sekaroh and Poto Tano. Ocean and Atmosphere. www. csiro.au. Universitas Mataram; Eco Solution, Eqo Region.

Barani, H.M, 2004. Pemikiran Percepatan Pembangunan Perikanan Tagkap Melalui Gerakan Nasional.

Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Lombok Timur, 2009. Informasi Perikanan Lombok Timur. Dinas Perikanan. Departeman Pertanian. NTB.

Earle, M. Dan R. Earle, 2003. Fundamentals of Food Reaction Technology. Leatherhead International Ltd. UK.

Hamzah, F., dan M. Trenggono, 2004. Oksigen Terlarut di Selat Lombok. Jurnal Kelautan Nasional 9(1): 21-35.

Handayani, B.R., B. Dipokusumo, dan W. Werdiningsih, 2017. Laporan Penelitian Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI)/Penprinas 2012-2025, Koridor V Perikanan. Pengembangan Usaha Kecil Produk Perikanan Untuk Mendukung Sektor Pariwisata NTB dan Meningkatkan Ketahanan Pangan Masyarakat Nelayan Sekaroh dan Tanjung Luar.

Handayani, B.R., B. Dipokusumo, dan W. Werdiningsih, 2018a. Kumpulan Teknologi tepat Guna: Inovasi Teknologi Pengolahan Produk Perikanan. Universitas Mataram. Unram Press. 112 h. ISBN: 978-602-6640-12-3.

Handayani, B.R., B. Dipokusumo, dan W. Werdiningsih, 2018b. Laporan Penelitian (Penelitian Strategis Nasional Institusi). Pengembangan Usaha Kecil Produk Perikanan untuk Mendukung Sektor Pariwisata NTB dan Meningkatkan Ketahanan Pangan Masyarakat Nelayan Sekaroh dan Tanjung Luar.

Handayani, B.R., B. Dipokusumo, W. Werdiningsih, T.I. Rahayu dan D.L. Sugita, 2018. Microbial quality of yellow seasoned "pindang" fish treated with turmeric and tamarind. IOP Conf Series: earth and Environmental Science 102 (2018) 012019. Doi:10.1088/1755-1315/102/1/012019.

Handayani, B.R. dan W. Werdiningsih, 2018. Perbaikan mutu produk perikanan: studi kasus Sekaroh dan Tanjung Luar. Dalam buku: Pangan Indonesia Berkualitas (Kumpulan artikel pemikiran anggota Patpi/Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia). Interlude. Yogyakarta: 224-228. ISBN: 602587321-8

Ruchimat, T., 2012. Buku Saku Statistik Perikanan Tangkap Indonesia 2012. Direktur Sumber Daya Ikan Indonesia. Jakarta.

Studi Karakteristik Sifat Kualitatif dan Morfometrik Ayam Kampung dengan Berbagai Tipe Jengger di Pulau Lombok

Characteristic Study of Qualitative and Morphometric Traits of Kampung Chicken with Various Type of Comb in Lombok Island

Lestari[1,*], Maskur[1], R. Jan[1], Rozi,T.[1], L.M. Kasip[1], M. Muhsinin[1]

[1]Fakultas Peternakan, Universitas Mataram, Jalan Majapahit No. 62, Mataram, NTB 83115
[*]*Corresponding author, email :*
taribambang@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi keragaman sifat kualitatif dan morfometrik ayam kampung berdasarkan tipe jengger di Pulau Lombok. Materi yang digunakan yaitu ayam kampung betina dewasa yang dipelihara secara tradisional sebanyak 417 ekor. Metode yang digunakan yaitu survey. Penentuan lokasi dilakukan secara purposif sampling. Setiap kota atau kabupaten diambil tiga kecamatan, setiap kecamatan diambil 3 desa, setiap desa diambil 3 dusun. Setiap dusun diambil empat peternak yang masing-masing memiliki ayam kampung berjengger tunggal, walnut, rose dan pea. Data kualitatif meliputi tipe jengger, warna bulu, warna kulit, warna kaki yang diperoleh akan ditabulasikan kemudian dicari proporsinya. Data kuantitatif meliputi tinggi jengger, panjang shank, panjang tibia, panjang femur, jarak antar tulang pubis, jarak antara tulang pubis dengan tulang dada dan bobot badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat kualitatif yaitu tipe jengger ditemukan walnut (36.45 persen), tunggal (30.45 persen), pea (24.46 persen) dan rose (8.64 persen). Warna cuping telinga yaitu merah dan putih. Warna bulu yaitu hitam, keemasan, lurik dan putih. Warna shank yaitu hitam, putih dan kuning. Warna kulit yaitu kuning dan putih. Morfologi ayam kampung tertinggi dicapai ayam tipe jengger rose yaitu tinggi jengger (12.16 $\pm$ 2.78mm), panjang shank (74.26 $\pm$ 11.62mm, panjang tibia (88.47 $\pm$ 11.87mm), panjang femur (82.11 $\pm$ 12.45mm), jarak dua tulang pubis (35.95 $\pm$ 7.32mm), jarak tulang pubis dengan tulang dada (54.74 $\pm$ 9.86mm) dan bobot badan (1658.19$\pm$339.63gram).

Kata kunci : sifat kualitatif, morfometrik, ayam kampung, tipe jengger, keragaman.

ABSTRACT

This study was aimed to identify the diversity of qualitative and morphometric traits of kampung chicken based on the type of comb in Lombok Island. The material that has been used is adult female chickens that are traditionally kept as many as 417 heads. The method used surveys. The location determination was done by purposive sampling. Each city or district has taken three sub-districts, each

sub-district has taken 3 villages, each village has taken 3 hamlets. Each hamlet was taken by four breeders, each of whom had kampung chicken a single-comb, walnut-comb, rose-comb, and pea-comb. Qualitative data included the type of comb, coat color, skin color, foot color. The qualitative data obtained are tabulated and then sought the proportion. Quantitative data include the height of the comb, shank length, tibia length, femur length, the distance between pubic bones, the distance between pubic bone with breastbone and body weight. The results showed that the qualitative trait of the type of comb was found walnuts (36.45 percent), single (30.45 percent), peas (24.46 percent) and rose (8.64 percent). The ear lobe colors are red and white. Coat color: black, gold, and white striated. Shank colors are black, white and yellow. The skin color is yellow and white. The highest morphology of Kampung chickens is rooster's comb, namely the comb's height (12.16 + 2.78mm), the length of the shank (74.26 + 11.62mm), the length of the tibia (88.47 + 11.87mm), the length of the femur (82.11 + 12.45mm), the distance between the two pubic bones (35.95 + 7.32mm), the distance between the pubic bone and the breastbone (54.74 + 9.86mm) and body weight (1658.19 + 339.63gram).

Keywords: qualitative trait, morphometrics, kampung chicken, comb type, diversity.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ayam lokal merupakan ternak unggas andalan yang mempunyai potensi tinggi dalam menyambung ketersediaan pangan asal hewan dalam bentuk daging dan telur ayam. Ayam lokal banyak digemari konsumen karena memiliki cita rasa yang khas dan dapat ditemukan di berbagai wilayah di Indonesia. Di pulau Lombok, ayam kampung memiliki kontribusi besar yaitu sebagai bahan dasar ayam Taliwang (masakan khas di pulau Lombok). Ayam Taliwang adalah produk pangan lokal terfavorit ke dua di Kota Mataram setelah krupuk kulit (Zaeni dkk., 2016). Permintaan ayam Kampung untuk *ayam Taliwang* terus meningkat yaitu sebanyak 585 ekor/hari (Akhsan,1995) dan sekitar 100 sampai 400 ekor / hari pada setiap restoran (Awaludin, 2012) serta 1.372.800 kg / hari (Zaenuri, dkk. 2016).

Beberapa jenis ayam lokal merupakan ternak unggulan daerah dan nasional, yang juga merupakan kekayaan alam dunia. Oleh karena itu Indonesia mempunyai tanggung jawab moral untuk melestarikan sumberdaya genetik ternak unggas lokal secara mantap dan berkelanjutan. Menurut Zein dan Sulandari (2008), akibat pemotongan yang tidak diimbangi peningkatan produksi, ayam Lombok mengalami diversitas genetic dan ekspansi populasi yang sangat tinggi. Eksploitasi spesies flora dan fauna berlebihan akan menimbulkan kelangkaan dan kepunahan spesies (Sutoyo, 2010).

Upaya untuk melestarikan unggas lokal dilakukan dengan memperhatikan habitat asli dan pewilayahannya terutama untuk sistem penangkaran insitu, yaitu mempertahankan populasi dan genetik di habitat aslinya. Penangkaran exsitu yaitu upaya meningkatkan populasi maupun genetiknya secara lebih terprogram. Pelestarian sumberdaya genetik unggas lokal dapat dilaksanakan apabila telah diidentifikasi karakteristiknya (Samariyanto, 2005). Menurut Ridhwan (2012) pada makhluk hidup terjadi keberagaman pada perbedaan warna, ukuran, bentuk, jumlah, tekstur, penampilan dan sifat-sifat lainnya.

Iskandar dkk. (1991) menyatakan bahwa keragaman karakteristik ayam kampung sebagai informasi dalam membangun tatalaksana pemeliharaan secara khusus di setiap daerah. Tampilan individu ditentukan oleh kemampuannya dan kesempatan yang ada (Hardjosubroto,1994).

Sartika dkk. (2013) mendefinisikan ayam kampung sebagai ayam yang tidak mempunyai ciri-ciri khas tertentu, saat ini banyak terlihat berkeliaran di desa-desa di Indonesia. Mansyoer *et al*. (1989) yang disitasi Sartika dkk. (2013) mengemukakan bahwa ayam kampung merupakan hasil domestikasi ayam hutan merah, fenotip dan genotip ayam kampung masih sangat beragam.

Keragaman fenotip dan genotip dapat dilihat dari tampilan tipe jengger. Jengger sebagai identitas potensi produksi dan reproduksi ayam kampung. Jengger yang tumbuh dan berkembang dengan baik menunjukkan kinerja produksi dan reproduksi yang tinggi. Menurut Lestari (2007) dan Subekti dan Arlina (2011), ada empat macam tipe jengger ayam kampung yaitu *rose*, *pea, walnut* dan tunggal. Rahmana (2016) menyatakan bahwa ukuran dan tekstur jengger sangat penting untuk seleksi bibit. Jengger yang tumbuh dan berkembang dengan baik menunjukkan kinerja produksi dan reproduksi yang tinggi.

Usaha seleksi untuk memperbaiki mutu genettik dapat dilakukan dengan memanfaatkan keragaman ayam kampung. Melalui seleksi yang tepat diharapkan terjadi respon yang positif.

Di dalam keragaman produksi dan reproduksi ayam kampung terdapat sifat-sifat unggul, yang mungkin dapat dimanfaatkan di masa mendatang. Suatu metode pengukuran terhadap variasi dan perubahan bentuk serta ukuran tubuh dari suatu organisme disebut Morfometri (Zelditch et al. 2004). Pengukuran morfometrik dapat membantu proses seleksi dan perkawinan silang ternak antar bangsa maupun jenis (Kurnianto et al. 2013).

Penelitian ini merupakan langkah awal dalam menentukan kriteria seleksi yang tepat untuk pelaksanaan program seleksi atau perbaikan mutu yang berkelanjutan.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik sifat-sifat produksi ayam Kampung yang dipelihara secara tradisional di Pulau Lombok berdasarkan tipe jengger.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu jangka sorong merk Modern kapasitas 30 cm dengan kepekaan 0.01; timbangan elektronik merk Camry kapasitas 5 kg dengan kepekaan 0.01 kg dan kamera HP merk Samsung Galaxy A6. Materi yang digunakan adalah ayam kampung betina dewasa yang dipelihara secara tradisional se pulau Lombok sebanyak 417 ekor.

Metode

Penelitian dilakukan menggunakan metode survey di lima daerah yaitu Kota Mataram, Lombok Barat, Lombok Tengah, Lombok Timur dan Lombok Utara. Setiap daerah diambil 3 kecamatan, setiap kecamatan diambil 3 desa, setiap desa diambil 3 dusun dan setiap dusun diambil 3 peternak yang memiliki ayam kampung betina dewasa. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu cara pengambilan daerah penelitian dengan mempertimbangkan alasan yang diketahui dari daerah penelitian tersebut (Singarimbun, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat kualitatif dan morfometrik ayam kampung di Pulau Lombok sangat variatif. Sartika dkk. (2013) menyatakan bahwa ayam kampung sebagai ayam yang tidak mempunyai ciri-ciri khas tertentu. Warwick *et al*. (1995) menyatakan bahwa penampilan suatu sifat tergantung pada gen-gen yang dimiliki ternak, tetapi keadaan lingkungan yang menunjang diperlukan untuk memberikan kesempatan penampilan suatu sifat secara penuh. Lingkungan dapat bersifat nutrisional, klimatologis dan managerial. Di negara maju, faktor genetis sudah mendapat perhatian utama untuk memperbaiki kualitas ternak, yakni seleksi menuju satu tujuan antara lain seleksi ke arah produksi daging dan telur (Samariyanto, 2005).

Sifat kualitatif meliputi tipe jengger, warna bulu, warna cuping, warna shank dan warna kulit. Hasil penelitian menemukan empat macam tipe jengger yaitu tunggal (30.45),

walnut (36.45), pea (24.46) dan rose (8.64). Suryo (1994) menyatakan bahwa William Bateson dan R.C. Punnet mengawinkan ayam Wyandotte berjengger mawar (R-pp) dengan ayam Brahma berjengger ercis (rrP-) mendapatkan F1 berjengger walnut (P-R-). Kemudian ayam-ayam F1 tersebut dibiarkan kawin sesamanya menghasilkan F2 dengan empat macam jengger yaitu *walnut*, mawar, ercis tunggal. Jengger mawar ditentukan oleh gen dominan R, jengger ercis oleh gen dominan P. Jengger *walnut* (P-R-) dan tunggal (pprr) merupakan jengger baru. Menurut Prasetyo (2011) bentuk jengger tunggal (single cumb) terdapat pada ayam white leghorn merupakan ayam ras terkenal dewasa ini. Tipe jengger tunggal juga ditemukan pada ayam kedu hitam yang merupakan salah satu rumpun ayam lokal Indonesia (Untari, dkk, 2013).

Tabel 1. Sifat Kualitatif Ayam Kampung Di Pulau Lombok (persen)

VARIABEL	**TIPE JENGGER (%)**				
	Pea (24.46)	Rose (8.64)	Walnut (36.45)	Tunggal (30.45)	Jumlah (100)
Warna bulu :					
a. Hitam	7.19	1.67	10.55	8.39	27.80
b. Liar	2.91	1.24	6.23	4.09	14.47
c. Emas	3.11	2.15	4.84	5.51	15.61
d. Lurik	6.23	1.91	8.36	5.51	22.01
e. Abu	1.19	1.67	6.47	6.95	16.28
f. Putih	3.83				3.83
Warna Cuping :					
a. Merah	17.5	4.79	22.3	18.46	63.05
b. Putih	6.96	3.85	14.15	11.99	36.95
Warna Shank :					
a. Hitam	2.39	3.11	11.51	11.51	28.52
b. Putih	5.99	2.18	11.03	8.64	25.84
c. Kuning	16.08	3.35	13.9	10.31	45.64
Warna Kulit :					
a. Kuning	9.59	4.79	15.78	14.14	44.30
b. Putih	14.87	3.85	20.67	16.31	55.70

Sumber { data primer (2019)

Warna bulu yang ditemukan pada penelitian ini yaitu hitam (27.80), lurik (22.01), emas (15.61), liar (14.47) dan putih (3.83). warna bulu pitih hanya ditemukan pada ayam kampung berjengger pea. Menurut Prasetyo (2011) bahwa varietas ayam Leghorn berbulu putih dengan jengger berbentuk mawar. Ayam ini berasal dari Italia dan menyebar hampir keseluruh dunia, terutama yang berwarna putih (*white leghorn*) dan merupakan ras ayam terkenal dewasa ini, type petelur yang ideal dengan warna cekung, telur putih, *white leghorn* warna paruh dan kakinya, balung satu baris (*single comb*) dengan warna merah, pial warna

merah, kuping kecil warna putih kebiru-biruan pipi dan kulit sekitar mata merah, bentuk jengger yaitu jengger tunggal (*single cumb*).

Ayam kampung di Indonesia memiliki 50% gen asli dengan ciri-ciri pola bulu liar (e+), kerlip bulu keemasan (ZS), warna shank hitam (Zid) dan bentuk jengger pea (P), sedangkan 50% sisanya merupakan campuran dari bangsa ayam unggul Eropa dan Amerika seperti Australope, New Hampshire, *White Cornish, Rhode Island Red, White Leghorn* dan *Barred Plymouth Rock* (Nishida et al.,1980). Menurut Sarwono (1993) bahwa ayam Kedu merupakan ayam asli Indonesia yang berasal dari karesidenan Kedu dan terkenal sebagai ayam dwiguna. Macam-macam ayam Kedu hitam daging hitam, Kedu hitam daging putih, Kedu putih daging putih dan Kedu putih daging hitam dan warna liar. Somes (1978) menyatakan bahwa warna liar (e+) dicirikan dengan adanya garis-garis hitam memanjang di kepala dan punggung yang mempunyai sifat resesif dengan warna hitam dan sifat dominan dengan warna Columbian (Co). Warna bulu tipe liar (e+), menurut Kimball (1954) dan Smyth (1990) disebabkan adanya pengaruh alel e+. Tipe bulu liar disebabkan karena ayam Kampung masih mempunyai jarak genetik yang dekat dengan ayam hutan merah Sumatera (Gallus gallus gallus).

Warna cuping telinga ayam kampung di Pulau Lombok yaitu merah (63.05) dan putih (36.95). Khaeruddinsyah (2018) rata-rata persentase warna cuping telinga ayam kampung betina didominasi warna merah (92,59) persen. Menurut Crawford (1990), bahwa sebagian besar breed ayam mempunyai cuping telinga berwarna merah, tetapi breed dari kelas mediteranean (Leghorn, Minorca, dan Spanish) mempunyai cuping berwarna putih.Bangsa-bangsa ayam Mediteranean bercuping telinga putih adalah tipe ayam petelur (Anonim, 2014 dan Rusdin, 2007). Sedikitnya ayam kampung yang bercuping telinga putih karena nenek moyang ayam Mediteranean sudah punah dan sekarang menjadi ayam kelas Asia (Tarigan, 2010).

Warna shank yaitu hitam (28.52), putih (25.84) dan kuning (45,64). Perbedaan warna shank ini menurut Jull (1951) disebabkan oleh pigmen-pigmen tertentu. Warna shank kuning dipengaruhi oleh adanya pigmen karotenoid pada epidermis dan tidak adanya pigmen melanin pada epidermis maupun dermis. Ensminger (1992) menambahkan bahwa bila kedua pigmen tersebut tidak ada maka shank berwarna putih. Di samping itu, warna kuning pada shank dikarenakan adanya lemak atau pigmen lipokrom pada lapisan epidermis, sedangkan warna shank hitam dipengaruhi oleh adanya pigmen melanin pada epidermis (Jull, 1951). Individu dengan cakar berwarna putih/kuning digolongkan pada fenotipe warna shank

berwarna putih/kuning (Id_) dan individu dengan shank berwarna hitam digolongkan padafenotipe warna hitam/abu-abu (idid_) (Somes 1988).

Warna kulit putih (55.70) dan kuning (44.30). Diduga Perbedaan ini disebabkan karena telah masuknya gen asing ke Indonesia, dalam rangka perbaikan mutu genetik, dimana ayam Rhode Island Red (RIR) yang diimpor memiliki warna kulit kaki/shank kuning dominan terhadap gen gelap/hitam, gen inilah yang menyebabkan banyaknya ayam kampung memiliki warna kulit kaki kuning. Sesuai dengan pendapat Nishida et al. (1982) yang menjelaskan bahwa dalam rangka meningkatkan produksi ayam Kampung di Asia Tenggara termasuk Indonesia, telah dimasukkan sejumlah ayam unggul yang berasal dari Eropa dan Amerika Serikat (Subekti dan Arlina, 2011).

Ukuran tubuh ternak unggas khususnya pada ayam ditentukan oleh jengger, panjang tibia, dan panjang femur (Rusdin, 2011). Rasyaf (2008) menyatakan bahwa seleksi ayam ke arah produksi telur adalah jengger dan pial besar, lembut, mengkilat seperti berminyak, muka berwarna merah, mata bercahaya tidak cekung, bentuk kaki agak kecil, kulit lunak dan longgar, rongga perut lunak dan elastis, jarak antar ujung tulang dada dan tulang pinggul empat jari atau lebih, tulang pubis runcing, lebar dan lunak, jarak kedua ujungnya tiga jari atau lebih, anus berbentuk lonjong, basah, besar dan warnanya putih agak kebiruan. Sedangkan karakteristik ayam tipe pedaging yaitu bentuk tubuh besar dan berkulit putih (Anonimus, 2014). Indikator utama dalam mengukur pertumbuhan yaitu pertambahan bobot badan (Soeharsono, 1976).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran-ukuran tubuh tertinggi ditemukan pada ayam kampung berjengger rose yaitu tinggi jengger 12.16 $\pm$ 2.78, jarak antar kedua tulang pinggul (35.95 $\pm$ 7.32 mm), jarak ujung tulang dada dan kedua tulang pinggul (54.74 $\pm$ 9.86 mm). Bobot badan 1658.19$\pm$339.63 gr, panjang shank 74.26 $\pm$ 11.62 mm, panjang tibia 88.47 $\pm$ 11.87 mm dan panjang femur 82.11 $\pm$ 12.45 mm, dan, serta tinggi jengger (12.16 $\pm$ 2.78 mm). Perbandingan warna cuping telinga putih dengan merah pada ayam kampung dengan jengger tipe rose sebesar 3.85 : 4.79 persen.

Tabel 2. Morfometrik ayam kampung di pulau lombok berdasarkan tipe jengger (persen)

VARIABEL	**TIPE JENGGER (%)**			
	Pea (24.46)	Rose (8.64)	Walnut (36.45)	Tunggal (30.45)
Tinggi Jengger (mm)	9.60 $\pm$ 2.4	12.16 $\pm$ 2.78	6.04 $\pm$ 3.21	9.91 $\pm$ 3.66
Panjang shank (mm)	73.96 $\pm$ 10.14	74.26 $\pm$ 11.62	71.77 $\pm$ 9.83	73.74 $\pm$ 10.92

Panjang Tibia (mm)	86.77 ± 14.18	88.47 ± 11.87	85.65 ± 12.85	87.56 ± 13.17
Panjang Femur (mm)	82.08 ± 12.54	82.11 ± 12.45	75.84 + 13.27	81.09 + 15.49
Jarak dua tl pubis (mm)	35.25 ± 8.16	35.95 ± 7.32	35.64 ± 7.03	35.60 ± 7.72
Jarak tl pubis-dada (mm)	51.27 ± 12.76	54.74 ± 9.86	50.39 ± 11.73	52.12 ± 13.26
Bobot badan (gr)	**1464.26±293.58**	**1658.19±339.63**	**1646.92±297.89**	**1492.93±371.26**

Sumber : data primer (2019).

Tinggi jengger dapat digunakan untuk mengetahui sifat produksi ayam. Mukhtar dan Khan (2012) menyatakan bahwa sifat-sifat produksi ayam petelur berkorelasi positif dengan ukuran jengger. Semakin tinggi ukuran jengger, maka semakin banyak hormon reproduksi yang tersimpan (Tarigan, 2010). Hasil penelitian Dewi (2019) bahwa jarak antara dua tulang pubis pada ayam kampung di dataran sedang Lombok Timur sebesar 37.6 ± 6.76 mm. Tarigan (2010) menyatakan bahwa semakin panjang jarak tulang pubis maka kemampuan ayam bertelur semakin baik. Yuwanta (2004) menyatakan bahwa semakin sering ayam bertelur, maka semakin lebar ukuran tulang pubisnya.

Hardjosworo (2001) menyatakan bahwa ayam mulai bertelur ditandai dengan perut yang besar dan jarak kedua tulang ubid dengan tulang dada lebar. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Dewi (2019) di dataran tinggi Lombok Timur yaitu sebesar 54,84 ± 10.64 mm.

Bobot badan pada hasil penelitian ini ini mirip dengan hasil penelitian Dewi (2019) di dataran tinggi kabupaten Lombok Timur yaitu sebesar 1669.4 + 324.97 gr. Ayam dengan berat badan pre-layer yang lebih tinggi baik dengan pakan normal maupun pakan dikurangi, bertelur lebih cepat dibanding ayam dengan berat badan sedang maupun ringan (Yusri, 2015). Menurut Daryono dkk. (2012)ayam tipe pedaging umumnya mengacu pada prtumbuhan otot.

Mansjoer (1985) menyatakan bahwa panjang shank merupakan penduga paling tepat untuk bobot badan. Hasil penelitian Zurriyatina (2018) mendapatkan panjang shank ayam kampung betina di Lombok Bart sebesar 73.54 + 9.01.

Tulang tibia berkorelasi positip dengan bobot badan (Sartika, 2000). Tulang tibia memiliki ukuran yang lebih panjang dari tulang femur. Pertumbuhan tulang berkaitan erat

dengan pertumbuhan otot pada ayam (Laela 1991). Hasil penelitian ini mirip dengan temuan Dewi (2019) di dataran sedang Lombok Timur yaitu sebesar 89.85 + 13.18 mm dan Hidayat (2017) di Lombok Utara yaitu sebesar 87.31 +0.29 mm.

Semakin panjang tulang femur maka semakin banyak daging yang melekat James (1990). Bagian paha ayam memiliki perdagingan yang paling banyak setelah bagian dada (Laela, 1991). Hasil penelitian ini mirip dengan hasil penelitian Dewi (2019) di dataran sedang Lombok Timur yaitu sebesar 52.57 + 16.76 mm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

- Sifat kualitatif dan morfometrik ayam kampung di Pulau Lombok sangat beragam
- Terjadi introgresi (pemasukan darah) ayam ras unggul luar negeri.
- Ditemukan 4 tipe jengger Pea (24.46), Rose (8.64), Walnut (36.45) dan Tunggal (30.45).
- Mormometrik tertinggi terdapat pada ayam tipe jengger rose.

Saran

- Keragaman sifat kualitaif dan morfometrik ayam kampung di Pulau Lombok dapat digunakan sebagai bahan seleksi untuk perbaikan mutu genetik yang berkelanjutan.
- Seleksi yang tepat diharapkan akan terjadi respon yang positif untuk meningkatkan heritabilitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

- Ketua LPPM UNRAM yang telah memberikan data untuk kegiatan penelitian ini.
- Dekan Fakultas Peternakan UNRAM memberi ijin untuk penelitian ini

- Peternak ayam kampung di Pulau Lombok yang telah mengijinkan ternaknya untuk sampel penelitian ini..

DAFTAR PUSTAKA

Akhsan. 1995. analisa Permintaan Ayam Kampung oleh Pedagang Ayam Bakar (Goreng) Kaki Lima di Kodya Dati II Mataram. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. UNRAM. Mataram.

Anonim, 2015. Hormon Pada Unggas. Modern Animal Husbandry. Go-livestock.blogspot.com/2015/06/hormon-pada-unggas.html.

Anonim, 2016. Hormon Reproduksi.Veterinarian. Word Press Com.

Ashifudin, M., E. Kurnianto, dan Sutopo. 2017. Karakteristik Morfometrik Ayam Kedu Jengger Merah dan Jengger Hitam Generasi Pertama di Satker Ayam Maron-Temanggung. Jurnal Ilmu Ternak, Juni 2017, Vol.17, No. 1.

Awaludin. 2012. Peserta Hari Keluarga "Berburu" Kuliner Ayam Taliwang. *www.antaramataram.com/berita/?rubrik=9&22385*.

Crawford, R.D. 1990. Origin and Historyof Poultry Spesies. Dalam R.D. Crawford (ed) : Poultry Breeding and Genetics. Pp. : 239 – 256. Elsevier Science Publishing Company. Inc. Canada.

Daryono, B.S., R. Satriya, Z. Rohmah dan Y. Erwanto. 2012. Penguatan Industri Bibit Unggas Nasional Melalui Produksi Indukan Gama Ayam Lokal Unggul. Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Tepat Guna UGM. ISSN 2089-2721.

Ensminger, M.A. 1992. Poultry Science (Animal Agriculture Series). 3th Edition. Interstate Publisher, Inc. Danville, Illinois.

Hardjosubroto, W. 1994. Aplikasi Pemuliaan Ternak Di Lapangan. Grasindo. Jakarta.

Hardjosworo, P.S. 2001. Penelitian tentang Produksi Ayam-ayam Kampung Di Indonesia. Seminar Pertama tentang Ilmu dan Industri Perunggasan. Cisarua. Bogor.

Hidayat, R. 2018. Genetik Eksternal Ayam Kampung yang Dipelihara secara Tradisional Di Kabupaten Lombok Utara. Skripsi. Program Study S1 Peternakan. Fakultas Peternakan. Unram. Mataram.

Hutt, F.B. 1949. *Genetics of The Fowl.* Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. United State of America.

Jull, M.A. 1949. *Poultry Breeding.* (2nd. Ed). John Willey & Sons, Inc. New York.

Khaeruddinsyah. 2018. Fenotipe Ayam Kampung Di Kecamatan Alas, Alas Barat, Dan Utan Kabupaten Sumbawa. *Publikasi Ilmiah*. Progam Studi Peternakanprogram Studi Peternakanfakultas Peternakanuniversitas Mataram Mataram.

Kurnianto, E., S. Sutopo, E. Purbowati, E.T. Setiatin, D. Samsudewa and T. Permatasari. 2013. Multivariate analysis of morfphological traits of local goats in Central Java-Indonesia. Iranian J. App. Anim. Sci. 3 (2):361- 367.

Mansjoer, S.S. 1985. Pengkajian Sifat-sifat Produksi Ayam Kampung serta Persilangannya dengan Rhode Island Red. Disertasi. Fakultas Psca Sarjana Institute Pertnian Bogor. Bogor.

Mukhtar,N. Dan S.H. Khan. 2012. Comb : An Important Reliable Visual Ornamental Trait For Selection on Chicken. World's Poult. Sci. Vol. 68 : 425 -431.

Nishida,T., K. Nozawa, Y.Hayasi, T.Hsyiguchi and S.S. Mansjoer. 1982. Body Measurement and Analysis On Eksternal Genetic Characters of Indonesian Native Fowl. The Orig. Ang Phy. Of Ind. Nat. Liv. III : 73 - 83

Prasetyo. 2011. Jenis Ayam Ras. karanhtengahraharjo.blogspot.com/2011/10/jenis-ayam-ras.html.

Rasyaf. M. 2011. Beternak Ayam Kampung. Penebar Swadaya. Jakarta.

Rahmana, I. 2016. Anatomi dan Fisiologi. Rahmana 28.blogspot.com/2016/04/anatomi-dan-fisiologi.html.

Ridhwan. M. 2012. Tingkat Keanekaragaman Hayati Dan Pemanfaatannya Di Indonesia. Jurnal Biology Education Vol 1, No 1 (2012)

Rusdin, M., L.O. Nafiu, T. Saili Dan A.S. Aku, 2011. Karakteristik Fenotipe Sifat Kualitatif Ayam Tolaki Di Kabupaten Konawe Sulawesi Tenggara. Agriplus. 21(3):248-256.

Samariyanto. 2005. Arah Pengembangan Pembibitan Ayam Lokal di Indonesia *Prosiding Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal* . Puslitbang Peternakan

Sartika T. dan S. Iskandar. 2007. Mengenal Plasma Nutfah Ayam Indonesia dan Pemanfaatannya. Buku. Edisi pertama. Balai Penelitian Ternak, Bogor.

Sarwono, B. 1991. *Ragam ayam Piaraan.* Cet. V. Penebar Swadaya. Jakarta.

Soeharsono.1976. Respon Broiler terhadap Berbagai Kondisi Lingkungan. Disertasi. Dirjen Dikti Depdikbud.

Somes, N. 1978. Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press, New York.

Subekti, K. dan F. Arlina. 2011. Karakteristik Genetik Eksternal Ayam Kampung di Kecamatan Sungai Pagu Kabupaten Solok Selatan. Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan. November 2011. Vol. XIV. No. 2.

Suryo.1994. Genetika. Gadjah Mada University Press.

Sutoyo, 2010. Eksploitasi spesies flora dan fauna berlebihan akan menimbulkan kelangkaan dan kepunahan spisies. Buana Sains Vol 10 N0 2: 101-106, 2010.

Tarigan, R.T. 2010. Karakteristik Sifat Kualitatif Dan Kuantitatif Ayam Walik Di Sumedang Dan Bogor. *Skripsi*. Departemen Ilmu Produksi Dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor 2010

Untari, E.K., Ismoyowti dan Suhadi. 2013. Perbedaan Karakteristik Tubuh Ayam Kedu yang Dipelihara Kelompok Tani Ternak "Makukuhan Mandiri"Di Temanggung. https://media.neliti.com/media/publication/117657-ID-perbedaan-karakteristik.

Warwick, E.J., J.M. Astuti dan W. Hardjosubroto. 1995. Pemuliaan Ternak. Edisi kelima. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Yuwanta. T. 2004. Dasar Ternak Unggas. Penerbit Kanisius Yogyakarta.

Zaenuri, A. Zaini, W. Werdiningsih dan T. Sjah. 2016. Keragaman Pangan Lokal Di Pulau Lombok untuk Menunjang Pengembangan Pariwisata. Agritech. Vol. 36, No. 2. Maret 2016.

Zuriatina, 2018. 2018. Genetik Eksternal Ayam Kampung yang Dipelihara secara Tradisional Di Kabupaten Lombok barat. *Skripsi*. Program Study S1 Peternakan. Fakultas Peternakan. Unram. Mataram.

Penggunaan Data Satelit Terra Modis Sebagai Dasar Deliniasi Zona Orografis di Pulau Sumbawa

Use of Terra Modis Satellite Data to Delineate Orographic Zones in Sumbawa Island

Mahrup [1*], Padusung[2], IGM. Kusnarta[3], IN Soemeinaboedhy[4] dan Fahrudin[5]

[1,2,3,4,5/] Dosen Jurusan Ilmu Tanah pada Fakultas Pertanian, UNRAM, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA. Tel. +62-0370 621435, Fax. +62-0370 640189,
**Corresponding author, email:* mahrupwarige@gmail.com
Padusung61@gmail.com
Igm_kusnarta@yahoo.com
soemeinaboedhy@gmail.com
fahrudin@gmail.com

ABSTRAK

Data hasil pengindraan satelit Terra-Modis (*Moderate Resolution Imaging Spectroradio-meter*), telah memudahkan para ilmuan untuk melakukan analisis berbagai potensi sumberdaya alam secara cepat dan tepat. Luaran hasil kajian berbasis data produk Terra- Modis terbukti memberikan kemudahan bagi para pemangku kepentingan dalam pengambil keputusan secara cepat, efektif dan efisien. Penelitian Deskriptif telah dilakukan di pulau Sumbawa menggunakan data produk Terra-Modis berupa sebaran awan rendah di atas pulau Sumbawa, dalam 12 bulan, dengan rentang waktu 17 tahun (2000-2017). Tujuan penelitian adalah melakukan deliniasi zone orografis di pulau Sumbawa. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kenampakan awan rendah atau awan komulus (cumulus cloud) di atas pulau Sumbawa, hanya bertahan pada periode musim penghujan (Desember – Maret) dan selanjutnya menghilang dari sebagian besar wilayah pulau Sumbawa pada bulan-bulan kemarau. Wilayah berbukit dan atau pegunungan dengan ketinggian <1000 m di atas permukaan laut (dpl) tidak tampak menyangga awan. Hal ini mengindikasikan, bahwa permukaan daratan dan lapisan troposfer pulau Sumbawa mengandung uap air yang nisbi rendah pada musim kemarau. Simpulannya adalah, bahwa zone orografis di pulau Sumbawa tersebar secara sporadis pada enam zone, terutama di wilayah pegunungan yang memiliki ketinggian ≥ 1000 m dpl., yaitu: zone orografis-1 (09° 0'0.44" LS; 116°48'36.08" BT), zone orografis-2 (08°39'33.93" LS; 117° 2'1.14" BT), zone orografis-3 (08°14'33.83"LS; 117°47'25.58" BT), zone orografis-4 (08°25'49.86"LS; 118° 6'18.78" BT), zone orografis-5 (08°22'44.19"LS; 118°31'36.63" BT), dan zone orografis-6 (08°11'40.87" LS; 119° 3'46.44"BT).

Kata kunci: Terra-Modis, awan komulus, orografis

Abstract

Data from Terra-Modis (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*) satellite has made it easier for scientists to analyze various potential natural resources quickly and accurately. The Terra-Modis output was proven to provide convenience information for stakeholders in making decisions efficiently. Descriptive research had been carried out on the island of Sumbawa using Terra-Modis data in form of low cloud map over the island of Sumbawa, in 12 months, with a span of 17 years

(2000-2017). The purpose of this research was to delineate the orographic zone on the island of Sumbawa. The results showed that the appearance of low clouds or cumulus cloud over the island of Sumbawa only survived during the rainy season (December - March) and subsequently disappeared from most areas of the island dry months. Hilly and or mountainous areas with elevations less than 1000 m above sea level did not appear to support clouds. This indicates that the terrestrial surface and troposphere of Sumbawa Island contains relative low moisture content in a dry season. The conclusion is that the orographic zones on Sumbawa Island spread sporadically in six zones, especially in mountainous areas which have an altitude of ≥ 1000 m above sea level, namely: orographic zone-1 (09 ° 0'0.44 "LS; 116 ° 48'36.08" BT), orographic zone-2 (08 ° 39'33.93 "LS; 117 ° 2'1.14" BT), orographic zone-3 (08 ° 14'33.83 "LS; 117 ° 47'25.58" BT), orographic zone- 4 (08 ° 25'49.86 "LS; 118 ° 6'18.78" East), orographic zone-5 (08 ° 22'44.19 "LS; 118 ° 31'36.63" East), and orographic zone-6 (08 ° 11 '40 .87 "LS; 119 ° 3'46.44" East).

Keywords: Terra-Modis, cumulus cloud, orographic

PENDAHULUAN

Kajian terhadap sumberdaya alam dapat lebih efisien dan efektif melalui data satelit hasil pengindraan jauh terhadap permukaan bumi. Data tersebut memberikan kemudahan bagi pengambil kebijakan untuk merespon secara cepat cepat dan tepat (Andrew, *et al*., 2004). Data berbasis pengindraan jauh dapat berupa foto udara maupun citra satelit (Kiany, *et al*., 2015). Penggunaan data satelit terus berkembang di lingkungan penelitian Ilmu Tanah, sejalan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Satelit pemantau bumi Terra dan Aqua telah banyak menyediakan data kondisi permukaan bumi, lautan, dan atmosfir. Kedua satelit tersbut popular dengan nama MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer*), yang bekerja pada rentang panjang gelombang λ: 0,4µm-14,4 µm, dengan spasial resolusi antara: 250 m, 500 m dan tertinggi 1 km (Savtchenko, *et al*., 2003). Satelit Terra diluncurkan pada bulan Desember 1999 mengitari bumi dari arah kutub utara ke kutub selatan, serta melintasi equator bumi pada pukul 10:30 am/pm. Satelit Aqua diluncurkan pada bulan Mei 2002, melintasi bumi dari arah kutub selatan ke utara serta melewati equator bumi pukul 1:30 am/pm. Pola peneraan (*scanning*) terhadap bumi ± 55^o dari ketinggian berkisar 750 km-2.330 km. Kedua satelit ini mampu meliput bumi (global *coverage*) dalam satu sampai dua hari, dan secara kontinyu mengirim data harian ke stasiun bumi (Savtchenko, *et al*., 2003).

Data produk Terra MODIS tentang penutupan awan rendah, yang melingkupi pulau Sumbawa diekstrak dari peta awan global (Michael, *et al*., 1999). Penelitian serupa telah pula dilakukan untuk pulau Lombok (Mahrup *et al.*, 2018). Hasil penelitian tersebut mengungkap adanya jalur pergerakan awan yang mengekspresikan keberadaan kawasan konservasi yang kondisi biofisiknya relatif terjaga, namun terancam usikan faktor aktivitas manusia (*anthropogenic facto).* Penelitian sejenis, yang menghubungkan berbagai parameter sumberdaya alam (*natural resource*), telah banyak dilakukan, seperti: keragaman hayati flora dan fauna, dan vegetasi hutan di bawah penutupan awan rendah lebih beragam (Michael, *et al*., 1999). Kondisi atmosfer seperti: suhu, dan kelembaban (Kiany *et al*., 2017), dan lama penyinaran permukaan bumi (Kandirmaz, *et al*., 2014). Tujuan penelitian adalah mendeliniasi zone orografis berdasarkan data Terra-MODIS penutupan awan rendah di pulau Sumbawa

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di pulau Sumbawa menggunakan metode Deskriptif. Data yang digunakan adalah Data produk Terra MODIS berupa peta awan rendah yang menutupi wilayah daratan pulau Sumbawa. Data produk terra Modis diekstrak dari data awan rendah global yang diunduh lewat web www.earth.env.org/cloud, berupa data produk Terra MODIS yang terlebih dahulu telah dilakukan proses pengolahan sehingga tampil dalam bentuk peta awan rendah global periode 12 bulan dalam rentang waktu 17 tahun (2000-2017).

Deliniasi Peta Awan Rendah

Peta awan rendah tersebut dideliniasi dengan peta dasar digitasi berupa garis batas terluar pulau Sumbawa. Proses deliniasi dilakukn menggunakan program QGIS versi 2.18. Pada tahap kedua dilakukan deliniasi zone-zone yang merupakan area penutupan awan rendah secara continue selama 12 bulan. Hasil deliniasi tahap kedua ini merupakan lapisan penutupan awan rendah yang merepresentasikan zone orografis di wilayah Sumbawa. Pada tahap ketiga dilakukan teknik *overlay* menggunakan program Q-2 GIS versi 2.18. Pada tahap ini *layer* awan rendah *dioverlay* dengan berbagai jenis peta pulau Sumbawa, seperti: peta topografi, peta tata guna lahan, dan berbagai jenis peta lain yang relevan.

Penetapan Zone Orografis

Zone orografis dalam kegiatan ini diberi batasan sebagai suatu kawasan yang yang secara topografis memungkinkan sebagai faktor orografis (Rainman International 2017), yang menyebabkan awan mengalami pengangkatan (*up lifting*), dan zone tersebut secara konsisten selalu mengalami penutupan awan rendah (*low cloud cover*) selama peneraan (*scanning*) oleh satelit Terra atau Aqua-MODIS.

Tahap demi tahap penetapan zone orografis berbasis peta awan rendah, dilakukan sebagai berikut :

1. Data produk Terra MODIS untuk pulau Sumbawa diunduh untuk 12 bulan, dari Januari sampai dengan Desember
2. Data produk Terra MODIS dideliniasi berbasis pada koordinat geografis garis batas terluar pulau Sumbawa .
3. Melakukan grid (*gridding*) dengan skala 1 km, (sesuai resolusi data Terra MODIS) terhadap 12 peta awan (sesuai jumlah bulan pengamatan) sesuai koordinat geografis pulau Sumbawa.
4. Verifikasi secara visual posisi daerah yang tertutup awan rendah sesui dengan kolom grid (1 x 1 km^2), menggunakan alat GPS (Gambar 2)
5. Penetapan zone orografis berpedoman pada ketentuan, bahwa suatu zone tertentu dengan luas terkecil, tetapi secara permanen mengalami penutupan awan atau dilingkupi awan rendah selama 12 bulan berturut turut.

Verifikasi Kondisi Biofisik Lahan Zone Orografis

Verifikasi kondisi biofisik dilakukan terhadap zone orografis yang telah ditetapkan. Sasaran verifikasi adalah kondisi biofisik lahan, seperti kondisi vegetasi alamiah, fisiografi lahan (kemiringan lereng), arah lereng, dan topografi. Sebagai bahan panduan verifikasi adalah peta tataguna lahan, peta kawasan hutan di wilayah Sumbawa dan peta topografi.

Analisis Data

Kegiatan analisis meliputi: prakiraan luas area zone orografis, perhitungan kemiringan lereng (*slope*) berdasarkan data tofografi dan analisis data unsur iklim, seperti curah hujan, suhu, dan kelembaban udara.

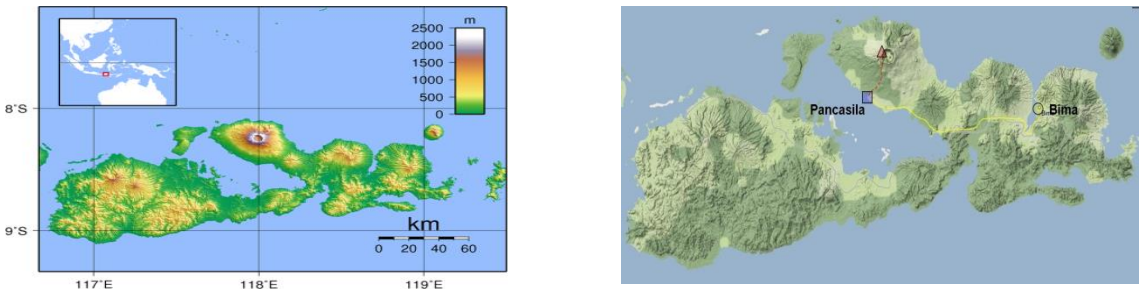
Waktu dan Tempat Kegiatan

Penelitian dilakukan di pulau Sumbawa, mulai bulan Mei 2019 – Agustus 2019.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan mum Wilayah Penelitian

Tipologi lahan pulau Sumbawa secara umum dicirikan oleh empat kondisi, yaitu: (1) lahan berbukit dan bergunung, (2) terpapar oleh iklim kering tropis semi ringkai (*semi-arid tropic*), (3) dominasi lahan suboptimal atau marjinal, dan (4) kepenutupan vegetasi alami sangat rendah atau vegetasi hutannya terbatas di kawasan hutan lindung.



Gambar 1. Tipologi Umum Lahan di Pulau Sumbawa: Topografi Pulau Sumbawa (kiri), dan Citra Satelit Pulau Sumbawa (kanan)

Daerah yang merupakan kawasan perbukitan berada pada ketinggian 500 m - 1000 m dpl. Secara sporadis ditemukan gugus pegunungan yang mencapai ketinggian 1500 m dpl., dan puncak tertingginya adalah puncak Tambora >2000 m dpl. Gunung Tambora termasuk zone Taman Nasional, yang terbagi ke dalam 6 zona pengelolaan, meliputi: Zona Inti (8.400 Ha), Zona Rimba (39.417,38 Ha), Zona Pemanfaatan (15.677,30 Ha), Zona Rehabilitasi (4.059,32 Ha), Zona Tradisional (3.059,98 Ha), dan Zona Khusus (1.030 Ha). Total luas

Taman Nasional Gunung Tambora adalah 71.644 Ha, yang terbagi kedalam beberapa kawasan, yaitu: Cagar Alam (23.840 Ha), Suaka Margasatwa (21.674 Ha), dan Taman Buru (26.130 Ha) (Taman Nasional Gunung Tambora, 2019).

Selain itu, terdapat *landscape* alamiah di kawasan cagar alam yang dilindungi dan tidak boleh dijamah manusia kecuali untuk kepentingan penelitian. Vegetasi di sekitar kawasan gunung Tambora seperti tambora dan pekat didominasi oleh vegetasi hutan lindung dan savana. Wilayah Pekat (Dompu) lebih didominasi oleh hutan lindung dan terlihat lebih subur dibandingkan dengan kawasan tambora yang berada di kabupaten Bima (Taman Nasional Gunung Tambora, 2019).

Di kawasan dataran rendah yang biasanya dijadikan tempat kemah bagi pendaki terdapat beberapa jenis tanaman khas, seperti: *Ficus spp*., *Diospiros maritima*, *Duabanga moluccana*, dan beberapa *liana* dari suku *Vitaceae*, *Piperaceae*, dan *Annonaceae*. Kawasan hutan pada ketinggian antara 342 m dpl. sampai 576 m dpl., dijumpai banyak *Ardisia javanica*, Jenis *Engelhardia spicata*. Pada ketinggian 1085 m dpl. ditemukan jenis jambu-jambuan (*Syzgium* spp.), *Engelhardia spicata*, dan *Litsea* spp. Pada ketinggian >1497 m dpl. ditemukan tegakan dengan populasi yang lebih rapat, dan ditemukan adanya rotan dan *Zingiberaceae* (*Etlingera rubroloba*). Jenis pepohon besar yang mendominasi adalah *Litsea* spp. Area savana ditemukan dari ketinggian 1500 m dpl. hingga puncak 2485 m dpl. Jenis rumput yang mendominasi savana adalah *Trimeda triandra* dan *Heteropogon contortus*. Pohon yang banyak dijumpai di area savana adalah *Casuarina junghuniana* dan *Glochidion spp*. Terdapat 3 jenis bunga abadi di savana Tambora, yaitu *Anaphalis javanica, Anaphalis viscida*,dan *Anaphalis longifolia*. Jenis vegetasi perkebunan adalah perkebunan kopi, dan kelapa. Adapun diantara ladang terdapat lahan pengembalaan kerbau, sapi dan kuda (Taman Nasional Gunung Tambora, 2019).

.

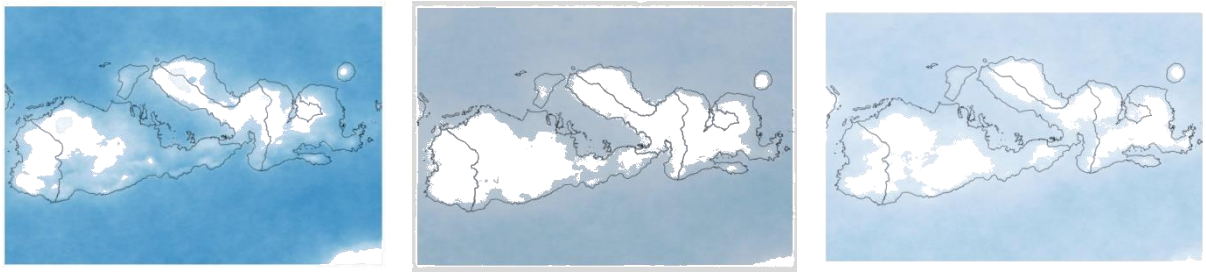
Zone Orografis di Pulau Sumbawa

Zona orografis di pulau Sumbawa teridentifikasi tersebar secara sporadic pada daerah pegunungan dengan ketinggian di atas 1000 m dpl. Lebih khusus, sangat jelas diperlihatkan pada Gambar 2, berikut ini, adalah keberadaan awan rendah yang selalu menutupi kawasan Taman Nasional Gunung Tambora yang berada di kecamatan Pekat dan Tambora. Kawasan ini memiliki topografi berbukit hingga bergunung dengan kemiringan 8%

– 45%. Tipe hutan bervariasi, dari tipe hutan dataran rendah hingga hutan dataran tinggi atau pegunungan. Kecamatan Pekat merupakan kawasan perbukitan dengan tataguna lahan sebagai hutan lindung karena termasuk kedalam kawasan TNGT. Jenis batuan edapan berupa, lempung *tufan*, tersebar diwilayah Kecamatan pekat seluas` ±1.562,5 ha. Daerah Tambor didominasi oleh dataran tinggi, namun tipe vegetasinya berupa savana yang biasa dimanfaatkan sebagai ladang pengembalaan kerbau, sapi dan kuda (Taman Nasional Gunung Tambora, 2019).

Kenampakan awan rendah pada awal musim penghujan

Secara umum musim hujan, bagi daerah yang memiliki tipe iklim muson (*monsoon*) berawal dari bulan Nopember. Namun faktor lokal acapkali menyebabkan awal hujan di daerah semakin ke timur, mengalami perlambatan satu bulan dari daerah di bagian baratnya (Rainman International 2017). Pulau Sumbawa bagian baarat, secara umum mendapatkan awal musim penghujan pada bulan Desember, dan ke timur awal hujannya pada akhir Desember atau awal Januari.



NOPEMBER DESEMBER JANUARI

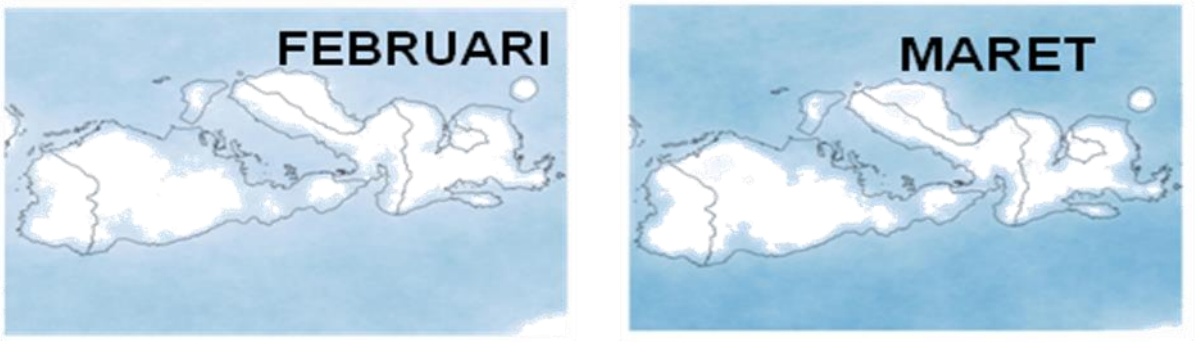
Gambar 2. Pola Penutupan Awan Rendah pada Awal Musim Hujan di Pulau Sumbawa

Pada bulan Nopember, penutupan awan rendah terbatas di dataran tinggi (pegunungan) di sisi barat pulau Sumbawa, dan di sepanjang gugus pegunungan Tambora di wilayah Dompu, dan sebagain kecil pada gugus pegunungan di wilayah Bima. Bulan Desember, awan rendah tampak menutupi seantero daratan Sumbawa; dari sisi barat sampai sisi timur. Perkecualian terjadai pada sepanjang pesisir Teluk Saleh yang mengalami penyempitan. Pada sepanjang zone tersebut penutupan awan rendah relative jarang dan tidak kontinu. Pola penyebaran sebagaimana bulan Desember ini berlanjut sampai bulan Januari, dengan sedikit perkecualian, dimana pada bulan Januari awan rendah tidak banyak bertengger di bagian lembah atau ngarai; awan terkonsentari pada punggung gunung atau bukit. Hal ini mengindikasikan sebuah proses alamiah tengah berlangsung; mekanisme pergerakan awan

dari tempat yang semula lebih rendah (lembah) atau kaki bukit (*foot slope*) terdorong bergerak ke tempat yang lebih tinggi (puncak). Proses selanjutnya adalah kondensasi uap air. Jika terjadi penurunan suhu yang cukup, maka akan berlanjut ke terjadinya presipitasi yang lazim disebut sebagai hujan orografis.

Kenampakan awan rendah pada puncak musim penghujan

Berdasarkan kenampakan awan rendah yang menutup sebahagian besar daratan pulau Sumbawa pada bulan Pebruari dan Maret, dapat ditafsir sebagai suatu keadaan, dimana daratan Sumbawa mengalami tekanan minimum, sedemikian rupa sehingga uap air yang berada di perairan yang melingkunginya bergerak atau mengumpul (terkonsentrasi) menuju ke daratan. Pada tahap seperti ini, awan dan hujan tidak dapat lagi dibedkan antara orografis dan hujan konvektif (*cumulus cloud*). Kedua tipe awan dan hujan ini saling melengkapi menghasilkan curah hujan dengan curah hujan yang lebih besar.



Gambar 3. Pola Penutupan Awan Rendah pada Puncak Musim Hujan: Pebruari dan Maret

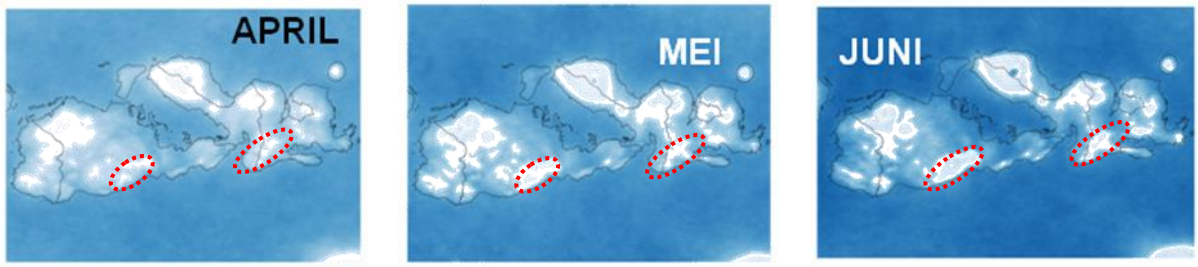
Kombinasi kedua tipe hujan ini membawa keuntungan, terutama bagi daerah-daerah dataran tinggi, karena presipitasi terjadai karena dua mekanisme secara simultan, yaitu orografis dan pengkayaan uap air dari awan-awan konvektif. Namun kurang bermakna secara hidrologis, apabila kawasan tersebut tidak bervegetasi. Pada keadaan yang demikian ini hujan akan secara serta merta terkonversi menjadi aliran permukaan (*runoff*). Daerah pesisir kurang mendapatkan curah hujan, jika angin darat yang berhembus kea rah pantai pada menjelang sore sampai malam hari, tidak cukuk kuat untuk mendistribusikan awan atau uap air ke wilayah pesisir.

Daerah pesisir selatan Teluk Saleh salah satu zone yang kurang diuntungkan secara klimatologis, karena posisinya berada di dua sisi lingkungan perairan, yaitu Teluh Saleh di utara, dan pantai Selatan Sumbawa di bagian selatan. Daratan yang relative sempit tak cukup kuat untuk menghasilkan sel tekanan minimum di daratan. Dengan demikian proses konveksi (penguapan) pada kedua sisi daratan tersebut tidak disertai dengan adanya

mekanisme alamiah pergerakan uap air dari kedua zone konveksi menuju daratan yang nisbi sempit tersebut.

Kenampakan awan rendah pada musim peralihan

Musim peralihan dari musim hujan ke musim kemarau berlangsung mulai bulan April, berlanjut ke bulan Mei dan Juni. Pada Gambar 4 terlihat dengan jelas, bahwa setelah musim hujan berlalu, atau setelah angin muson (angin Barat) kaya uap air tidak lagi bertiup, maka awan tidak lagi menutupi daratan pulau Sumbawa. Pada periode transisi, telah mulai berembus angin pasat Tenggara yang berasal dari Samudera Pasifik (Partridge *et al*., 2002). Angin ini menyampai wilayah Indonesia Timur, setelah menerobos celah antara daratan Papua New Gini dan benua Australia. Sesampainya di Cape York, wilayah Darwin angin pasat Tenggara mengalami pembelokan sehingga mengarah ke wilayah Indonesia Timur, terutama di sebagian wilayah kepulauan Sunda Kecil (*Lesser Sundas*), seperti: kepulauan di Nusa Tenggara Timur, Nusata tenggara Barat dan Bali. Angin Pasat Tenggara trgolong sebagai angin kering (angin yang miskin uap air), sehingga kehadirannya melintasi wilayah Indonesia Timur tidak membawa efek terhadap curah hujan. Bahkan sebaliknya angin kering tersebut turut membawa serta uap lembab yang ada di wilayah Indonesia. Hal ini mengakibatkan cuaca kering pada periode transisi.



Gambar 4. Pola Penutupan Awan Rendah pada Musim Peralihan: April, Mei dan Juni; zone lingkar merah adalah akumulasi awan sebagai efek angin Pasat Tenggara

Tanda-tanda tentang keberadaan angin pasat Tenggara pada periode transisi tersebut diperlihatkan oleh adanya akumulasi awan pada sisi selatan pulau Sumbawa (Gamar 4) yang diberi lingkaran merah. Awan tersebut tidak berpotensi menimbulkan hujan, karena kerapatannya nisbi rendah, kecuali jika efek orografis setempat memungkinkan untuk terjadinya kondensasi, maka hujan intensitas rendah bisa terjadi.

Kenampakan awan rendah pada musim kemarau

Musim puncak kemarau terjadi mulai bulan Juli, berlanjut bulan Agustus dan September. Memasuki bulan Juli, suhu udara mengalami penurunan dan mencapai titik terendah pada periode pertengan Juli sampai awal Agustus (Mahrup *et al*., 2018). Suhu udara

mulai meningkat bulan Agustus – September- Oktober, dan mencapai puncak panas pada bulan Nopember. Awan rendah selama bulan-bulan kemarau (Gambar 5) kerapatannya nisbi rendah dan kecendrungannya mengumpul pada sisi utara pulau Sumbawa, terutama di wilayah pegunungan yang memiliki ketinggian di atas 1000 m dpl. Dataran rendah dan lembah atau ngarai tidak ditemukan adanya akumulasi awan.

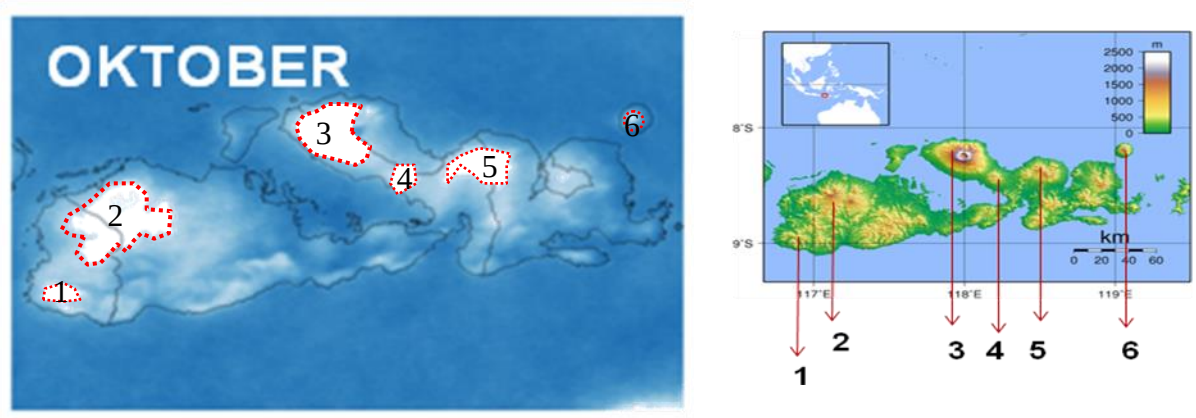


Gambar 5. Pola Penutupan Awan Rendah pada Musim Kemarau: Juli, Agustus dan September

Cuaca sebagaimana diuraikan di atas menandatakan tingkat kelembaban udara yang nisbi rendah di seantero pulau Sumbawa. Dengan kata lain sebagaian besar daratan pulau Sumbawa mengalami kekeringan secara klimatologis.

Kenampakan awan pada bulan kulminasi matahari: indikasi zone orografis

Bulan Oktober tanggal 15 atau 16 sebagai periode kulminasi matahari pada garis lintang 8,5^{o} LS. Suatu peristiwa alam yang menandai keberadaan matahari tepat di atas kepala pada tengah hari (Mahrup *et al*., 2012). Pada saat kulminasi matahari, maka berkas sinar datang ke permukaan bumi tepat pada lokasi kulminasi membentuk sudut 90^{o}. Pada saat seperti ini dikatakan, bahwa permukaan bumi memperoleh intensitas penyinaran maksimum (I_{max}). Perkecualian terjadi di daerah penggung bukit atau pegunungan. Intensitas penyinaran tergantung pada faktor spesifik lokal, seperti faktor *aspect*, yaitu posisi lereng relatif terhadap arah sinar datang; lereng yang menghadap arah sinar datang memperoleh lebih banyak penyinaran, sedangkan lereng yang membelakangi atau menjauhi arah sinar datang memperoleh intensitas penyinaran lebih rendah.



Gambar 6. Penutupan Awan Rendah (terdeliniasi kiri), sebagai Indikasi Zona Orografis pada peta Satelit Pulau Sumbawa (kanan), periode kulminasi matahari: bulan Oktober

Dalam kontek pulau Sumbawa yang berada di belahan bumi selatan, maka keberadaan lereng yang melandai ke arah selatan memperoleh lebih banyak sinar bila matahari sedang berada di belahan selatan. Sebaliknya lereng yang arahnya melandai ke utara pada saat yang bersamaan memperoleh penyinaran lebih rendah. Demikian pula bagian punggung bukit atau gunung yang sudut kelengkungannya besar atau jari-jari kelengkungannya kecil memperoleh penyinaran dengan intensitas yang lebih rendah (Linacre *et al*., 1982). Secara klimatologis dari faktor *aspect* ini adalah, bahwa kawasan yang memperoleh intensitas penyinaran maksimum akan mengalami pemuaian; uap air di atmosfer tepat di kawasan intensitas maksimum akan memuai atau merenggang. Secara visual yang teramati adalah penipisan kerapatan awan. Sebaliknya di bagian punggung bukit atau gunung intensitas penyinaran rendah, sehingga uap air dipermukaannya lebih rapat. Kenapakan visualnya adalah akumulasi awan dengan intensitas atau kerapatan tinggi.

Berdasarkan uraian di atas, maka terindikasi 6 zona (Gambar 6) yang dapat dianggap sebagai zone orografis di pulau Sumbawa. Keenam zone tersebut secara konsisten menampakan keberadaan awan rendah selama 12 bulan dengan intensitas kerapatan awan >80%, sebagaimana teramati selama 17 tahun pengamatan oleh satelit Terra Modis. Posis koordinat geografis ke enam kawasan tersebut secara berturut turut adalah sebagai berikut: zona orografis-1 (09° 0'0.44" LS; 116°48'36.08" BT), zona orografis-2 (08°39'33.93" LS; 117° 2'1.14" BT), zona orografis-3 (08°14'33.83"LS; 117°47'25.58" BT), zona orografis-4 (08°25'49.86"LS; 118° 6'18.78" BT), zona orografis-5 (08°22'44.19"LS; 118°31'36.63" BT), dan zona orografis-6 (08°11'40.87" LS; 119° 3'46.44"BT).

KESIMPULAN

Zone orografis di pulau Sumbawa tersebar secara sporadis di enam zone yang memiliki ketinggian ≥ 1000 m dpl. Keenam zone orografis tersebut secara berturut turut adalah: zona orografis-1 (09° 0'0.44" LS; 116°48'36.08" BT), zona orografis-2 (08°39'33.93" LS; 117° 2'1.14" BT), zona orografis-3 (08°14'33.83"LS; 117°47'25.58" BT), zona orografis-4 (08°25'49.86"LS; 118° 6'18.78" BT), zona orografis-5 (08°22'44.19"LS; 118°31'36.63" BT), dan zona orografis-6 (08°11'40.87" LS; 119° 3'46.44"BT).

Wilayah berbukit dan atau pegunungan dengan keting-gian <1000 m dpl. tidak tampak berkemampuan menyangga awan rendah. Hal ini mengindikasikan, bahwa permukaan daratan (*litosfir*) dan lapisan *troposfir* pulau Sumbawa mengandung uap air yang nisbi rendah, sebagai konsekwensi dari rendahnya kepenutupan vegetasi alami.

Ucapan Terimakasih

Tim Peneliti skema Penelitian Internal Universitas Mataram, yang dibiaya dari Sumber Dana DIPA BLU (PNBP) Universitas Mataram tahun anggaran 2019 menyampaikan ucapan terimakasih kepada Rektor Universitas Mataram, atas pengalokasian dana Universitas Mataram, Kepala LPPM Universitas Mataram dan Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mataram atas koordinasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Andrew, J , Tatema, J, Scott . Goetz, and Simon, I and Haya, 2004. Terra-Aqua: New data for epidemiology and public health. Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf. Vol. 6(1), pp: 33–46.

Kandirmaz, H.M., and K. Kaba, 2014. Estimation of daily sunshine duration from Terra and Aqua MODIS data. Hindawi Publishing Corporation, Advances in Meteorology. Article ID 613267, 9 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2014/613267

Kiany , M.S.K., Masoodian, S. A, Balling, R. C.Jr. and Svoma, B.M., 2015. Spatial and temporal variations of snow cover in the Karoon River Basin, Iran, 2003–2015. Water 2017, 9, 965; doi:10.3390/w9120965. WWW.mdpi.com/journal/water.

Linacre, E & Hobbs, J., 1982, *The Australian climatic environment*, John Wiley & Sons, Brisbane, Australia

Mahrup, Yasin, I, Idris, MH., Siddik, M dan Ripaldi, A, 2012, *Penerapan "warige" pada*

bidang iklim di Nusa Tenggara Barat, Arga Puji Press, Mataram.

Mahrup & Idris, MH, 2018, *Sistem peramalan sifat hujan lokal di Nusa Tenggara Barat*, Arga Puji Press, Mataram (in Indonesian).

Michael J.B., Green, G, Martyn, Murray, and Gillian, C, 1999. *Priorities for biodiversity conservation in the tropics* by World Conservation Monitoring Centre (WCMC). Biodiversity Bulletin No. 1. 1999

Partridge, IJ & Ma'shum, M (eds), 2002, *Will it rain? The effect of the southern oscillation and El Niño in Indonesia*, Department of Primary Industry, Queensland, Australia.

Rainman International 2017, *Weather forecasting and climate condition in Indonesian regions*, viewed 30 December 2017, <http://www.dpi.qld.gov.au/climste & http://www.nrm.qld.gov.au/longpdk>.

Savtchenko, A., D. Ouzounov, S. Ahmad, J. Acker, G. Leptoukh, J. Koziana, D. Nickless, 2003. Terra and Aqua MODIS products available from NASA GES DAAC. Advances in Space Research 34 (2004) 710–714. www.elsevier.com/ locate/asr.

Taman Nasional Gunung Tambora 2019: https://foresteract.com › taman-nasional-gunung-tambora. Diunduh tanggal 12 Oktober 2019.

Implementasi Single Sign On pada Sistem Informasi Kepuasan Belajar Mengajar Program Studi Teknik Informatika Universitas Mataram

Implementation of Single Sign On (SSO) on Teaching and Learning Satisfaction Information System of Informatics Departemen of Mataram University

Fitri Bimantoro*, Ario Yudo Husodo, Ida bagus Ketut Widiartha, I Gede Pasek Suta Wijaya

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, UNRAM, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
**Email: bimo@unram.ac.id*

ABSTRAK

Program Studi Teknik Informatika (PSTI) merupakan satu-satunya program studi yang dimiliki Universitas Mataram (Unram) dengan bidang teknologi informasi. Salah satu keunggulan Program Studi Teknik Informatika (PSTI) Unram adalah dapat memenuhi kebutuhan teknologi informasi yang diperlukannya, salah satunya adalah Sistem Informasi Kepuasan Belajar Mengajar (SIKBM) sebagai salah satu tolak ukur kualitas pengajaran PSTI Unram. SIKBM ditujukan untuk mengevaluasi kegiatan belajar mengajar untuk setiap mata kuliah pada semester sebelumnya. Salah satu permasalahan yang timbul ketika menjalankan SIKBM adalah manajemen pengguna. Manajemen pengguna dilakukan secara terpisah dengan daftar pengguna yang dikelola oleh Unram. Unram telah menerapkan Single Sign On (SSO) pada aplikasi yang dikembangkan langsung oleh pusat pengembangannya (PUSTIK). Dengan menerapkan SSO, proses manajemen pengguna yang dimiliki Unram menjadi terintegrasi untuk setiap aplikasinya. Penggunaan SSO memungkinkan pengguna cukup menggunakan satu data untuk semua aplikasi. Namun untuk aplikasi yang dikembangkan diluar PUSTIK, SSO belum diterapkan secara langsung. sehingga pengguna harus mengingat data pengguna untuk aplikasi lainnya. Implementasi SSO pada aplikasi yang dibuat selain oleh PUSTIK (SIKBM) perlu dilakukan. Keuntungan dari implementasi ini memudahkan pengguna dan pihak manajemen dalam mengelola data pengguna. PSTI tidak perlu lagi melakukan penambahan data secara manual setiap tahunnya untuk SIKBM, dan juga pengguna akan lebih mudah untuk mengelola datanya untuk dapat mengakses SIKBM menggunakan data yang sama dengan aplikasi lainnya

Kata kunci : Single Sign On, SSO, Kepuasan belajar mengajar, Sistem Informasi

ABSTRACT

Informatics Department (PSTI) of Mataram University (Unram) is the only Unram's Department on information technology fields. One of the advantages of PSTI Unram is It can develop information technology to meet its own needs, one of which is an information system on teaching and learning satisfaction (SIKBM). The purpose of SIKBM is to evaluate the teaching process from all courses in the last semester. One of the problems, when SIKBM implemented, is to manage the users. Unram, has PUSTIK to develop their needs of information technology. Unram has implemented a Single Sign On (SSO) as a login system to all of their application. So by default, all the application has an integrated user management. But, it is not work for any other application that is not develop by

PUSTIK, one of them is SIKBM. So, we need to implement SSO on SIKBM. By using SSO on SIKBM, PSTI don't need to add all of the user manually, and all of the user can access SIKBM using the same user and password as the other applications of Unram.

Keywords: Single Sign On, SSO, teaching and learning satisfaction, information system

PENDAHULUAN

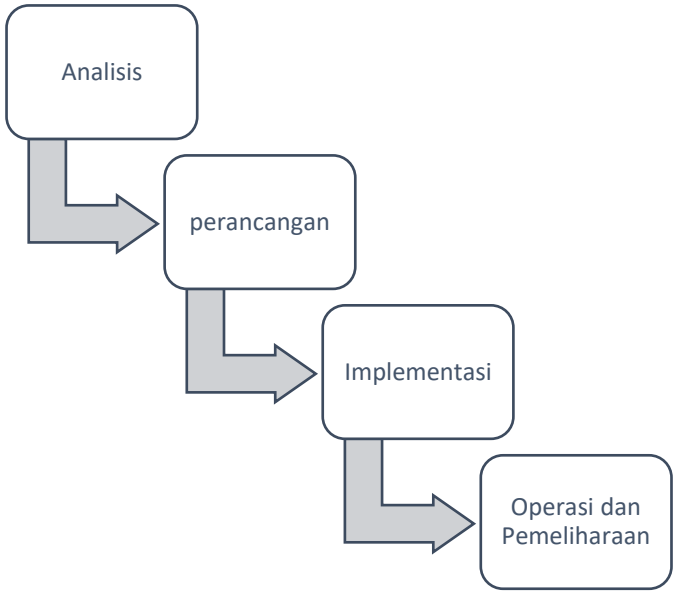
Universitas Mataram (Unram) sebagai sebuah institusi, tidak lepas dari teknologi menjalankan kegiatannya. Tidak sedikit teknologi informasi yang telah dikembangkan oleh unram melalui Pusat Komputer, Teknologi Infomasi dan Komunikasi (PUSTIK). Seluruh sistem informasi yang telah dibangun dan digunakan oleh Unram menggunakan konsep *Single Sign On* (SSO) sebagai verifikasi dalam proses masuk kedalam sistem. SSO memungkinkan PUSTIK untuk mempermudah dalam memanajemen pengguna, karena pengguna cukup memiliki satu akun yang dapat digunakan pada banyak sistem yang telah terdaftar. Namun sayangnya, implementasi SSO ini hanya digunakan pada sistem yang dibangun dan dikembangkan oleh PUSTIK.

Selain PUSTIK, Unram memiliki Program Studi Teknik Infomatika (PSTI) yang juga tidak pernah melepaskan unsur teknologi informasi dalam kesehariannya, tercatat terdapat 23 sistem informasi yang dikelola mandiri oleh PSTI. Salah satu yang digunakan oleh PSTI untuk menjaga kualitas ataupun mutu adalah Sistem Informasi Kepuasan Belajar Mengajar (SIKBM) yang secara berkelanjutan diakses oleh mahasiswa tiap akhir semester untuk memberikan penilaian terhadap kualitas pengajaran PSTI melalui kuesioner online (Bimantoro et al., 2019; Rahmiati et al., 2019). Sayangnya untuk sistem yang tidak dikembangkan melalui PUSTIK tidak langsung terintegrasi melalui SSO. Untuk itu pada penelitian ini, dilakukan implementasi SSO Unram pada SIKBM yang dibangun oleh PSTI.

SSO merupakan sebuah mekanisme yang memungkinkan pengguna mendapatkan ijin ataupun akses kebeberapa sistem yang berkaitan. SSO dapat memberikan akses kepada pengguna untuk beberapa sistem tanpa harus melakukan autentifikasi berkali-kali untuk masing-masing sistem (Radha & Reddy, 2012). Penggunaan SSO bukan merupakan hal yang baru, juga di Indonesia penggunaan SSO merupakan sesuatu hal yang lumrah. Penggunaan SSO dapat ditemukan pada bidang pendidikan (Aini eta al., 2019; Guntoro & Fikri, 2018; Handayani et al., 2018; Ramadhan et al., 2013; Udayana & Jasa, 2016), ataupun pada bidang lainnya misalkan e-commerce (Aminudin, 2014). Dalam penerapannya, ada beberapa framework yang biasa digunakan untuk SSO yakni berbasis *lightweight directory access protocol* (LDAP) (Pratiwi et al., 2015), *central authentication service* (CAS) (Ramadhan et al., 2013), ataupun SSO yang memanfaatkan Google (Aini et al., 2019). Pastinya dengan memanfaatkan SSO pada seluruh sistem yang berjalan di Unram, akan mengoptimalkan penggunaan Sistem yang dapat meningkatkan efektifitas dan efesiensi pelayanan di lingkungan PSTI secara khusus ataupun Unram seutuhnya.

METODOLOGI PENELITIAN

Pada pengembangan perangkat lunaknya, penelitian ini menggunakan model pengembangan perangkat lunak Water fall seperti yang tergambar pada Gambar 1.



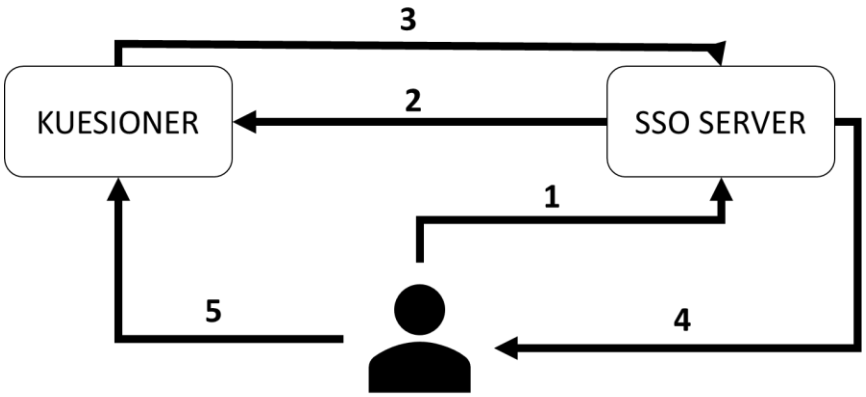
Gambar 1. Model pengembangan perangkat lunak

Sebelum dilakukan tahap analisis, peneliti melakukan studi literatur terkait SSO juga melakukan penggalian informasi terkait kondisi saat ini yang ada di Unram. Pada tahapan selanjutnya, melakukan analisis pada proses otorisasi SSO, dan juga penggunaan web service. Analisis dilakukan dengan mengolah data yang terkumpul untuk menentukan teknologi atapun metode yang paling sesuai yang dapat dikembangkan untuk implementasi di PSTI Unram. Selanjutnya proses perancangan sistem dilakukan sesuai data anilisis yang telah dilakukan, berdasarkan proses ini akan dibuat rancangan kerja SSO yang sesuai. Tahap implementasi dilakukan dengan menerapkan konsep SSO pada SIKBM sesuai dengan SSO yang telah dimiliki oleh Unram.

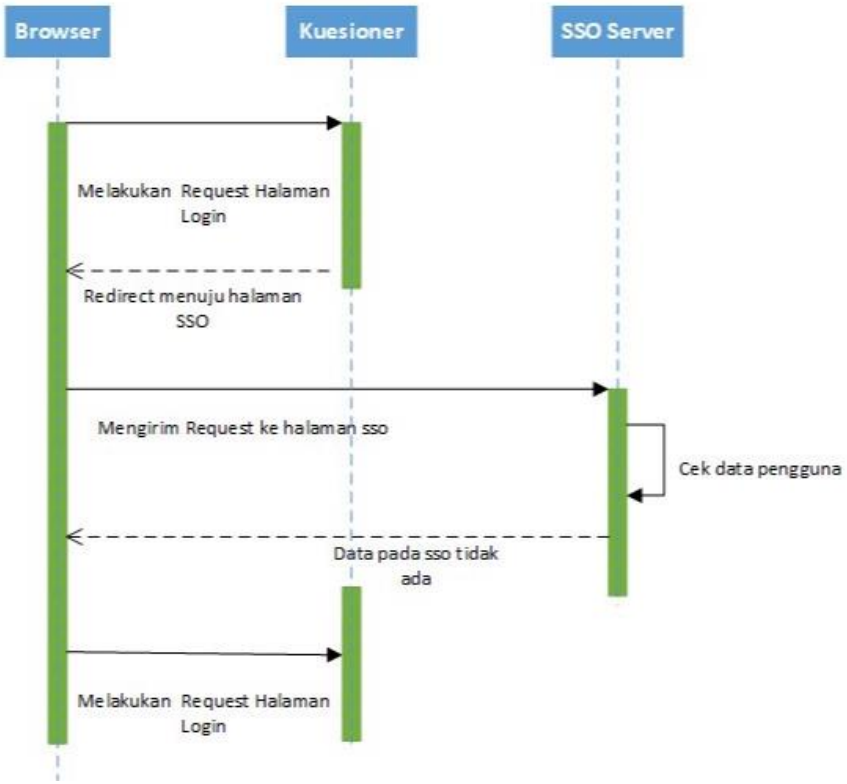
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data analisis kebutuhan, maka didapat perancangan yang dituangkan dalam diagram proses login menggunakan SSO serta diagram aktifitas yang digambarkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Gambar 2, menjelaskan proses login pada SIKBM menggunakan SSO. Berikut merupakan penjelasan proses login dengan SSO :

1. User melakukan request kepada server SSO untuk login ke dalam system.
2. Server SSO mengirimkan request pada system kuisioner untuk melakukan autentikasi apakah data user yang dimasukkan terdapat pada system kuisioner atau tidak.
3. Hasil request system dari SSO akan di reply kepada SSO berupa redirect alamat kuisioner,
4. Data alamat redirect diteruskan ke pengguna
5. Jika data yang dimasukkan cocok dengan data pada kuisioner maka akan di redirect ke website kuisioner jika tidak maka akan di redirect ke halaman SSO.



Gambar 2. proses login pada SIKBM menggunakan SSO



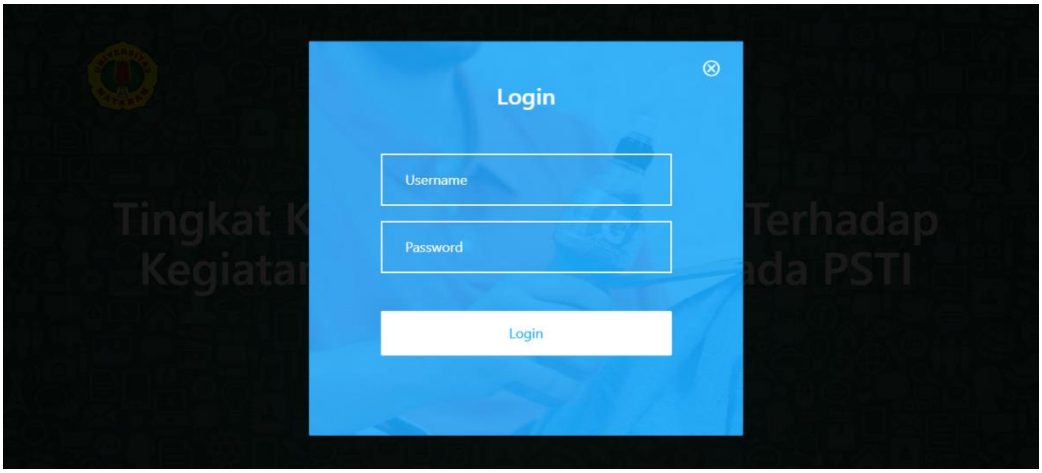
Gambar 3. Diagram Aktifitas login menggunakan SSO

Pengguna yang melakukan login akan menggunakan browser untuk mengakses laman login. Aktifitas pertama yang dilakukan adalah browser akan melakukan request pada SIKBM, dimana selanjutnya SIKBM akan memerintah browser untuk mengalihkan laman login menuju laman laman SSO. Ketika pengguna telah melakukan login dengan SSO, browser akan mengirimkan request pada laman SSO, dimana pada SSO server, data pengguna akan dicek autentikasinya. Apabila data pengguna tidak ditemukan, maka browser akan mengarahkan kembali pada laman login menggunakan SSO, sebaliknya apabila data ditemukan, pengguna akan diteruskan pada laman SIKBM (Gambar 3).

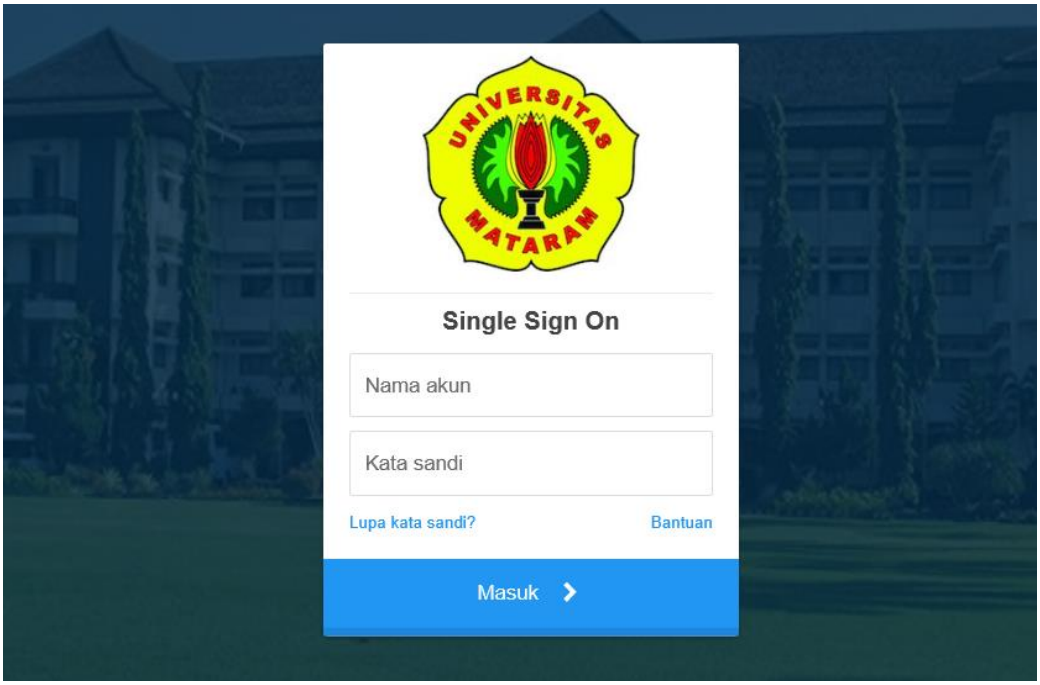
Ketika belum menggunakan SSO, pengelola SIKBM harus menginput data pengguna yang akan diupdate tiap tahunnya, selain itu pengelola harus melakukan perubahan kata sandi pengguna secara manual apabila dikemudian hari terdapat masalah dengan kata sandi

pengguna. Disisi lain, pengguna harus mengingat akun yang berbeda dari akun yang digunakan untuk mengkakses sistem yang dikembangkan oleh PUSTIK. Gambar 4 merupakan tampilan laman login sebelum menggunakan SSO, sedangkan gambar 5 merupakan tampilan laman login menggunakan SSO yang telah disediakan oleh PUSTIK.

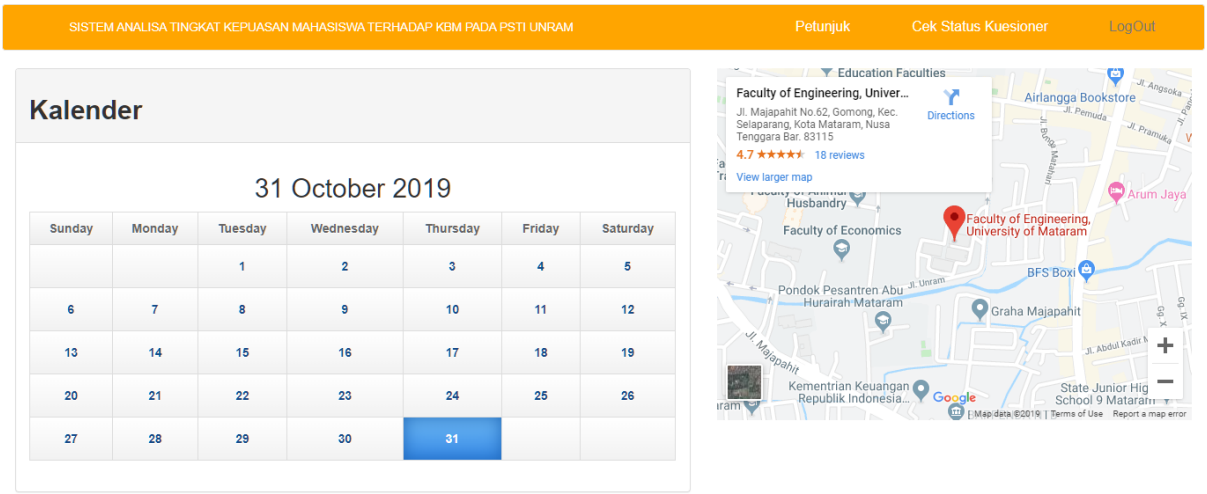
Ketika menggunakan SSO pengelola tidak perlu melakukan input data ataupun update data setiap tahunnya, karena data pengguna langsung dikelola oleh PUSTIK, dan juga pengguna tidak perlu menyimpan akun baru, karena dengan akun yang sama dengan yang digunakan oleh sistem yang dikembangkan oleh PUSTIK, pengguna dapat mengakses SIKBM. Gambar 6 merupakan respon ketika proses login berhasil, dimana pengguna akan diarahkan menuju laman beranda SIKBM.



Gambar 4. Laman Login Sebelum Menggunakan SSO



Gambar 5. Laman Login dengan SSO



Gambar 6. Tampilan Utama SIKBM

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa dengan memanfaatkan SSO, dari sisi pengelola proses pengelolaan data pengguna SIKBM menjadi lebih mudah dan terpusat. Sedangkan dari sisi pengguna, pemanfaatan SSO memudahkan pengguna untuk hanya cukup menggunakan satu akun dalam memanfaatkan sistem yang ada di Unram. Saran kedepannya, perlu dilakukan implementasi pada sistem yang dibangun dengan framework yang berbeda.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Mataram (LPPM Unram) atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Dosen Pemula tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Aini, Q., Rahardja, U., Naufal, R. S. 2019. Penerapan Single Sign On dengan Google pada Website berbasis YII Framework. *Jurnal Ilmiah SISFOTENIKA*, *8*(1).

Aminudin. 2014. Implementasi Single Sign On (SSO) untuk Mendukung Interaktivitas Aplikasi E-Commerce Menggunakan Protocol Oauth. *JURNAL GAMMA* (Vol. 10).

Bimantoro, F., Widiartha, I. B. K., Wijaya, I. G. P. S., & Husodo, A. Y. 2019. Integrasi Sistem Informasi Kepuasan Belajar Mengajar Program Studi Teknik Informatika Dengan Sistem Informasi Akademik Unram Menggunakan Web Service. *JTIKA*, *1*(1).

Guntoro, G., & Fikri, M. 2018. Perancangan Aplikasi Single Sign-On Menggunakan Autentikasi Gambar. *Digital Zone: Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, *9*(1), 12–21. https://doi.org/10.31849/dz.v9i1.648

Indri Handayani, Erick Febriyanto, & Fina Andhara Khumaida. 2018. SSO (Single Sign On) Pada Sistem PESSTA+ berbasis Yii Framework di Perguruan Tinggi | Handayani | SATIN - Sains dan Teknologi Informasi. *SATIN - Sains Dan Teknologi Informasi*, *4*(2).

Pratiwi, I., Kunang, Y. N., & Muzakir, A. 2015. Pengembangan Sistem Otentikasi SSO dengan SAML Berbasis LDAP. *Student Colloquium Sistem Informasi & Teknik Informatika (SC-SITI)*. Palembang.

Radha, V., & Reddy, D. H. 2012. A Survey on Single Sign-On Techniques. *Procedia*

Technology, *4*, 134–139. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.05.019

Rahmiati, Z., Wijaya, I. G. P. S., & Irmawati, B. 2019. Sistem Analisa Tingkat Kepuasan Mahasiswa Terhadap Kegiatan Belajar Mengajar Pada PSTI Unram Dengan Menggunakan Metode Service Quality. *JTIKA*, *1*(1).

Ramadhan, G., Novaria Kunang, Y., & Suryayusra. 2013. Analisis Teknologi Single Sign On (Sso) Dengan Penerapan Central Authentication Service (Cas) Pada Universitas Bina Darma. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Ilmu Komputer*.

Udayana, I. P. A. E. D., & Jasa, L. 2016. Implementasi Dan Analisis Single Sign On Pada Sistem Informasi Universitas Udayana. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Multimedia 2016*. Yogyakarta.

DAMPAK GEMPA TERHADAP MOTIVASI DAN KINERJA USAHATANI JAGUNG DI LAHAN KERING LOMBOK UTARA

EARTHQUAKE IMPACT ON MOTIVATION AND PERFORMANCE OF CORN FARMING IN NORTH LOMBOK DRY LAND

I Wayan Suadnya*, Agus Purbathin Hadi, Dian Lestari Miharja
Program Studi Agribisnis Fakultas Pertanian Universitas Mataram
*e-mail: wy.suadnya@gmail.com

ABSTRAK

Motivasi petani lahan kering untuk menanam jagung sangat tinggi sebelum gempa Lombok. Hal ini terbukti dari jumlah petani jagung yang membudidayakan jagung terus meningkat dan produksi serta pendapatan merekapun meningkat. Namun kejadian gempa pada bulan Agustus 2018 telah menyebabkan kerusakan yang masip sehingga banyak petani yang menjadi korban. Berdasarkan kenyataan tersebut petani sebenarnya masih mengalami trauma dan kerugian akibat kerusakan rumah dan fasilitas lainnya bahkan nyawa sanak dan keluarga. Pertanyaannya sekarang, apakah petani sudah termotivasi kembali untuk berusaha tani jagung seperti sebelum terjadi gempa? Seperti apa kinerja usahatani jagung dilahan kering Lombok Utara pasca gempa.Penelitian ini dilaksanakan di kecamatan Kayangan Lombok Utara dengan metode deskriptif. Responden penelitian ini sebanyak 30 orang dipilih secara acak sederhana. Data dan informasi dikumpulkan melalui wawancara dengan berpedoman kuisioner. Data motivasi dianalisis secara kualitatif dan data kinerja dianalisis secara kuantitatif menggunakan analisis pendapatan usahatani.Hasil penelitian menunjukkan bahwa motivasi petani berusahatani jagung tetap tinggi pasca gempa bumi. Hal ini disebabkan oleh karena bertanam jagung merupakan pekerjaan pokok dan merupakan alternatif pilihan terbaik saat ini dilahan kering Kayangan. Usahatani jagung merupakan sumber penghasilan utama dan menyediakan lapangan pekerjaan bagi banyak orang. Performance usahatani jagung pasca gempa dalam penggunaan input meningkat tetapi tidak significan, produksi, pendapatan dan luas lahan yang diusahakan meningkat dibandingkan dengan sebelum terjadi gempa. Perbedaan produksi disebabkan oleh peningkatan penggunaan input, luas lahan dan kondisi curah hujan pada musim tanam yang bersangkutan.

Kata kunci: motivasi, kinerja, usahatani, gempa Lombok

ABSTRACT

The motivation of dryland farmers to planting corn was very high before the Lombok earthquake. In fact, both the number of corn farmers, their production and their income in this work is increase. However, the earthquake in August 2018 has caused devastating damage where many farmers have become victims. Based on this fact, farmers are actually still experiencing trauma and losses due to damage to homes and other facilities, even the lives of relatives and families. The

question now is whether farmers have been motivated to return to corn business as before the earthquake? What is the performance of corn farming on dry land in North Lombok after the earthquake.This research was conducted in Kayangan sub-district of North Lombok with descriptive methods. The respondents of this study were 30 people chosen by simple random sampling. Data and information collected through interviews guided by questionnaires. Motivational data analyzed qualitatively and performance data analyzed quantitatively using farm income analysis.The results showed that the motivation of farmers to cultivate corn remained high. This is because corn planting is the main occupation and is the best alternative choice at present in drylan. Corn farming is the main source of income and provides employment for many people. The performance of post-earthquake corn farming increasing but not significant as before the earthquake in terms of inputs used, size of farm cultivated, yield and income. The diference in production of corn most likey influenced by land size, input production, climate condition at the production time.

Keywords: motivation, farming performance, Lombok, earthquake

PENDAHULUAN

Serangkaian gempa berkekuatan besar mencapai 7 skala richter telah mengguncang Lombok Nusa Tenggara Barat pada bulan Agustus 2018. Korban meninggal dunia mencapai 564 orang dan 1.584 korban luka-luka yang tersebar di beberapa tempat. Daerah dengan korban meninggal serta luka-luka terbanyak berada di Kabupaten Lombok Utara dengan jumlah 829 orang (Irsyam, et.al, 2018). Selain korban luka dan meninggal gempa juga mengakibatkan 78 ribu rumah rusak, baik yang rusak berat maupun rusak ringan. Lombok Utara merupakan daerah yang paling parah mengalami kerusakan. Hampir 90 persen bangunan dilombok Utara mengalami kerusakan. Kerusakan yang paling parah dialami oleh para petani yang konstruksi dan struktur bangunan rumahnya kurang memenuhi syarat-syarat konstruksi rumah tahan gempa. Dari hasil pengamatan dan wawancara pendahuluan dengan petani jagung lahan kering di Kabupaten Lombok Utara lebih dari 90% rumah petani rusak dan sebagian terbesar mengalami rusak berat. Petani mengalami kondisi trauma dan dihadapkan dengan berbagai permasalahan seperti perbaikan rumah, rasa sedih, takut dan trauma. Disisi lain mereka harus bekerja dan bangkit agar bisa bertahan hidup dari kondisi alam yang kering.

Sebelum gempa terjadi pada bulan Agustus 2018, petani jagung di Kabupaten Lombok Utara khususnya di Kecamatan Kayangan dan Bayan sudah mendapatkan pembinaan dari Universitas Mataram. Sebanyak. Lebih dari 300 petani jagung sudah dibina untuk menjalin kemitraan dengan PT Bank NTB, PT Sygenta dan penjual pupuk bersubsidi serta pemerintah daerah Kabupaten Lombok Utara dalam hal ini Dinas Pertanian. Melalui kegiatan ini petani telah menerapkan budidaya tanam jagung dengan teknik baris ganda

dengan pemupukan berimbang yang didukung dengan permodalan yang disediakan oleh PT Bank NTB melalui skema Kredit Usaha Rakyat (KUR) dan penggunaan benih hibrida tahan kekeringan. Berdasarkan hasil monitoring yang dilakukan oleh ARISA, produksi jagung dilahan kering di Kecamatan Kayangan dan Bayan mencapai 6 ton/ha (Jaya, et al. 2019)

Namun dalam rangka persiapan musim tanam (MH 1) tahun 2018 terjadi gempa bumi yang memporak porandakan Lombok Utara. Memperhatikan kondisi ini dan kondisi petani jagung lahan kering sebelum gempa, dimana mereka juga sangat tergantung pada iklim dan pinjaman modal baik dari bank maupun pihak pelepas uang lainnya yang juga terdampak gempa, maka perlu dilakukan penelitian mengenai dampak gempa terhadap motivasi dan kinerja usahatani jagung di Kabupaten Lombok Utara untuk menjawab pertanyaan, apakah petani masih mempunyai motivasi untuk berusaha tani dan kalau masih, seperti apa performen atau kinerja usahatani mereka pasca gempa? Paper ini menyajikan motivasi petani dan kinerja usahatani petani jagung lahan kering kabupaten Lombok Utara pasca gempa bumi Bulan Agustus 2018.

METODOLOGI

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Utara. Lokasi ini dipilih karena program kemitraan antara petani dengan beberapa stakeholder seperti dengan Bank NTB (penyedia modal), PT Sygenta (penyedia benih dan obat-obatan), UD Barokah (Penyedia pupuk dan pembeli hasil) telah dilaksanakan sebelum gempa terjadi. Melalui program ini petani jagung mengaplikasikan rekomendasi dengan baik dan performen usahataninya baik, dengan tingkat pendapatan yang tinggi. Setelah gempa terjadi wilayah ini juga mengalami kerusakan yang cukup parah dan banyak rumah petani yang hancur serta keluarga yang meninggal dan luka-luka. Oleh karena itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi motivasi dan kinerja petani di wilayah ini setelah gempa terjadi.

Penelitian ini menggunaan metode deskriptif, yaitu suatu metode penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan dan menjelaskan motivasi dan kinerja usahatani jagung lahan kering pasca gempa. Responden dalam penelitian ini terdiri atas petani peserta kemitraan yang terlibat dalam projek ARISA. Jumlah responden petani ditentukan secara quota sampling sebanyak 40 orang yang kemudian dipilih dengan teknik *simple random sampling*. Data motivasi dianalisis secara kualitatif dan data kinerja usahatani dianalisis secara kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Petani Pasca Gempa

Dari hasil penelitian ditemukan bahwa hampir semua petani responden mengalami trauma berat setelah gempa terjadi. Hal ini disebabkan oleh kerusakan berat yang terjadi pada tempat tinggal mereka, rumah petani hancur dan rata dengan tanah. Banyak diantara petani mengalami luka-luka dan ada keluarga yang meninggal akibat tertimpa reruntuhan bangunan. Dari hasil wawancara dapat diketahui bahwa petani sesungguhnya masih merasakan kelelahan fisik dan juga psikologis saat mereka harus mempersiapkan usahatani jagung. Salah seorang petani responden bahkan menyatakan "*rasanya mau mati saja kalau melihat rumah yang baru dibangun hancur berantakan dan orang tua menjadi korban*". Tetapi kenyataan hidup harus mereka hadapi. Pada awal Bulan September 2018 mereka harus mulai mempersiapkan usahatani jagung yang merupakan tanaman pilihan handalan untuk melangsungkan hidup dilahan kering. Menurut Jaya (2019) jagung merupakan tanaman yang menjadi pilihan prioritas petani dilahan kering.

Menghadapi kenyataan tersebut di atas, para petani pada Bulan Oktober 2018, harus mempersiapkan lahan dan segala kebutuhan usahatani untuk melakukan penanaman musim hujan yang diperkirakan akan mulai Bulan Oktober sampai November 2018. Petani tidak punya pilihan lain, mereka harus mempersiapkan diri dan menghadapi semua masalah yang ada. Salah seorang responden menyatakan kesiapan mereka *"mau tak mau kami harus bangkit dan bekerja, kalau tidak, musim akan lewat, kita makan apa".* Dari hasil wawancara tersebut diperoleh gambaran bahwa petani harus bertahan hidup dan berjuang dalam kondisi darurat yang mereka alami.

Motivasi Petani Berusahatani Jagung Pasca Gempa Bulan Agustus 2018

Dari hasil penelitian diketahui bahwa petani masih memiliki motivasi yang tinggi untuk melakukan usahatani jagung yang telah mereka geluti berpuluh-puluh tahun lamanya. Hal ini diungkapkan oleh semua (40) responden, dimana mereka menyatakan mereka tetap harus bersemangat menanam jagung untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka satu tahun kedepan. Menurut Maslow (1943) bahwa manusia akan termotivasi untuk memenuhi kebutuhan fisiologisnya terutama yang menyangkut kebutuhan akan pangan. Petani responden (100%) mengaku tetap termotivasi menanam jagung pada kondisi sulit yang mereka hadapi karena berusahatani jagung merupakan salah satu mata pencaharian utama yang bisa dilakukan dilahan kering. Petani menggantungkan harapannya untuk memperoleh

penghasilan dari usahatani jagung. Usahatani jagung selama ini bisa dihandalkan untuk menghasilkan pendapatan yang tinggi (bisa mencapai 10-12 juta perhektar) dibandingkan dengan komoditas pertanian lainnya seperti kacang tanah dan kacang hijau. Berusahatani jagung menurut petani di Kabupaten Lombok Utara adalah mata pencaharian utama dan petani menggantungkan harapannya untuk memperoleh penghasilan dari kegiatan usahatani tersebut. Oleh karena itu, wajar walaupun dalam kondisi darurat petani tetap termotivasi untuk melakukan kegiatan usahatani jagung.

Alasan lain yang menyebabkan motivasi petani tetap tinggi untuk mengusahakan tanaman jagung adalah pengalaman petani dalam melakukan usahatani jagung. Petani sudah berpengalaman baik dalam hal budidaya tanaman, penyediaan input produksi maupun pemasaran hasil. Menurut petani dalam hal budidaya tanaman jagung petani mengaku telah terbiasa dan mendapat pembinaan dan pendampingan dari Universitas Mataram. Dengan pembinaan dan pendampingan maka mereka tidak khawatir untuk mengalami kegagalan sehingga mereka bersemangat untuk menanam jagung. Lebih jauh petani menyatakan bahwa dalam pengadaan input produksi petani juga tidak mengalami kesulitan yang berarti, karena sudah dibina untuk bermitra dengan pihak swasta dan bahkan berbagai perusahaan swasta datang sendiri kepada petani untuk menawarkan produk mereka. Permodalan yang biasanya menjadi kendala petani dalam berusahatani jagung telah diupayakan untuk diatasi dan difasilitasi oleh Universitas Mataram melalui Projek ARISA agar petani bisa memperoleh modal dengan bunga rendah dengan memanfaatkan Kredit Usaha Rakyat (KUR) yang disediakan oleh PT Bank NTB (Jaya, et al, 2019). Petani mengklaim bahwa mereka telah menjadi mitra atau nasabah Bank NTB sejak difasilitasi oleh pihak UNRAM. Dengan demikian berbagai kemudahan untuk melakukan kegiatan usahatani telah diperoleh dan dirasakan oleh petani jagung di Kabupaten Lombok Utara. Kemudahan yang diperoleh oleh petani menjadi motivasi tersendiri bagi petani dalam menjalankan usahanya.

Dengan menerapkan teknologi yang dianjurkan oleh Universitas Mataram dan tersedianya sarana produksi, petani menyatakan sangat termotivasi untuk menanam jagung. Alasan lain yang juga dikemukakan, mengapa mereka tetap termotivasi menanam jagung adalah harga jual jagung yang cukup tinggi dan tidak sulit untuk menjualnya. Pedagang pengupul datang berkeliling ke desa ketika musim panen tiba. Petani bisa mendapatkan harga yang menguntungkan sehingga pendapatan petani dari usahatani jagung bisa lebih tinggi.

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa petani masih tetap termotivasi untuk berusahatani jagung pasca gempa dengan berbagai alasan yang dikemukakan di atas.

Kinerja Usahatani Jagung Pasca Gempa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinerja usaha tani jagung di lahan kering Kabupaten Lombok Utara pasca gempa Bulan Agustus 2018 relatif sama dengan sebelum gempa. Hal ini dapat dilihat dari beberapa indikator yang dijadikan ukuran untuk menilai kinerja usahatani seperti luas lahan yang diusahakan untuk usaha tani jagung sebelum dan sesudah gempa ditemukan relatif sama, yaitu rata rata mencapai 1,98 hektar sebelum gempa (2018) dan 1,96 hektar setelah gempa (2019). Terjadi peningkatan luas lahan yang diusahakan seluas 2 are. Peningkatan ini tidak signifikan. Namun sudah cukup mendukung pernyataan bahwa motivasi petani untuk melakukan usahatani tetap tinggi setelah gempa terjadi.

Biaya penggunaan input produksi seperti biaya benih, pupuk, pestisida dan herbisida sedikit ada peningkatan demikian pula dengan ongkos tenaga kerja. Produksi jagung dan penerimaan petani relatif sama namun pendapatan petani mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh petani mengeluarkan biaya lebih banyak untuk membeli input produksi dan ongkos tenaga kerja sementara peneriman mengalami peningkatan sedikit yaitu sekitar 3 persen. Berikut adalah rincian pengeluaran atau biaya usahatani jagung di Kabupaten Lombok Utara sebelum dan sesudah gempa Bulan Agustus tahun 2018.

Tabel 1. Biaya Perhektar Usahatani Jagung Di Lahan Kering Kabupaten Lombok Utara

No	Jenis Biaya	Sesudah gempa (2019)	Sebelum Gempa (2018)	Perubahan		keterangan
				Jlh	%	
1	Benih	1.275.472	1.066.989	208.483	19	meningkat
2	Pupuk Kimia	2.039.856	1.472.760	567.096	39	meningkat
3	Pupuk Organik	50.906	29.013	21.893	76	meningkat
4	Pestisida	441.598	384.816	56.782	15	meningkat
5	Tenaga kerja	3.700.652	3.636.315	64.337	02	meningkat
6	Biaya lain lain	6.145.904	6.730.417	-584.513	-0,9	menurun
	Total Biaya	8.330.965	7.289.985	1.040.980	14	meningkat

Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa kinerja usahatani dalam hal penggunaan biaya produksi pertanian nampak sedikit mengalami peningkatan yaitu sebesar 14 persen. Peningkatan ini terjadi karena petani berusaha untuk menerapkan teknologi yang dianjurkan oleh Tim Universitas Mataram dengan cara meningkatkan penggunaan benih, pupuk, pestisida dan herbisida. Dengan menerapkan teknologi yang dianjurkan maka petani berharap

produksinya dapat meningkat dan tidak terjadi kegagalan. Menurut petani upaya ini dilakukan sesuai dengan anjuran dan rekomendasi dari pendamping Universitas Mataram. Hasil wawancara dan pengamatan lapangan yang dilakukan oleh tim peneliti menemukan bahwa selama ini (sebelum gempa terjadi) petani jagung lahan kering di Kabupaten Lombok Utara masih menggunakan input produksi dibawah anjuran atau rekomendasi..

Setelah terjadi gempa, terjadi peningkatan biaya untuk pembelian benih sebesar 19 persen dengan nominal Rp 208.483 perhektar. Peningkatan ini disebabkan oleh petani memilih benih yang lebih berkualitas dengan harga yang lebih mahal. Diantaranya adalah petani sebelumnya menggunakan benih jagung hibrida NK 212 pada musim tanam 2018/2019 petani menggunakan benih NK 7328 sumo yang harganya lebih mahal. Menurut penjelasan petani benih ini lebih baik dari NK 212. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan dari petugas lapangan PT Sygenta yang merupakan produsen benih NK. Petugas lapangan menyatakan bahwa benih NK 7328 lebih baik hasilnya dan lebih tahan rebah, tahan hama dan penyakit. Petani (85%) mengklaim bahwa dengan menggunakan benih yang kualitasnya lebih tinggi mereka berharap bisa menghasilkan dengan lebih baik dan terhindar dari kegagalan. Hal ini juga ditujukan agar mereka mampu mengatasi keadaan darurat akibat gempa. Biaya kebutuhan benih ini berkontribusi terhadap naiknya biaya usahatani.

Dari tabel 1 juga diketahui bahwa biaya pembelian pupuk kimia mengalami peningkatan sebesar 39 persen. Hal ini disebabkan oleh kesadaran petani yang sudah meningkat dalam penggunaan pupuk sesuai dengan anjuran dan adanya keinginan untuk meningkatkan produksi melalui penambahan jumlah pupuk yang diberikan kepada tanaman. Sebelum gempa, petani belum optimal dalam penggunaan pupuknya. Salah seorang petani menyatakan bahwa *"saya menggunakan pupuk lebih banyak agar produksi meningkat seperti yang disampaikan bapak-bapak dari Unram".* Memang dalam rekomendasi yang diberikan kepada petani jagung di Lombok Utara dosis pemupukan tanaman jagung perhektar adalah 300 kg urea dan 250 kg pospat. Walaupun sesungguhnya petani masih menggunakan pupuk dibawah dosis anjuran yaitu kurang dari 500 kg perhektar yang terdiri atas pupuk urea dan pupuk pospat.

Dari tabel 1 juga nampak bahwa ada beberapa petani yang sudah mulai menggunakan pupuk organik walaupun jumlahnya masih sedikit. Hal ini menyebabkan terjadinya peningkatan biaya produksi walaupun jumlahnya masih sedikit. Kondisi ini menunjukkan bahwa petani memang berusaha untuk meningkatkan produktifitas tanamannya perhektar pada kondisi darurat gempa yang mereka alami.

Biaya penggunaan pestisida juga nampak meningkat, dengan peningkatan mencapai 15 persen. Hal ini dilakukan petani dalam rangka untuk mengurangi resiko kegagalan. Petani sangat khawatir akan resiko kegagalan yang disebabkan oleh hama dan penyakit tanaman, sehingga petani melakukan langkah antisipasi dengan menggunakan pestisida lebih banyak.

Berdasarkan hasil penelitian ongkos tenaga kerja yang dikeluarkan oleh petani relatif tetap. Hal ini terjadi karena petani lebih mengintensipkan penggunaan tenaga kerja dalam keluarga, karena upah tenaga kerja luar keluarga meningkat. Peningkatan upah tenaga kerja ini terjadi karena kelangkaan tenaga kerja pada musim tanam. Banyak tenaga kerja yang biasanya bekerja pada musim tanam sebelumnya, pada musim tanam ini tidak bekerja karena sibuk untuk memperbaiki rumah yang rusak akibat gempa.

Dari segi penerimaan usahatani jagung hanya mengalami peningkatan sebesar RP 456.470 atau sebesar 3 persen. Hal ini disebabkan oleh rendahnya peningkatan jumlah produksi perhektar yang hanya mencapai sebesar 2 persen atau sebesar 51,54 kg perhektar. Kurangnya tingkat produktifitas petani disebabkan adanya kekurangan air pada masa pertumbuhan tanaman akibat tidak turunnya hujan. Ini adalah permasalahan utama di daerah lahan kering seperti Kabupaten Lombok Utara.

Kalau kita perhatikan kinerja usahatani jagung di lahan kering Lombok Utara, maka tampak bahwa peningkatan produksi dan penerimaan petani tidak sebanding dengan peningkatan pengeluaran yang dilakukan petani. Hal ini berakibat pada menurunnya jumlah pendapatan petani jagung pasca gempa. Pendapatan petani jagung pasca gempa sebesar Rp 6.145.904 menurun dari Rp 6.730.416 sebelum gempa. Turun sebesar Rp 584.513 (8 persen).

Penurunan pendapatan petani ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah pengeluaran untuk membeli input produksi seperti benih, pupuk, pestisida dan ongkos tenaga kerja, sedangkat produksi yang diharapkan meningkat tidak terjadi. Produksi jagung petani perhektar sebelum dan sesudah gempa relatif sama.

Hasil wawancara dengan petani menunjukkan tidak meningkatnya hasil panen petani disebabkan oleh adanya keterlambatan turunnya hujan pada fase pertumbuhan tanaman. Hujan sempat tidak turun lebih dari sepuluh hari sehingga mengakbatkan pertumbuhan tanaman terganggu. Akibatnya produksi yang diharapkan meningkat tidak terjadi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yang disajikan sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa motivasi petani untuk berusahatani jagung tetap tinggi baik sebelum maupun setelah gempa. Hal ini terjadi karena usahatani jagung merupakan salah satu handalan petani untuk memperoleh penghasilan dalam menunjang kehidupannya.

Kinerja usaha tani jagung pasca gempa relatif sama sebelum dan setelah gempa kalau dilihat dari sisi penerimaan. Dari sisi pendapatan usahatani jagung mengalami penurunan pasca gempa. Hal ini tejadi karena peningkatan biaya usahatani yang dikeluarkan petani relatif lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan penerimaan. Hal ini terjadi karena petani berharap dengan menggunakan input yang lebih banyak petani akan memperoleh penerimaan yang lebih tinggi sehingga pendapatannya menjadi lebih tinggi pula. Namun kenyataannya hal ini tidak terjadi karena ada kendala iklim yaitu kurangnya curah hujan.

Saran

Disarankan agar petani tetap termotivasi untuk berusahatani dan mengimplementasikan rekomendasi yang telah diberikan oleh tim pendamping dari Universitas Mataram.

Ucapan Terima Kasih:

Ucapan terima kasih disampaikan kepada tim peneliti Universitas Mataram yang terlibat dalam kegiatan ARISA dan kepada tim manajemen ARISA.

DAFTAR PUSTAKA

Irsyam, M., Hanifa, R. N., Djarwadi, D. 2018. Kajian Rangkaian Gempa Lombok, Nusa Tenggara Barat, Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Bandung.

Jaya, I K D., Rosmilawati, Suadnya, I W., Sudirman, Sudika, I W. 2019. Inovasi Peningkatan Produksi dan Pendapatan Petani Jagung di Lahan Kering. Paper disampaikan pada Seminar Nasional Saintek LPPM Unram di Lombok Plaza Mataram.

Maslow, A. H. 1943. A Theori of Human Motivation, Psychological Review, 50, 370-396.

Gambaran Kualitas Hidup Pasien Rinosinusitis Kronis Dengan Cuci Hidung Sebagai Terapi Adjuvan

Overview of Quality of Life for Chronic Rhinosinusitis Patients With Nasal Wash as Adjuvant Therapy

Eka Arie Yuliyani*, Hamsu Kadriyan, Didit Yudhanto

Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL, Fakultas Kedokteran, UNRAM, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.
Tel.+62-0370 640874, Fax. +62-0370 641717
** email: yuliyani.eka@gmail.com*

ABSTRAK

Rinosinusitis kronis merupakan inflamasi kronis pada mukosa kavum nasi dan sinus paranasalis yang dapat terjadi karena multifaktorial baik alergi maupun non alergi serta memberikan dampak pada kualitas hidup penderitanya. Penilaian kualitas hidup penderita rinosinusitis kronis dilakukan dengan Sino Nasal Outcome Test-22 (SNOT-22). Pemberian terapi standar dan cuci hidung dengan larutan salin isotonis dapat mengurangi gejala yang dikeluhkan penderita. Penelitian ini merupakan penelitian Desktiptif Observasional dengan teknik purposive sampling, dimana subjek penelitian berjumlah 30 orang dan subjek mendapatkan terapi standar serta cuci hidung dengan salin isotonis selama 2 minggu. Dilakukan penilaian kualitas hidup dengan kuesioner SNOT-22 sebelum dan setelah terapi untuk mengetahui efektivitas cuci hidung dengan salin isotonis pada pasien rinosinusitis kronis. Pada penelitian ini didapatkan perbedaan yang signifikan total skor SNOT-22 sebelum dan setelah diberikan terapi standar dan cuci hidung dengan salin isotonis (p=0,001). Keluhan utama pasien rinosinusitis kronis terbanyak adalah rinore dan keluhan penyerta terbanyak pada pasien adalah hidung tersumbat. Pemberian terapi standar dan cuci hidung dengan salin isotonis pada pasien rinosinusitis kronis dapat memperbaiki kualitas hidup pasien menjadi lebih baik.

Kata kunci: Cuci hidung, rinosinusitis kronis, SNOT-22

ABSTRACT

Chronic rhinosinusitis is a chronic inflammation of the nasal cavity mucosa and paranasal sinuses that can occur due to multifactorial both allergic and non allergic and have an impact on the quality of life of sufferers. Assessment of the quality of life of patients with chronic rhinosinusitis is carried out with the Sino Nasal Outcome Test-22 (SNOT-22). Provision of standard therapy and washing the nose with isotonic saline solution can reduce symptoms complained of patients. This research is a descriptive observational study with a purposive sampling technique, in which 30 research subjects and subjects received standard therapy and

nasal washing with isotonic saline for 2 weeks. Quality of life was assessed usingthe SNOT-22 questionnaire before and after therapy to determine the effectiveness of nasal washing with isotonic saline in patients with chronic rhinosinusitis. In this study, there was a significant difference in the total SNOT-22 score before and after standard therapy and nasal washing with isotonic saline (p =0.001). The most of main complaint in chronic rhinosinusitis patients is rhinorrhea and the most of accompanying complaint in patients is nasal congestion. Provision of standard therapy and nasal washing with isotonic saline in patients with chronic rhinosinusitis can improve the quality of life of patients for the better.

Keywords: Nasal wash, chronic rhinosinusitis, SNOT-22

PENDAHULUAN

Rinosinusitis kronis hingga sekarang masih menjadi salah satu masalah kesehatan baik di negara berkembang maupun negara maju dengan prevalensi yang tinggi dan memberikan dampak dalam berbagai aspek meliputi kualitas hidup dan sosioekonomi penderitanya (Selvianti, 2008; Punagi dan Sutji, 2015). Menurut *National Ambulatory Medical Care Survey* tahun 2001 sebanyak 12,3 juta kunjungan ke dokter di Amerika Serikat disebabkan karena rinosinusitis kronis (Indah, 2014). Berdasarkan data yang tercatat sepanjang tahun 2014 di Poliklinik THT-KL Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Moewardi Surakarta angka rinosinusitis kronis sebanyak 204 kasus (13,01%) dari 1567 pasien rawat jalan (Hendradewi dkk., 2016).

Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa dampak dari rinosinusitis kronis ini sangat signifikan terhadap kualitas hidup bagi penderitanya. Saat ini telah berkembang kuesioner yang dapat digunakan untuk menilai kualitas hidup pasien rinosinusitis kronis diataranya adalah *Sino-Nasal Outcome Test-22* (SNOT-22) yang merupakan modifikasi dari *Sino-Nasal Outcome Test-20* (SNOT-20) (Poirrier dkk., 2012).

Penatalaksanaan standar rinosinusitis kronis yang direkomendasikan oleh kelompok studi Rinologi PERHATI-KL untuk orang dewasa meliputi pemberian antibiotic asepertiamoksisilin + asam klavulanat, golongan sefalosporin dan golongan makrolid. Selain itu juga dikombinasikan dengan obat dekongestan oral, kortikosteroid oral atau topikal, mukolitik sebagai terapi simptomatis dan pencucian hidung dengan larutan fisiologis sebagai terapi tambahan (Anwar dkk., 2011). Pencucian hidung dengan larutan salin sangat efektif untuk memperbaiki gejala-gejala yang dikeluhkan oleh pasien rinosinusitis kronis dan dapat digunakan sebagai terapi tambahan pada rinosinusitis kronis. Penggunaan larutan salin sebagai cuci hidung dapat memperbaiki drainase sinus dan fungsi mukosilia hidung, mengurangi mediator inflamasi,

mempercepat penyembuhan mukosa serta mencegah perlengketan mukosa pada pasien pasca pembedahan. (Rabago dkk., 2009; Hendradewi dkk., 2016).

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian Desktiptif Observasional dengan teknik *purposive sampling*, dimana subjek penelitian berjumlah 30 orang dan subjek mendapatkan terapi standar serta cuci hidung dengan salin isotonis selama 2 minggu. Penelitian ini dilaksanakan di Poliklinik THT-KL RSUD Provinsi NTB pada bulan Juni-September 2019. Dilakukan penilaian kualitas hidup penderita rinosinusitis kronis menggunakan kuesioner SNOT-22 sebelum dan setelah terapi untuk mengetahui efektivitas cuci hidung dengan salin isotonis pada pasien rinosinusitis kronis. Adapun kriteria inklusi pada penelitian ini adalah: usia 15 - 60 tahun dan kooperatif serta bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani *informed consent.* Kriteria eksklusi pada penelitian ini antara lain: menderita obstruksi mekanik: polip hidung *grade* 3 atau tumor sinonasal yang didiagnosis oleh spesialis THT-KL, riwayat operasi hidung dan sinus paranasal < 2 bulan yang diketahui dari anamnesis pasien, dan menderita penyakit *immunocompromised* dimana kemampuan untuk melawan infeksi menurun dan terutama berada dalam kondisi yang lemah, yang diketahui dari riwayat penyakit sebelumnya serta kondisi pasien pada saat pengambilan sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan analisis data deskriptif yang dilakukan terhadap karakteristik subjek penelitian yaitu pasien rinosinusitis kronis yang memenuhi kriteria inklusi meliputi variabel umur, jenis kelamin, keluhan utama dan keluhan penyerta seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik	n=30
Umur (tahun), rerata ±SD	35,2±13,8
Jenis Kelamin	
Laki-laki	14 (46,7)
Perempuan	16 (53,3)
Keluhan Utama	
Rinore	19 (63,3)
Hidung tersumbat	11 (36,7)

Keluhan Penyerta		
Post Nasal Drip		10 (33,3)
Hidung tersumbat		12 (40,0)
Tidak mencium bau (Anosmia)		3 (10,0)
Rasa penuh di telinga	5 (16,7)	

Rerata umur pada subjek penelitian ini adalah 35,2 tahun dengan nilai standar deviasi sebesar 13,8 tahun. Karakteristik pasien rinosinusitis kronis berdasarkan umur dari keseluruhan pasien yang menjadi subjek penelitian didapatkan umur termuda adalah 19 tahun dan tertua adalah 60 tahun. Berdasarkan hasil dari beberapa studi, seperti yang dilakukan oleh Indah dkk (2014) dan Punagi dkk (2009) bahwa umur yang mendominasi untuk terjadinya rinosinusitis adalah dewasa muda yang produktif yaitu masing-masing umur 20-29 tahun dan umur 24-29 tahun. Sama halnya dengan hasil pada penelitian ini. Menurut Hoffmans (2010) seperti yang dikutip oleh Savitri dkk. (2014) bahwa rinosinusitis kronis sering terjadi pada usia produktif akibat sering terpapar dengan zat polutan di lingkungan sekitar, dimana zat tersebut bersifat sebagai iritan dan dapat merusak epitel pernapasan serta mengganggu mukosiliar klirens.

Pada 30 pasien yang terpilih menjadi subjek penelitian maka didapatkan jenis kelamin terbanyak adalah perempuan yaitu 16 orang (53,3%). Hasil ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Indah dkk (2014) dimana dilaporkan pasien rinosinusitis kronis terbanyak adalah berjenis kelamin perempuan sebanyak 17 orang (68,0%). Begitupula dengan penelitian yang dilakukan oleh Punagi dkk (2009) dari 32 pasien rinosinusitis yang diikutkan dalam penelitiannya jenis kelamin perempuan merupakan yang terbanyak yaitu 20 orang (62,5%). Pada berbagai literatur tidak disebutkan adanya hubungan jenis kelamin dengan kejadian rinosinusitis.

Berdasarkan keluhan utama pasien didapatkan keluhan terbanyak adalah rinore dan hidung tersumbat. Keluhan rinore yang didapatkan pada penelitian ini yaitu sebanyak 19 orang (63,3%) sedangkan keluhan hidung tersumbat yaitu sebanyak 11 orang (36,7%). Keluhan penyerta yang terbanyak pada penelitian ini yaitu hidung tersumbat sebanyak 12 orang (40,0) diikuti dengan *post nasal drip* sebanyak 10 orang (33,3%) dan rasa penuh di telinga sebanyak 5 orang (16,7%) serta tidak mencium bau (anosmia) sebanyak 3 orang (10,0%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa keluhan utama yang menyebabkan pasien rinosinusitis kronis pada penelitian ini datang mencari pengobatan yaitu karena rinore dan hidung tersumbat. Selain itu juga didapatkan keluhan *post nasal drip*, gangguan penghidu, dan gangguan telinga pada

beberapa pasien sebagai keluhan penyerta. Keseluruhan gejala yang dikeluhkan oleh pasien yang mengalami rinosinusitis kronis tersebut termasuk dalam gejala hidung dan telinga yang dapat dinilai dalam kuesioner SNOT-22. Gangguan penghidu pada pasien rinosinusitis kronis dapat disebabkan karena adanya hipertrofi mukosa hidung atau polip yang menghalangi bau mencapai *olfactory cleft* (Caroline dkk., 2011; Wu dkk., 2018).

Pada penelitian ini dilakukan analisis data dengan uji T- berpasangan. Perbandingan total skor SNOT-22 sebelum dan setelah diberi terapi standar dan cuci hidung dengan salinisotonis dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Perbandingan total skor SNOT-22 antara sebelum dan setelah diberi terapi standar dan cuci hidung

Variabel	Sebelum	Setelah	Beda Rerata (Perbaikan)	95% CI	nilai p
Total skor SNOT-22	52,0±17,5	40,2±13,1	11,8	9,2-14,4	0,001

Total skor SNOT-22 sebelum diberikan terapi standar dan cuci hidung dengan salin isotonis didapatkan 52,0 dengan nilai SD sebesar 17,5. Setelah diberikan terapi standar dan cuci hidung dengan salin isotonis didapatkan total skor SNOT-22 yaitu 40,2 dengan nilai SD sebesar 13,1. Beda rerata perbaikan total skor SNOT-22 adalah 11,8 dengan nilai p=0,001 (p<0,05). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian terapi standar dan cuci hidung dengan salin isotonis sebagai terapi adjuvant dapat membantu memperbaiki kualitas hidup pasien rinosinusitis menjadi lebih baik.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Savitri dkk. (2014) didapatkan kualitas hidup 25 pasien rinosinusitis kronis secara umum meningkat. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh Resmi dkk. (2017) dimana terdapat perbaikan yang bermakna rerata skor gejala SNOT-20 terutama gejala hidung setelah pemberian cuci hidung NaCl 0,9% selama 14 hari. Tindakan cuci hidung dengan salin isotonis pada pasien dengan rinosinusitis kronis dapat membantu menyingkirkan mukus. Garam dapat membantu menurunkan viskositas mukus, sehingga silia dapat bekerja lebih efisien untuk menyingkirkan alergen, bakteri, virus ataupun zat-zat iritan lainnya, sehingga hal tersebut akan berdampak pada perbaikan transpor mukosilia dan juga perbaikan gejala yang dikeluhkan pasien (Marhayati dan Irwan, 2010).

Pemberian terapi standar serta cuci hidung dengan salin isotonis pada kasus rinosinusitis kronis karena alergi juga dapat membantu menghilangkan alergen yang masuk kedalam rongga hidung sehingga dapat menghambat pelepasan mediator inflamasi. Hal tersebut secara tidak langsung dapat memperbaiki gejala-gejala yang dikeluhkan pasien seperti rinore, bersin-bersin, dan hidung tersumbat akibat reaksi alergi (Kentjono, 2004; Marhayati dan Irwan, 2010). Menurut Marambaia dkk (2013) bahwa penilaian kualitas hidup pada pasien rinosinusitis kronis sangat diperlukan untuk menilai tingkat keparahan penyakit dan menilai kualitas penanganan pasien.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pemberian terapi standar ditambah dengan cuci hidung menggunakan salin isotonis NaCl 0,9% pada pasien rinosinusitis kronis memberikan efek pada perbaikan kualitas hidup pasien rinosinusitis kronis yang lebih baik.

Adapun saran pada penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas cuci hidung pada pasien rinosinusitis kronis dengan waktu evaluasi yang lebih lama sehingga mampu memberikan penanganan yang lebih optimal terhadap pasien.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada RSUD Provinsi NTB yang telah memberikan ijin dan dukungan pada kegiatan penelitian ini. Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Mayarakat (LPPM) Universitas Mataram yang telah memberikan dukungan financial terhadap penelitian ini melalui dana DIPA BLU (PNBP) Tahun 2019 Nomor: 2626D/UN18.L1/PP/2019. Terima kasih pula kepada Teman Sejawat, Dokter Muda Fakultas Kedokteran Universitas Mataram, Pasien serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, K., Gulab, D., Bakht, Z. dan Iftikhar, A.K. 2011. Sinus Radiography: Is Water's View Helpful In The Management Of Chronic Maxillary Sinusitis?.*Gomal Journal of Medical Sciences*. 9(1):11-4.

Caroline, H., Franceschi, D. dan Rombaux, P. 2011. Chronic Rhinosinusitis and Olfactory Dysfunction Dalam: Marseglia, G.L., penyunting. *Peculiar Aspects of Rhinosinusitis*. Brussels, Belgium: Department of Otorhinolaryngology, Cliniques Universitaires Saint-Luc. h. 39-52.

Hendradewi, S., Novi, P. dan Nurmala, S. 2016. Perbedaan transport mukosiliar pada pemberian larutan garam hipertonik dan isotonik penderita rinosinusitis kronis. *ORLI*. 46(2):121-8.

Indah, S.S., Abdul, Q.P. danEka, S. 2014. Dinamika Interleukin 8 Pada Rinosinusitis Kronis di Wahidin Sudirohusodo Makassar. Makassar: Bagian Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok – Kepala Leher Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Kentjono, W.A. 2004. Rinosinusitis: Etiologi dan Patofisiologi. penyunting. *Pendidikan Kedokteran Berkelanjutan IV Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok-KL*. Surabaya: Bagian/SMF Ilmu Kesehatan THT Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

Maharyati, R dan Irwan, K. 2010. Peranan Irigasi Larutan Garam Pada Rinosinusitis Kronis. Surabaya: Bagian/SMF Ilmu Kesehatan THT Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

Marambaia, P.P., Manuela, G.L., Kleber, P.S., Amaury, M.G., Milena, M.S. dan Maria, E.M.M. 2013. *Braz J Otorhinolaryngol*. 79(1):54-8.

Poirrier, A.L., Suki, A., Alexander, G., Matthew, E., Melissa, B. dan Peter A. 2013. Is the Sino-Nasal Outcome Test-22 a Suitable Evaluation for Septorhinoplasty? *Laryngoscope*. 123:76-81.

Punagi, A.Q. dan Ade, R.S. 2009. Efektifitas larutan cuci hidung air laut steril pada penderita Rinosinusitis Kronis berdasarkan patensi hidung dan kualitas hidup .*Jurnal Kedokteran Yarsi*. 17(3):204-11.

Punagi, A.Q danSutji, P.R. 2015.Dynamics of Interleukin-10 Levels in Chronic Rhinosinusitis with/without Allergy.*The Indonesia Biomedical Journal*. 7(3): 163-6.

Rabago, D. and Aleksandra, Z. 2009. Saline Nasal Irrigation for Upper Respiratory Conditions.*American Family Physician*. 80(10):1117-9.

Resmi, A.Y., Riece, H., Anna, M.K.S. 2017.Pengaruh cuci hidung terhadap gejala, transport mukosiliar dan eosinofil hidung pada pekerja pabrik kayu.*ORLI*. 47(1):31-41.

Savitri, E., Made, S. dan Ari, N.P. 2014. Efektivitas Larutan Salin Isotonik Terhadap Tingkat Sumbatan Hidung Dan Kualitas Hidup Pada Penderita Rinosinusitis Kronik. Solo: Program Studi Magister Kedokteran Keluarga, Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret.

Selvianti dan Irwan, K. 2008. Patofisiologi, Diagnosis dan Penatalaksanaan Rinosinusitis Kronik Tanpa Polip Nasi Pada Orang Dewasa. Surabaya: Dep/SMF Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Bedah Kepala Leher Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo.

Wu, J., Rakesh, K. C., Ping, L., Benjamin, P.H. dan Justin, H.T. 2018. Olfactory and Middle Meatal Cytokine Levels Correlate With Olfactory Function in Chronic Rhinosinusitis. Laryngoscope. 00: 1-7.

Identifikasi Telur Nematoda Usus Pada Kuku Siswa Sekolah Dasar di Pesisir Pantai

Identification of Intestinal Nematode Eggs on the Nails of Primary School Students on the Coastal Coast

Eva Triani* [1], Indana Eva Ajmala [2], Rika Hastuti Setyorini [3], Eka Arie Yuliyani [4], Dody Handito [5]

[1] Departemen Parasitologi Fakultas Kedokteran Universitas Mataram
[2] Departemen Pulmonologi Fakultas Kedokteran Universitas Mataram
[3] Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Mataram
[4] Departemen Ilmu Kesehatan THT Fakultas Kedokteran Universitas Mataram
[5] Bagian Gizi Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram
**email : evatriannisa@gmail.com*

ABSTRAK

Infeksi Kecacingan merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang masih tinggi prevalensinya terutama pada kelompok umur balita dan anak usia sekolah dasar. Manusia merupakan hospes nematoda usus yang penularannya terjadi melalui tanah atau *soil transmited helminthes*, sebagai tempat hidup dan berkembangnya telur dan larva cacing sebelum menular ke tubuh manusia terutama pada anak-anak yang biasa bermain atau kontak langsung dengan tanah sehingga memungkinkan kuku anak terpapar telur cacing. Diperkirakan 400 juta anak usia sekolah terinfeksi cacing, dan hal ini sering dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan, aktifitas fisik, fungsi kognitif dan kemampuan belajar dimana semua itu menjadi tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya telur cacing Nematoda usus pada kuku siswa Sekolah Dasar di pesisir pantai. Variabel dalam penelitian ini adalah telur cacing Nematoda usus pada kuku . Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif, Sampel dalam penelitian ini diambil secara *Simple Random Sampling*. Data yang diambil berupa data primer dan sekunder dengan instrumen penelitian adalah ceklist dan lembar hasil pemeriksaan. Teknik analisis data dan penyajian data adalah secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan dinarasikan. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 37 sampel kuku menunjukkan terdapat 5 sampel yang positif mengandung telur Nematoda usus yaitu 4 positif *Ascaris lumbricoides* (10,82%), 1 positif *Trichuris trichiura* (2,7%), dan 32 (86,48%) sampel negatif tidak mengandung telur Nematoda usus. Disarankan bagi Puskesmas untuk dapat meningkatkan kegiatan promosi kesehatan mengenai penyuluhan kesehatan tentang bahaya infeksi kecacingan pada siswa Sekolah Dasar.

Kata Kunci *:* Nematoda usus; Kuku; Siswa Sekolah Dasar

ABSTRACT

Worm infection is one of the public health problems in Indonesia, with a high prevalence, especially in the toddler age group and elementary school age children. Humans are intestinal nematode hosts

whose transmission occurs through soil or soil transmited helminthes, as a place to live and develop worm eggs and larvae before they are transmitted to the human body, especially in children who are used to playing or in direct contact with the ground, allowing the nails of children exposed to worm eggs. An estimated 400 million school-age children are infected with worms, and this can often affect growth, physical activity, cognitive function and learning abilities where all of that is not optimal. This study aims to determine the presence of intestinal Nematode worm eggs on the nails of elementary school students on the coast. The variable in this study was intestinal Nematode worm eggs on the nails. This type of research is a descriptive study, the sample in this study was taken by simple random sampling. The data taken in the form of primary and secondary data with research instruments is a checklist and examination results sheet. Data analysis and data presentation techniques are descriptive and presented in the form of frequency distribution tables and narrated. The results of 37 nail samples showed that there were 5 positive samples containing intestinal nematode eggs, 4 positive Ascaris lumbricoides (10.82%), 1 positive Trichuris trichiura (2.7%), and 32 (86.48%) samples negative does not contain intestinal nematode eggs. It is recommended for Public Health Relation to be able to increase health promotion activities regarding health education about the dangers of helminthiasis on elementary school students.

Keywords: Intestinal nematodes; nails; elementary school students

PENDAHULUAN

Infeksi Kecacingan merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di Indonesia yang masih tinggi prevalensinya terutama pada kelompok umur balita dan anak usia sekolah dasar terutama di daerah pedesaan dan daerah kumuh perkotaan (Watimurti, 2011). Definisi infeksi Kecacingan menurut WHO (2011) adalah sebagai infestasi satu atau lebih cacing parasit usus yang terdiri dari golongan nematoda usus. Diantara nematoda usus ada sejumlah spesies yang penularannya melalui tanah atau biasa disebut dengan cacing jenis STH yaitu *A. lumbricoides, N .americanus, T. trichuira dan A. duodenale* (Gandahusada dkk, 2004).

Infeksi Kecacingan umumnya ditemukan di daerah tropis dan subtropis yang beriklim basah dimana hygiene dan sanitasinya buruk. Penyakit ini merupakan penyakit infeksi paling umum menyerang kelompok masyarakat ekonomi lemah dan ditemukan pada berbagai golongan usia (WHO, 2011). Penyakit ini tidak selalu menyebabkan kematian atau bahkan penyakit yang berat, namun dalam keadaan yang bersifat kronis pada penderitanya dapat menyebabkan gangguan absorbsi dan metabolisme zat-zat gizi yang berujung pada kekurangan gizi dan menurunnya daya tahan tubuh.

Prevalensi infeksi STH di Indonesia masih tinggi dan distribusi secara luas di daerah pedesaan dan perkotaan, khususnya di daerah pedesaan masih sangat tinggi. Tingginya prevalensi ini disebabkan oleh lingkungan yang sesuai untuk perkembangan cacing, serta sanitasi yang buruk dan kebersihan pada diri sendiri yang buruk. Penerapan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat lebih tinggi di daerah perkotaan (41,5%) dibandingkan di daerah perdesaan (22,8%) (Riset Kesehatan Dasar, 2013).

Penyakit kecacingan yang diakibatkan oleh infeksi *Soil Transmitted Helminth* dapat mengakibatkan menurunnya kondisi kesehatan, gizi, kecerdasan dan produktivitas penderita sehingga secara ekonomi banyak menyebabkan kerugian, karena adanya kehilangan karbohidrat dan protein serta kehilangan darah yang pada akhirnya dapat menurunkan kualitas sumber daya manusia. Kecacingan mempengaruhi pemasukan (*intake*), pencernaan (*digestif*), penyerapan (*absorpsi*), dan metabolisme makanan. Secara kumulatif infeksi

cacinganan dapat menimbulkan kurangan gizi berupa kalori dan protein, serta kehilangan darah yang berakibat menurunnya daya tahan tubuh dan menimbulkan gangguan tumbuh kembang anak. Khusus anak usia sekolah, keadaan ini akan berakibat buruk pada kemampuannya dalam mengikuti pelajaran di sekolah. (Andaruni dkk, 2012).

Higiene merupakan hal penting untuk diperhatikan terutama pada anak dalam masa perkembangan. Higiene yang belum memadai merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya prevalensi infeksi cacing. Salah satu faktor yang mempengaruhi tertelannya telur cacing berkaitan dengan kuku yang panjang dan tidak terawat. Kuku dapat menjadi tempat melekatnya berbagai kotoran yang mengandung mikroorganisme, salah satunya telur cacing yang dapat terselip dan tertelan ketika makan. Hal ini diperberat dengan perilaku tidak terbiasa mencuci tangan menggunakan sabun sebelum makan, tidak menggunakan alas kaki ketika bermain, dan kebiasaan menghisap jari sewaktu tidur (Onggowaluyo, 2002)

Penegakkan diagnosis kecacingan dilakukan melalui identifikasi telur cacing pada pemeriksaan feses penderita. Pemeriksaan ini merupakan pemeriksaan gold standard. Akan tetapi, berdasarkan cara penularan penyakit ini, maka pemeriksaan kuku pun dapat dilakukan untuk mendeteksi kemungkinan terjadinya penyakit kecacingan pada seseorang.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian dan tempat pengambilan sampel

Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif untuk mengidentifikasi adanya telur cacing nematoda usus pada kuku murid sekolah dasar di pesisir pantai.Tempat pengambilan sampel penelitian ini bertempat di SDN 47 Ampenan, sedangkan untuk pemeriksaan sampel kuku dilakukan di Laboratorium terpadu Fakultas Kedokteran Universitas Mataram

Teknik pengambilan sampel dan instrumen penelitian

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini diambil secara *Simple Random Sampling* yaitu teknik *sampling* yang digunakan bila populasi mempunyai anggota/unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proposional (Sugiyono, 2011). Jika populasi lebih dari 100 maka diambil sampel 15% - 30% dan jika populasi <100 maka diambil sampel 25% - 50%. Berhubung populasi = 74 berarti <100 maka jumlah sampel yang diambil sebanyak 50% x jumlah murid kelas 1, kelas 2 dan kelas 3. Sampel dalam penelitian ini diambil 50% dari populasi sehingga jumlah sampel adalah 37 siswa.

Prosedur Pemeriksaan Telur cacing pada sampel kuku metode flotasi (pengapungan)

a) Diambil sampel potongan/kerokan kuku lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi ukuran 18 x 150 mm.
b) Ditambahkan larutan NaCl jenuh sampai 1/3 volume tabung, lalu di aduk perlahan-lahan. Apabila di dapatkan kotoran dari sisa kerokan yang mengapung dipermukaan larutan, hendaknya diambil dan dibuang.
c) Setelah bersih, ditambahkan larutan NaCl jenuh kedalam tabung sampai volume 2/3 tabung dan aduklah kembali sampai homogen.

d) Simpan tabung reaksi tersebut pada rak tabung reaksi, tambahkan larutan NaCl jenuh sampai penuh (permukaan) larutan mencembung dibibir tabung) lalu tutup dengan kaca penutup.
e) Di diamkan selama 15-30 menit.
f) Kemudian angkat kaca penutup secara hati-hati lalu ditempelkan pada objek glass sebagaimana membuat sediaan secara langsung.
g) Dilakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan perbesaran 10 atau 40x.

Instrumen dan analisis data

Data yang diambil berupa data primer dan sekunder dengan instrumen penelitian adalah ceklist dan lembar hasil pemeriksaan. Teknik analisis data dan penyajian data adalah secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan dinarasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan sampel dalam penelitian ini yang telah dilakukan dari 37 sampel, menunjukkan 5 sampel kuku murid SDN 47 Ampenan positif mengandung telur cacing Nematoda usus dengan persentase 13,52% serta 32 sampel tidak mengandung telur cacing Nematoda usus dengan persentase (86,48%).

Tabel 1. Distribusi sampel berdasarkan usia

Usia (th)	n	Persentase (%)
6	16	43,24
7	11	29,73
8	10	27,03

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan umur murid SDN 47 Ampenan dari 37 sampel jumlah kelompok umur 6 tahun berjumlah 16 murid (43,24%), kelompok umur 7 tahun berjumlah 11 murid (29,73%), dan kelompok umur 8 tahun berjumlah 10 murid (27,03%).

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

Jenis Kelamin	n	Persentase (%)
Laki-laki	26	70,27
Perempuan	11	29,73
Jumlah	37	100

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Hasil Pemeriksaan Telur Cacing Nematoda Usus pada kuku

Hasil Pemeriksaan	Jenis telur cacing	n	Persentase (%)
Positif	*a. Ascaris Lumbricoides*	4	10,82
	b. Trichuris trichiura	1	2,70
	-		
Negatif		32	86,48
Jumlah		37	100

Berdasarkan tabel 3, menunjukkan bahwa terdapat 4 sampel positif telur cacing *Ascaris lumbricoides* (10,82%) dan 1 sampel *Trichuris trichiura* dengan persentase (2,70%) dan 32 sampel negatif tidak ditemukan telur cacing Nematoda usus (86,48%).Hasil penelitian ini menunjukkan telur cacing Nematoda usus *Ascaris lumbricoides* merupakan spesies yang dominan dan diikuti dengan *Trichuris trichiura.* Hal ini disebabkan karena *Ascaris lumbricoides* dan *Trichuris trichiura* tumbuh lebih baik pada tanah, dengan kelembapan tinggi dan suhu berkisar 25^{o}C-30^{o}C, sedangkan Cacing tambang tumbuh lebih baik pada tanah gembur dengan suhu optimum 28^{o}C-32^{o}C (Sandjaja,2007).

Dengan adanya telur *Ascaris lumbricoides* dan *Trichuris trichiura* yang diperoleh pada penelitian ini, hal ini menandakan prevalensi keduanya yang tinggi, sesuai dengan beberapa survey yang dilakukan di Indonesia (tahun 1990-1994) menunjukkan bahwa seringkali prevalensi *Ascaris lumbricoides* yang tinggi disertai prevalensi *Trichuris trichiura* yang tinggi pula (Gandahusada dkk, 2004)

Berdasarkan jenis kelamin pada laki-laki 4 sampel positif mengandung telur cacing Nematoda usus (10,82%) sedangkan pada perempuan 1 sampel positif terdapat telur cacing Nematoda usus (2,70%), sehingga hal ini dapat menunjukkan bahwa laki-laki lebih rentan terkena infeksi kecacingan, karena laki-laki lebih banyak melakukan aktivitas yang terpapar langsung dengan tanah. Hal ini sesuai teori Sutanto, (2009) yang menyatakan bahwa pada umumnya laki-laki lebih banyak yang terkena infeksi kecacingan, serta gejala penyakit lain lebih nyata terinfeksi pada laki-laki, karena laki-laki berhubungan dengan aktivitas fisik. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ginting, (2003) di Sumatera Utara, menemukan bahwa infeksi cacing Nematoda usus berhubungan dengan jenis kelamin, yaitu laki-laki lebih banyak terkena infeksi cacing karena laki-laki lebih sering beraktivitas diluar rumah.

Infeksi pada kuku jari siswa tersebut juga disebabkan faktor kebersihan diri siswa. Perilaku tidak mencuci tangan sebelum makan dapat memperbesar kemungkinan terkontaminasi oleh telur Nematoda usus akibat telur yang menempel pada kuku ikut tertelan.

KESIMPULAN

Prevalensi kecacingan pada siswa Sekolah Dasar di pesisir pantai yang diperoleh dari pemeriksaan potongan kuku didapatkan angka yang masih tinggi dengan cacing yang banyak menginfeksi adalah *Ascaris Lumbricoides* dan *Trichuris trichiura.* Disarankan bagi Puskesmas untuk dapat meningkatkan kegiatan promosi kesehatan mengenai penyuluhan kesehatan tentang bahaya infeksi kecacingan dan upaya pencegahannya pada siswa Sekolah Dasar.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Universitas Mataram atas dana yang diberikan melalui DIPA/BLU melalui skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2019 dengan nomor kontrak 2626B/UN18.L1/PP/2019

DAFTAR PUSTAKA

Andaruni, Adisti., dkk. 2012. *Gambaran Faktor-Faktor Penyebab Infeksi Cacingan pada Anak di SDN 01 Pasirlangu Cisarua*. Fakultas Ilmu Keperawatan Universitas Padjajaran dan Rumah Sakit Hasan Sadikin. Bandung.Available at:http://www.journals.unpad.ac.id/index.php/ejournal/article/view/597. Diakses pada 16 September 2019.

Gandahusada, S., Ilahude, H.H.D., & Pribadi, W. 2004. *Parasitologi Kedokteran Edisi Ketiga*. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.

Ginting, A. 2009, Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Kecacingan Pada Anak Sekolah Dasar Di Desa Tertinggal Kecamatan Panguruan Kabupaten Samosir Tahun 2009. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatra Utara.

Onggowaluyo JS. 2002. *Parasitologi Medik I Helmintologi*, EGC: Jakarta

Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). 2013. *Badan Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. Konsep Dan Penulisan Riset Keperawatan*. Garaha Ilmu : Jakarta.

Sandjaja, Bernardus. 2007. *Helmintologi Kedokteran Buku 2,* Cetakan ke-l. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.

Sutanto, I. dkk, 2009. *Parasitologi Kedokteran.* Edisi Keempat. Jakarta: FKUI.

Wati Murti. S.E. 2011. *Hubungan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat (PHBS) Dengan Kejadian Kecacingan Pada Siswa SDN Bangkal 3 Kecamatan Cempaka*. Karya Tulis Ilmiah. Universitas Lambung Mangkurat : Kalimantan Selatan.

KAJIAN PERUBAHAN RAGAM GENETIK AKIBAT SELEKSI PADA TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.)

Study of Genetic Variation Change As a Result of Selection on Maize (*Zea mays* L.)

Sudika, I W*., I W. Sutresna dan D. R. Anugrahwati

Dosen pada Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Unram)
*email: sudikawayanms@gmail.com.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan ragam genetik total setelah dilakukan delapan siklus seleksi massa dengan teknik indeks seleksi untuk daya hasil, berangkasan segar, dan bobot tongkol kering panen tanaman jagung dan untuk mengetahui rata-rata ketiga karakter tersebut dibandingkan dengan populasi awal. Percobaan ini dilaksanakan di Kecamatan Pringgabaya Kabupaten Lombok Timur. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 11 perlakuan, yaitu delapan populasi hasil seleksi, populasi awal dan dua varietas hibrida. Setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 33 unit percobaan. Data hasil percobaan dianalisa dengan analisis sidik ragam pada rataf nyata 5 persen. Ragam fenotip diperoleh dari ragam sampel; sedangkan ragam lingkungan merupakan rata-rata ragam fenotip dua hibrida. Ragam genetik diperoleh dari ragam fenotip masing-masing populasi dikurangi ragam lingkungan. Guna mengetahui ragam genetik populasi siklus kedelapan sama atau berbeda dengan ragam genetik populasi awal, maka dilakukan uji-$F_{0.05}$. Rata-rata antar populasi awal dengan populasi siklus kedelapan, diuji dengan uji $BNT_{0.05}$. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa ragam genetik total populasi hasil seleksi siklus kedelapan untuk daya hasil, bobot tongkol kering panen dan berangkasan segar lebih kecil dibanding ragam genetik populasi awal. Rata-rata daya hasil, bobot tongkol kering panen dan berangkasan segar populasi hasil seleksi siklus delapan lebih tinggi dibanding populasi awal.

Kata kunci: Ragam genetik, seleksi massa, daya hasil dan brangkasan segar

ABSTRACT

This study aimed to determine the change in total genetic diversity after eight cycles of mass selection using a technique of selection index for yield, fresh dry matter, and weight of dry harvested cob, and to find out the average of these three characters compared to the initial population. This experiment was carried out at Pringgabaya District, East Lombok Regency using Randomized Block Design (RBD) with 11 treatments, namely eight selected populations,

initial populations and two hybrid varieties. Each treatment was replicated 3 times, resulted in 33 experimental units. Data obtained were analyzed using analysis of variance at 0.05 levels. Variance of phenotype is obtained from the variety of samples; while the environmental variance is defined as the average variance of the two hybrid phenotypes. Genetic diversity is obtained from the variety of phenotypes of each population minus the environmental diversity. F-test of 0.05 was performed to find out whether the genetic diversity of the eighth cycle population is the same or different to that of the genetic diversity of the initial population. The average between the initial population and the eighth cycle population was tested using the HSD-test at 0.05 levels. The results showed that the total genetic variation in the population from the eighth cycle selection for yield, harvested dry weight of cobs, and fresh dry matter of maize were smaller than the genetic diversity of the initial population. The average yield, harvested dry cob weight and fresh dry matter weight of population of the eighth cycle selection are higher than the initial population.

Keywords: Genetic variation, mass selection, yield, fresh dry matter.

PENDAHULUAN

Karakter daya hasil dan brangkasan segar tanaman jagung telah diperbaiki menggunakan metode seleksi massa dengan seleksi indeks selama delapan siklus di lahan kering. Seleksi massa adalah seleksi yang digunakan untuk mengembangkan varietas dengan berbagai genotipe; yang populasi dasarnya mempunyai keragaman genetik tinggi. Seleksi massa merupakan salah satu seleksi berulang. Menurut Syukur (2012), bahwa seleksi massa akan berhasil apabila ditujukan untuk memperbaiki karakter yang memiliki heritabilitas tinggi. Andriani *et al*., (2015) menambahkan, bahwa perbaikan genetik suatu populasi akan berhasil apabila dalam populasi tersebut terdapat variabilitas genetik tinggi. Besar kecilnya peningkatan rerata populasi setiap siklus, digambarkan dari rata-rata kemajuan seleksi per siklus. Menurut Anonimyus (2012), bahwa prediksi kemajuan seleksi yang diperoleh, memerlukan pengetahuan tentang nilai keragaman genetik, ragam fenotipe, intensitas seleksi dan koefisien seleksi.

Seleksi terhadap dua sifat atau lebih dapat dilakukan secara tandem, *independent culling level* dan seleksi indeks. Seleksi indeks memberikan informasi dari semua sifat ke dalam suatu indeks, dengan demikian memungkinkan memberi skor total pada setiap individu. Metode ini dilakukan terhadap beberapa sifat secara simultan dan pertimbangan-pertimbangan lain yang dipakai pemulia tanaman hanya berdasar bobot nisbi yang diberikan terhadap masing-masing sifat (Soemartono, *et al*. 1992). Sudika, *et al.* (2018) telah melakukan seleksi indeks dan mengujinya hingga siklus ketujuh. Rata-rata kemajuan seleksi per siklus daya hasil (berat biji

kering pipil per plot) sebesar 72,80 g/plot bersifat linear yang nyata dan untuk bobot brangkasan segar per tanaman sebesar 11,50 g juga bersifat linear yang nyata. Menurut Nasrullah (1994), bahwa seleksi menyebabkan perubahan rerata dan ragam populasi. Ragam populasi terdiri atas ragam genetik, ragam lingkungan dan ragam interaksi genetik dengan lingkungan (Wardyn, *et al*., 2007).

Peningkatan rata-rata populasi akibat seleksi massa diikuti pula oleh penurunan ragam genetik karena semakin seragamnya tanaman terpilih. Di sisi lain, dalam setiap siklus seleksi, selalu dilakukan rekombinasi genetik untuk mempertahankan keragaman genetik, sehingga seleksi dapat dilakukan pada siklus berikutnya. Selain itu, besarnya intensitas seleksi sangat menentukan besarnya peningkatan rerata dan penurunan ragam genetik sifat yang diseleksi pada seleksi berulang, seperti seleksi massa (Peter & Lamkey, 2000). Sudika (1992), telah melakukan penelitian tentang perubahan genetik akibat seleksi massa pada tanaman jagung manis. Hasil yang diperoleh, bahwa ragam genetik berubah setelah dilakukan dua siklus seleksi massa. Dalam penelitian ini dilakukan seleksi massa dengan menggunakan indeks seleksi hingga siklus kedelapan guna peningkatan daya hasil dan brangkasan segar, namun belum diketahui perubahan ragam genetic dan peningkatan sifat tersebut. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui perubahan ragam genetik total setelah dilakukan delapan siklus seleksi massa dengan menggunakan indeks seleksi untuk daya hasil, berangkasan segar, dan bobot tongkol kering panen tanaman jagung dan untuk mengetahui rata-rata populasi hasil seleksi ketiga karakter tersebut dibandingkan dengan populasi awal.

BAHAN DAN METODE

Percobaan telah dilaksanakan di Desa Pringgabaya, Kabupaten Lombok Timur pada tanah bertekstur geluh. Kegiatan dimulai bulan April sampai dengan bulan Agustus 2019.

Bahan

Bahan yang digunakan meliputi benih jagung populasi awal (Po), populasi hasil seleksi siklus pertama hingga siklus kedelapan dan varietas hibrida Bisi-2 dan NK212, pupuk Phonska, pupuk Urea, Calaris, Furadan 3G, dan Saromyl 35 SD, Prevaton dan Alika.

Rancangan percobaan

Percobaan dirancang dengan Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan 11 perlakuan (populasi) dan diulang sebanyak 3 kali. Adapun perlakuan meliputi: P0 = Populasi awal (hasil rakitan kultivar lokal); P1 hingga P8 berturut-turut merupakan populasi hasil seleksi massa dengan indeks seleksi siklus pertama, kedua, ketiga, keempat, kelima, keenam, ketujuh dan kedelapan, varietas hibrida NK212 dan hibrida Bisi-2.

Pelaksanaan

Sebelum ditanam, benih diperlakukan dengan Saromyl 35 SD dengan dosis 5 g per kg benih untuk mencegah penyakit bulai (*Seclerospora maydis*). Pengolahan tanah dilakukan dengan membajak dan menggaru masing-masing sebanyak satu kali, kemudian tanah diratakan dengan cangkul. Selanjutnya petak percobaan, dibagi menjadi 3 blok dengan jarak antar blok 1 m. Antar blok dipisahkan dengan pematang untuk memudahkan pengairan.

Penanaman dilakukan dengan cara menugal tanah kurang lebih sedalam 5 cm dan setiap lubang diisi dua biji benih. Jarak tanam yang digunakan adalah 20 x 60 cm. Pada setiap lubang tanam, diberikan Furadan 3G untuk mencegah serangan hama, kemudian lubang ditutup dengan tanah. Di antara barisan tanaman pada setiap perlakuan ditanami pula beberapa lubang untuk bahan penyulaman. Setiap perlakuan, ditanam 5 baris dan masing-masing beris berisi 20 tanaman, jumlah tanaman setiap perlakuan maksimal sebanyak 100 tanaman.

Pemupukan dilakukan sebanyak dua kali, secara bertahap dengan menggunakan pupuk Phonska dan pupuk Urea. Dosis untuk pupuk Phonska sebanyak 300 kg/ha dan pupuk urea sebanyak 200 kg/ha yang diberikan dua kali. Pemberian pupuk dilakukan dengan cara 300 kg/ha Phonska bersamaan dengan 100 kg/ha Urea; yang diberikan pada saat tanam. Pemupukan kedua dilakukan setelah tanaman berumur 21 hari menggunakan pupuk Urea dengan dosis 100 kg/ha. Pemupukan dilakukan dengan menugal sebelah kiri atau kanan lubang tanam dengan jarak sekitar 10 cm dari lubang tanam.

Penyulaman dilakukan pada umur tanaman 10 hari setelah tanam. Penyulaman dilakukan terhadap tanaman yang mati atau tidak tumbuh, dengan menggunakan tanaman cadangan. Tanaman yang mati/tidak tumbuh diganti dengan cara membuat lubang pada tempat yang akan disulam, kemudian tanaman cadangan diangkat dengan tanahnya kemudian dimasukkan ke lubang yang telah dibuat sebelumnya.

Penjarangan dilakukan pada umur 14 hari setelah tanam, dengan mencabut salah satu tanaman yang pertumbuhannya lebih jelek pada setiap lubang. Penyiangan dilakukan dengan menyemprotkan herbisida Calaris pada umur 17 hari setelah tanam. Pembumbunan dilakukan pada umur 25 hari setelah tanam dengan cara mencangkul tanah diantara barisan tanaman. Tanah tersebut ditimbunkan ke kiri dan ke kanan, sehingga nampak seperti guludan pada setiap baris.

Pengairan dilakukan sehari sebelum tanam, kemudian dengan selang waktu 10 hari hingga umur 70 hari setelah tanam. Pengairan dilakukan dengan cara leb, yakni petakan digenangi hingga permukaan air rata dengan permukaan tanah. .

Pengendalian hama penggerek bunga jantan, dilakukan dengan menyemprotkan larutan Alika dicampur dengan Prevaton pada umur 38 hari. Dosis yang digunakan adalah 400 liter per hektar. Panen dilakukan pada saat tanaman sudah memenuhi kriteria panen yaitu rambut tongkol telah kering, biji keras, kelobot telah berwarna kuning dan kering, serta biji mengkilap dan apabila dipijit tidak berbekas.

Variabel dan analisis data

Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun total per tanaman, jumlah daun segar saat panen, diameter tongkol, panjang tongkol, bobot tongkol kering panen per tanaman, bobot brangkasan segar per tanaman dan bobot biji kering pipil per tanaman.

Ragam genetik total diperoleh dengan menggunakan analisis statistik sederhana dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1) Menghitung ragam fenotipe setiap perlakuan dengan rumus:

$$\sigma^2 Pj = \frac{(xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

2) Pendugaan ragam lingkungan diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$\sigma^2 E = \frac{(\sigma^2 PBisi\ 2 + \sigma^2 PNK212)}{2}$$

3) Menghitung ragam genetik total setiap perlakuan dengan rumus:

$$\sigma^2 Gj = \sigma^2 Pj - \sigma^2 E$$

dengan j bergerak dari 0 sampai 8.

4). Perbedaan ragam genetik total populasi siklus 8 diuji dengan uji-F pada taraf nyata 5 persen sebagai berikut:

$F\ hit = \frac{\sigma^2 G\ P0}{\sigma^2 G\ P8}$; kemudian dibandingkan dengan $F_{0.05}$

Guna menentukan perbedaan daya hasil dan sifat lain antar perlakuan, maka dilakukan analisis ragam dan selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan Uji beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf nyata lima persen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data tentang ragam fenotip sifat yang diamati untuk setiap populasi disajikan pada Tabel 1 dan ragam genetik totalnya, disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 1. Ragam fenotip setiap populasi untuk setiap sifat yang diamati

Perlakuan	Ragam fenotip							
	1	2	3	4	5	6	7	8
P0	1.338,69	2,30	3,49	0,22	7,71	1986,72	7132,79	589,33
P1IS	1.221,65	2,08	2,98	0,23	7,18	1704,17	7515,72	573,32
P2IS	1.210,34	2,27	2,96	0,20	6,87	1714,58	6214,79	555,65
P3IS	1.207,38	1,98	2,85	0,19	7,42	1750,96	5523,66	575,28
P4IS	1.293,42	1,98	2,44	0,19	7,45	1742,16	5806,43	563,16
P5IS	1.216,46	2,14	2,42	0,20	7,08	1685,78	5257,51	518,55
P6IS	1.128,09	2,01	2,71	0,16	5,62	1523,28	4678,26	519,99
P7IS	960,92	2,01	2,46	0,10	4,83	1294,54	4369,38	549,34
P8IS	993,98	2,04	2,39	0,09	4,80	828,76	4155,62	448,56
Bisi-2	527,77	1,91	1,58	0,05	2,61	585,90	3950,48	255,06
NK212	465,86	1,31	1,65	0,04	1,77	662,70	4345,97	261,18
Rata-rata 2 Hibrida	496,81	1,61	1,61	0,04	2,19	624,30	4148,23	258,12

Keterangan:1.Tinggi tanaman (cm), 2. jumlah daun total (helai), 3. jumlah daun segar (helai), 4. diameter tongkol (cm), 5. panjang tongkol (cm), 6. bobot tongkol kering panen per tanaman (g), 7. bobot brangkasan segar per tanaman (g) dan 8. bobot biji kering pipil per tanaman (g).

Keragaman sifat dalam suatu populasi disebabkan oleh keragaman genetik dan keragaman lingkungan, yang besarnya diukur dan dinyatakan sebagai varian. Keragaman genetik merupakan perbedaan yang ditimbulkan oleh perbedaan genotipe dalam populasi. Keragaman fenotip yang terjadi merupakan akibat adanya keragaman genetik dan keragaman lingkungan (Basuki, 2005). Ragam fenotip pada Tabel 1, ini digunakan untuk menghitung besarnya ragam genetik total setiap sifat yang diamati pada setiap siklus seleksi. Nilai rata-rata ragam fenotip hibrida Bisi-2 dan NK212 merupakan penduga untuk ragam lingkungan. Oleh karena itu, ragam genetik total diperoleh dari pengurangan ragam fenotip setiap sifat dengan rata-rata ragam

fenotip dua hibrida. Seluruh sifat yang diamati, memiliki ragam fenotip yang lebih besar dibanding rata-rata ragam fenotip dua hibrida. Hal ini dapat terjadi karena hibrida merupakan F1; yang tersusun dari genotip seragam (CKB Maize, 2007); sedangkan populasi hasil seleksi merupakan komposit; yang terdiri atas berbagai genotip (Mejaya, *et al*., 2010). Akibatnya, penampilan tanaman di lapangan akan lebih seragam pada populasi hibrida dibanding populasi setiap siklus (Kutka, 2011) .

Tabel 2. Ragam genetik total setiap populasi untuk tinggi tanaman, jumlah daun total, jumlah daun segar saat panen dan bobot brangkasan segar per tanaman

Perlakuan	Sifat yang diamati							
	1		2		3		4	
	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G
P0	841,88 a		0,69 a		1,88 a		2984,56 a	
P1IS	724,84 a	117,04	0,47 a	0,22	1,37 a	0,51	3367,49 a	382,93
P2IS	713,53 a	128,35	0,66 a	0,03	1,35 a	0,53	2066,56 a	918,00
P3IS	710,57 a	131,31	0,37 b	0,32	1,24 a	0,64	1375,43 b	1609,13
P4IS	796,61 a	45,27	0,37 b	0,32	0,83 b	1,05	1658,20 b	326,36
P5IS	719,65 a	122,23	0,53 b	0,16	0,81 b	1,07	1109,28 b	1875,28
P6IS	631,28 a	210,60	0,40 b	0,29	1,10 b	0,79	530,03 b	2454,53
P7IS	464,11 b	377,77	0,40 b	0,29	0,85 b	1,03	221,15 b	2763,41
P8IS	497,17 b	344,71	0,43 b	0,26	0,78 b	1,10	7,39 b	2977,17

Keterangan:Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan P0 pada uji-$F_{0,05}$, σ^2 G: ragam genetik, $\Delta\sigma^2$G. perubahan ragam genetik, 1. tinggi tanaman (cm), 2. jumlah daun total per tanaman (helai), 3. jumlah daun segar per tanaman saat panen (helai) dan 4. bobot brangkasan segar per tanaman.

Tabel 3. Ragam genetik total komponen hasil dan hasil tanaman jagung

Perlakuan	Sifat yang diamati							
	1		2		3		4	
	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G	σ^2 G	$\Delta\sigma^2$G
P0	0,18 a		5,52 a		1362,42 a		331,21 a	
P1IS	0,19 a	0,01	4,99 a	0,53	1079,87 a	282,55	315,20 a	16,01
P2IS	0,16 a	0,02	4,68 a	0,84	1090,28 a	272,14	297,53 a	33,68
P3IS	0,15 a	0,03	5,23 a	0,29	1126,66 a	235,76	317,16 a	14,04
P4IS	0,15 a	0,03	5,26 a	0,26	1117,86 a	244,55	305,04 a	26,17
P5IS	0,16 a	0,02	4,89 a	0,63	1061,48 a	300,94	260,43 a	70,77
P6IS	0,12 a	0,06	3,43 b	2,09	898,98 a	463,44	261,87 a	69,34

P7IS	0,06 b	0,12	2,64 b	2,88	670,24 b	692,18	291,22 a	39,98
P8IS	0,05 b	0,13	2,61 b	2,91	204,46 b	1157,95	190,44 b	140,77

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap P0 pada uji-$F_{0,05}$, σ^2 G: ragam genetik, $\Delta\sigma^2$G. perubahan ragam genetik, 1. diameter tongkol (cm), 2. panjang tongkol (cm), 3. bobot tongkol kering panen per tanaman (g) dan 4. Bobot biji kering pipil per tanaman (g).

Pada Tabel 2 dan Tabel 3 terlihat, bahwa ragam genetik total populasi siklus ketujuh dan kedelapan lebih kecil dibanding ragam genetik total populasi awal untuk seluruh sifat yang diamati, kecuali bobot biji kering pipil per tanaman, hanya populasi siklus kedelapan yang lebih kecil. Ragam genetik total mulai populasi siklus ketiga jumlah daun total per tanaman dan bobot brangkasan segar per tanaman lebih kecil dibanding populasi awal. Hal ini menunjukkan, bahwa rekombinasi genetik tidak mampu mempertahankan keragaman sejak siklus ketiga. Selain itu mungkin pula disebabkan oleh jumlah tanaman terpilih lima persen yang kurang besar. Jumlah tanaman terpilih menentukan nilai intensitas seleksi. Hal ini sesuai dengan pendapat Peter dan Lamkey (2000), bahwa intensitas seleksi turut pula berperan dalam mempertahankan keragaman genetik pada populasi berulang.

Sifat yang diseleksi adalah bobot tongkol kering panen dan bobot berangkasan segar, sedangkan sifat yang diperbaiki adalah bobot biji kering pipil dan bobot berangkasan segar. Berdasarkan Tabel 2, ragam genetik sifat yang diseleksi pada bobot tongkol kering panen berubah secara nyata pada populasi P7IS dan P8IS; sedangkan pada bobot berangkasan segar menunjukkan ragam genetik yang berubah secara nyata pada populasi P3IS, P5IS, P6IS, P7IS, dan P8IS. Ragam genetik pada daya hasil atau bobot biji kering pipil berubah secara nyata pada populasi P8IS. Perubahan ragam genotip total secara nyata menunjukkan bahwa nilai ragam populasi suatu siklus tidak sama dengan populasi awal (P0). Ragam genetik pada P8IS lebih kecil dibanding dengan P0. Hal ini disebabkan oleh proses seleksi yang telah dilakukan selama 8 siklus. Semakin banyak siklus seleksi, maka akan menyebabkan terjadinya perubahan rerata yang umumnya semakin meningkat. Peningkatan rerata akan diikuti oleh pengurangan ragam genetik pada populasi yang diseleksi. Berkurangnya ragam genetik total disebabkan oleh dalam melakukan seleksi, dipilih tanaman-tanaman yang bobot tongkol dan bobot brangkasan segar lebih tinggi sebanyak 5%, sehingga didalam populasi hasil seleksi akan menjadi lebih seragam. Hal ini sesuai dengan pendapat Soemartono, *et al*. (1992 dan Basuki (2005), bahwa seleksi

menyebabkan perubahan frekuensi gen dan frekuensi genotip yang dapat dilihat dari perubahan rerata dan perubahan ragam populasi.

Setiap siklus seleksi dilakukan rekombinasi genetik guna mempertahankan ragam genetik. Penurunan ragam genetik secara nyata mengindikasikan bahwa rekombinasi genetik yang dilakukan tidak mampu mempertahankan keragaman genetik atau rekombinasi genetik tidak efektif. Sifat bobot tongkol kering panen menunjukkan bahwa pada populasi siklus ke-7 dan ke-8 terjadi penurunan nilai ragam genetik yang besar; berarti rekombinasi genetik mampu mempertahankan keragaman genetik populasi hingga siklus keenam; namun untuk brangkasan segar per tanaman efektif hingga siklus kedua. Penurunan ragam genetik secara nyata terjadi pada siklus kedelapan; berarti rekombinasi genetik efektif hingga siklus ketujuh. Peter dan Lamkey (2000) memperoleh, bahwa ragam genetik daya hasil jagung tidak berubah setelah dilakukan lima siklus seleksi. Hasil penelitian Sudika (1992), bahwa ragam genetik aditif hasil berubah setelah dua siklus seleksi massa untuk tongkol layak jual pada tanaman jagung manis.

Seleksi massa dengan indeks seleksi menyebabkan perubahan rerata populasi pada setiap siklus seleksi, seperti terlihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Rata-rata tinggi tanaman, jumlah daun total, jumlah daun segar saat panen dan bobot brangkasan segar per tanaman setiap perlakuan

Perlakuan	Sifat-sifat yang diamati			
	1	2	3	4
P0	179,52 a	10,85	6,00 a	219,58 a
P1IS	182,54 a	10,95	6,85 b	284,86 b
P2IS	198,74 b	11,00	6,77 b	275,22 b
P3IS	194,11 b	10,92	7,00 b	281,94 b
P4IS	194,01 b	10,42	7,00 b	279,45 b
P5IS	193,36 b	11,12	7,13 b	330,88 b
P6IS	205,94 b	10,92	6,80 b	340,61 b
P7IS	206,47 b	11,40	7,25 b	346,62 b
P8IS	209,65 b	11,40	7,32 b	351,47 b
$BNT_{0,05}$	10,89		0,54	43,65

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan P0 pada uji $BNT_{0,05}$, 1. tinggi tanaman (cm), 2. jumlah daun total per tanaman (helai), 3. jumlah daun segar per tanaman saat panen (helai) dan 4. bobot brangkasan segar per tanaman (g).

Pada Tabel 4 terlihat, bahwa jumlah daun segar saat panen dan bobot brangkasan segar lebih besar dibanding populasi awal mulai siklus pertama; namun tinggi tanaman mulai siklus

kedua. Jumlah daun total per tanaman tidak mengalami peningkatan akibat delapan siklus seleksi. Pada Tabel 5 terlihat pula, bahwa diameter tongkol lebih besar sejak siklus pertama; panjang tongkol dan bobot tongkol kering panen per tanaman sejak siklus kelima dan untuk daya hasil (bobot biji kering pipil per tanaman) lebih tinggi dibanding populasi awal sejak siklus keenam. Nilai koefisien korelasi fenotipik antara daya hasil dengan sifat lain disajikan pada Tabel 6. Pada Tabel 6 terlihat, seluruh sifat yang diamati memiliki nilai koefisien korelasi positif nyata dengan daya hasil; namun besarnya berlainan. Jumlah daun total per tanaman dan jumlah daun segar saat panen per tanaman memiliki nilai koefisien korelasi < 0,50 dan sifat lain > 0,50.

Tabel 5. Rata-rata sifat komponen hasil dan hasil tanaman jagung setiap perlakuan

Perlakuan	Sifat sifat yang diamati			
	1	2	3	4
P0	4,01 a	10,48 a	103,18 a	57,21 a
P1IS	4,16 b	11,07 a	114,82 a	58,80 a
P2IS	4,21 b	11,62 a	118,17 a	62,44 a
P3IS	4,12 b	11,63 a	117,97 a	59,69 a
P4IS	4,16 b	11,91 a	118,51 a	62,66 a
P5IS	4,20 b	12,32 b	121,38 b	65,06 a
P6IS	4,30 b	12,57 b	127,78 b	70,54 b
P7IS	4,37 b	12,73 b	130,08 b	75,83 b
P8IS	4,43 b	13,10 b	137,41 b	81,28 b
$BNT_{0,05}$	0,13	1,54	17,82	9,58

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata dengan P0 pada uji $BNT_{0,05}$, 1. diameter tongkol (cm), 2. panjang tongkol (cm), 3. bobot tongkol kering panen per tanaman (g) dan 4. Bobot biji kering pipil per tanaman (g).

Tabel 6 Nilai koefisien korelasi antar sifat dengan daya hasil (bobot biji kering pipil Per tanaman)

No	Sifat yang Diamati	Koefisien korelasi dengan daya hasil
1	Tinggi tanaman	0,70 s
2	Jumlah daun	0,43 s
3	Jumlah daun segar	0,49 s
4	Bobot berangkasan segar	0,63 s
5	Diameter tongkol	0,87 s
6	Panjang tongkol	0,70 s
7	Bobot tongkol kering panen	0,85 s

Rata-rata daya hasil lebih tinggi dibanding populasi awal sejak siklus keenam; bahkan oleh Aini (2018), membuktikan daya hasil tersebut lebih tinggi sejak siklus kelima. Peningkatan rerata terjadi karena setiap siklus seleksi terjadi peningkatan frekuensi gen dan frekuensi genotip daya hasil. Beberapa sifat meningkat secara nyata sejak siklus pertama dan ada juga yang meningkat sejak siklus kedua. Hal ini dapat terjadi karena setiap sifat disusun oleh jumlah lokus yang berlainan, sehingga perubahan frekuensi gen dan fekuensi genotipenya berlainan. Lokus-lokus penyusun setiap sifat dalam kromosum dapat terjadi tautan dan keeratan tautan tersebut dapat dilihat dari korelasinya. Rata-rata daya hasil lebih tinggi pada P8IS terjadi karena tanaman lebih tinggi (Tabel 4), ukuran tongkol lebih besar dan lebih panjang serta bobot tongkol lebih tinggi (Tabel 5). Nilai koefisien korelasi sifat-sifat tersebut juga mendukung, yakni korelasinya positi nyata. Tanaman yang tinggi akan memiliki kemampuan menangkap cahaya matahari lebih banyak, sehingga fotosintat yang dihasilkan lebih banyak. Fotosintat yang banyak mampu diterima oleh *sink* tanaman sehingga akan menyebabkan komponen hasil dan hasil yang lebih tinggi. Hal sama diperoleh oleh Subaedah, *et al*. (2016) dan Silva *et al*. (2004), bahwa daya hasil semakin tinggi akibat tongkol semakin panjang dan oleh Abdalla, *et al*. (2010), daya hasil memiliki koefisien korelasi positif nyata dengan bobot tongkol kering panen. Nilai koefisien korelasi daya hasil dengan panjang tongkol dan bobot tongkol kering panen berturut-turut 0,70 an 0,85 (Tabel 6).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

a. Ragam genetik total daya hasil, bobot tongkol kering panen, dan berangkasan segar populasi hasil seleksi massa menggunakan indeks seleksi lebih kecil dibanding populasi awal.
b. Rata-rata daya hasil, bobot tongkol kering panen, dan berangkasan segar populasi hasil seleksi siklus delapan lebih tinggi dibanding populasi awal.
c. **S**ebaiknya tidak dilakukan seleksi lagi, namun perlu adanya upaya untuk meningkatkan keragaman genetik khususnya untuk sifat yang diseleksi dan sifat yang diperbaiki, yaitu bobot tongkol kering panen, bobot berangkasan segar, dan bobot biji kering pipil (daya hasil).

DAFTAR PUSTAKA

Abdalla, A., M. F. Mahmoud & A. M. El. Naim. 2010. Evaluation of Some Maize (*Zea mays* L.) Varieties in Different Enviromnents of The Nuba Mountain, Sudan. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 4 (12): 6605 – 6610.

Aini, H. 2018. Uji Daya Hasil Tanaman Jagung Hasil Seleksi Indeks Di Lahan Kering (Skripsi). Fakultas Pertanian Unram. Mataram.

Andriani, Suwarni W.B. & Sutjahjo S.H. 2015. Pendugaan Keragaman Genetik dan Heritabilitas Jagung Hibrida Silang Puncak pada Perlakuan Cekaman kekeringan. *Informatika Pertanian*. 24: 91-100.

Anonymous. 2012. Metode Seleksi Indeks. *http://pttitb.wordpress.com/category/06- seleksi-berdasarkan-karakter-kriteria-seleksi/62-seleksi-langsung/*.[Diakses November 2018].

Basuki, N. 2005. Genetika Kuantitatif. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.

CKB Maize. 2007. What Is Hybrid Maize ?. *http://www. knowledgebank.irri.org/ ckb/quality* (Diakses, 23 Januari 2014).

Kutka, F. 2011. Open-Pollinated vs Hybrid Maize Cultivars. Sustainability, 3 (9): 1531 – 1554.

Mejaya, M. J., Azrai % R. N. Iriany. 2010. Pembentukan Varietas Unggul Jagung Bersari Bebas. Hal. 55 - 73. *Dalam* Jagung: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta.

Nasrullah. 1994. Agriculture - Short Course Plant Breeding. Vol. 2.. Universitas Mataram, Lombok Indonesia. 124 p.

Peter S. G. & K. R. Lamkey. 2000. Effective Population Size and Genetic Variability in the BS11 Maize Population. Crop Sci. (40):338–346.

Soemartono, Nasrullah & Hari Hartika.1992. Genetika Kuantitatif Dan Bioteknologi Tanaman. PAU Bioteknologi UGM. Yogyakarta 371h.

Silva, A.R., C.L. Souza Jr., A.M. Aguiar & A.P. de Souza. 2004. Estimates of Genetic Variance and Level of Dominance in a Tropical Maize Population. I. Grain Yield and Plant Traits. Maydica, 49: 65 – 71.

Subaedah, St., A. Takdir, Netty & D. Hidrawati. 2016. Evaluation of Potential Production of Maize Genotypes of Early Maturity in Rainfed Lowland. International of Agricultural and Biosystems Engineering. Vol. 10 (10: 638 – 641.

Sudika, I W. 1992. Perubahan Komponen Varian Genetik Akibat Dua Siklus Seleksi Massa pada Tanaman Jagung Manis (Zea mays saccharata Sturt) (Tesis). Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 51 h.

Sudika I.W., Parwata A.I.G.M. & Soemeinaboedhy S.I.N, 2018. Respon Seleksi Massa Secara Tidak Langsung Terhadap Daya Hasil Tanaman Jagung Selama Tujuh Siklus di Lahan kering. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. 2: 144-152

Syukur M., S. Sujiprihati & R. Yunianti. 2012. Teknik Pemuliaan Tanaman. Penebar Swadaya, Jakarta

Wardyn, B.M., J.W. Edwards & K.R. Lamkey. 2007. The Genetic Structure of a Maize Population: The Role of Dominance. Crop Sci. 47: 467 – 476. doi:10.2135/cropsci.2006.05 .0294.

Potensi Produksi Mutan Bawang Merah (*Allium ascalonicum*L.) Asal Sulawesi Tenggara

(The Potential of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Mutant Production From Southeast Sulawesi)

Ni Wayan Sri Suliartini

Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram
Email: sri.suliartini@gmail.com

ABSTRAK

Bawang merah merupakan bumbu dapur yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi produksi mutan bawang merah asal Sulawesi Tenggara. Bahan penelitian adalah dua kultivar bawang merah asal Sulawesi Tenggara yaitu Kultivar Tomia dan Kultivar Bau-Bau. Pelaksanaan iradiasi gamma dilaksanakan di PAIR BATAN Pasar Jumat Jakarta Selatan. Dosis iradiasi yang digunakan yaitu 2, 4, 6, dan 8 Gy. Penanaman mutan dilaksanakan di kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo. Pengamatan dilaksanakan pada seluruh tanaman mutan dan seleksi dilakukan secara single plant. Hasil penelitian menunjukkan beberapa mutan mengalami penurunan produksi dan sebagian besar mengalami peningkatan produksi dibandingkan tetua. Seleksi tanaman tunggal pada mutan bawang merah asal Sulawesi Tenggara berdasarkan karakter produksi memperoleh 15 mutan asal kultivar Bau-Bau dan 23 mutan asal kultivar Tomia.

Kata kunci: bawang merah, produksi, mutan, Sulawesi Tenggara.

ABSTRACT

Shallots are a very important cooking spice in everyday life. This study aims to determine the potential of shallot mutant production from Southeast Sulawesi. The research material was two shallot cultivars from Southeast Sulawesi, namely the Bau-bau Cultivar and the Tomia Cultivar. The gamma irradiation was carried out at PAIR BATAN Pasar Jumat, South Jakarta. Iradiation dose used were 2, 4, 6 dan 8 Gy. Mutant planting was carried out in the experimental garden of the Faculty of Agriculture at Halu Oleo University. Observations were carried out on all mutant plants and selection was carried out in a single plant. The results showed that some mutants had decreased production and most had increased production compared to parent.
Keywords: shallot, yield, mutant, Southeast Sulawesi

PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu bumbu dapur yang sangat penting. Selain dikonsumsi sebagai bumbu dapur, bawang merah juga digunakan untuk menambah cita rasa masakan dan sebagai obat tradisional (Aryanta, 2019). Senyawa

aktif dalam umbi bawang merah berperan menetralkan zat toksin berbahaya serta antioksidan alami yang mampu menekan mengikat radikal bebas yang berbahaya bagi kesehatan (Kuswardhani, 2016). Bawang merah dikonsumsi mentah sebagai obat bagi terapi penyakit degenerative seperti gangguan kardiovaskuler, hipertensi, gangguan fungsi ginjal, stroke, diabetes mellitus, obesitas dan kanker (Aryanta, 2019). Potensinya sebagai anti kanker dan anti inflamasi sedang dikaji oleh Motlagh *et al*. (2011). Kandungan gizi dan nilai gizi dalam 100 g bawang merah mentah adalah energy 72 kkal; air 79,80 g; karbohidrat 16,80 g; gula total 7,87 g; serat total 3,2 g; protein 2,5 g; lemak total 0,1 g; asam lemak jenuh0,089g; asam lemak tak jenuh tunggal 0,011 g; asam lemak tak jenuh majemuk 0,249 g; vitamin C 31,2 mg; vitamin B1 (thiamin) 0,20 mg; vitamin B2 (riboflavin) 0,11 mg; vitamin B3 (niasin) 0,7mg; vitamin B6 (piridoksin) 1,235mg; vitamin B9 (asam folat) 3 ug; dan vitamin A 9 IU (Kuswardhani, 2016).

Sampai saat ini Indonesia belum mmpu mencukupi kebutuhan bawang merah dalam negeri, meskipun impor sudah ditekan. Pada bulan Januari sampai dengan September 2015 Indonesia masih impor bawang merah sebanyak 15.700 ton untuk memenuhi kebutuhan industri (Sinartani, 2016). Untuk memenuhi kebutuhan bawang merah dalam negeri, menekan impor dan mempercepat ekspor, Kementerian Pertanian akan melakukan upaya khusus peningkatan produksi bawang merah. Salah satu strategi pemerintah untuk mencapai target produksi bawang merah sejumlah 1.291.125 ton pada tahun 2016, yaitu meningkatkan produksi dan produktivitas bawang merah.

Kenyataan ini menunjukkan bahwa pengembangan bawang merah masih terbuka lebar (Suriani, 2011), namun produksi yang diusahakan petani masih rendah, rata-rata 9,45 ton ha^{-1} terutama Pulau Jawa (BPS, 2009), di luar Pulau Jawa, Sumatera, dan Sulawesi mencapai 8,05 ton ha^{-1} (Sinartani, 2013). Daerah penghasil utama bawang merah di Indonesia adalah Brebes, Cirebon, Pekalongan, Tegal, Wates dan Solo (Kuswardhani, 2016).

Keragaman plasma nutfah sangat penting dalam pengembangan suatu varietas. Tanaman bawang merah memiliki keragaman morfologi yang cukup tinggi. Degewione *et al*. (2011) menemukan adanya keragaman morfologi dan agronomi pada 11 aksesi bawang merah asal Ethiopia. Sementara itu 11 aksesi India juga ditemukan memiliki keragaman morfologi pada karakter umbi dan daun (Akter *et al*., 2015). Tiga puluh empat genotipe bawang merah dari berbagai daerah di Indonesia hasil koleksi Pusat Kajian Hortikultura Tropika Institut Pertanian Bogor juga menunjukkan keragaman morfologi dari 24 karakter morfologi yang diamati (Sari, *et al*., 2017).

Metode induksi mutasi merupakan salah satu program pemuliaan tanaman untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman. Mutasi dapat menghasilkan karakter baru yang belum ada sebelumnya (Aisyah, 2009). Kelebihan lain dari induksi mutasi adalah dapat mematahkan gen yang linkage. Induksi mutasi menyediakan populasi dasar dengan tingkat keragaman tinggi sebagai bahan dasar seleksi (Suliartini *et al*., 2015; 2016; 2018a; 2018b).

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian yaitu dua landrace bawang merah asal Sulawesi Tenggara yaitu Kultivar Bau-bau dan Kultivar Tomia. Perlakuan iradiasi dilakukan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radioaktif Badan Tenaga Atom Nasional (PATIR BATAN) pada dosis 2, 4, 6, dan 8 Gy. Penelitian dilakukan di Green house Kebun Percobaan II Fakultas Pertanian Universitas Halu Oleo yang berlangsung dari bulan Juli hingga September 2017. Setiap dosis ditanam sebanyak 45 umbi bawang merah. Pengamatan dilakukan terhadap berat kering umbi per rumpun.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanaman bawang merah merupakan salah satu tanaman hortikultura yang mendapat perhatian baik dari pemerintah maupun masyarakat. Tanaman ini memiliki arti penting karena nilai ekonominya maupun kandungan gizinya (Tambunan *et al*., 2014). Kegunaannya baik sebagai bumbu dapur, penambah cita rasa masakan maupun sebagai obat tradisional.

Permintaan bawang merah untuk konsumsi dan untuk bibit dalam negeri mengalami peningkatan, sehingga pemerintah harus mengimport bawang merah. Peningkatan produksi melalui intensifikasi dan ekstensifikasi perlu dilakukan untuk menekan volume import. Salah satu cara peningkatan produksi melalui intensifikasi adalah perbaikan varietas unggul. Perbaikan varietas melalui induksi mutasi sudah banyak dilakukan. Seleksi pada populasi dasar dengan keragaman genetik yang tinggi akan menghasilkan genotipe dengan karakter-karakter unggul yang diinginkan. Hal senada diungkapkan oleh Sari *et al*. (2017) bahwa pengembangan bawang merah membutuhkan keragaman genetik pada plasma nutfah bawang merah.

Iradiasi gamma mengakibatkan keragaman bobot kering umbi mutan bawang merah pada semua dosi iradiasi, baik pada kultivar asal Bau-bau maupun Tomia. Keragaman tersebut disebabkan oleh keragaman genetik akibat perubahan gen, bentuk kromosom maupun jumlah kromosom. Hal ini sesuai dengan pendapat Soeranto (2003) bahwa mutasi

dapat menyebabkan perubahan genetik yang mengakibatkan keragaman genetic. Keragaman kromosom akibat perlakuan mutasi juga dimati oleh Suminah *et al*. (2002) pada penelitian bawang merah yang dimutasi dengan kolkhisin 1%.

Tabel 1. Produksi Mutan Bawang Merah Kultivar Bau-Bau

Genotipe	Berat kering (g)	IS (2*STD)	Genotipe	Berat kering (g)	IS (2*STD)	Genotipe	Berat kering (g)	IS (2*STD)
B2M1-3	19.25	*	B4M1-9	1.16	n	B6M1-13	13.58	*
B2M1-4	19.75	*	B4M1-10	9.83	n	B6M1-14	4.83	n
B2M1-5	21.22	*	B4M1-12	5.26	n	B6M1-15	1.9	n
B2M1-8	9.86	n	B4M1-13	9.26	n	B6M1-16	12.01	n
B2M1-9	13.32	*	B4M1-18	11.57	n	B6M1-19	11.68	n
B2M1-12	15.76	*	B4M1-20	12.3	n	B6M1-23	0.6	n
B2M1-15	2.85	n	B4M1-21	5.5	n	B6M1-24	6.36	n
B2M1-16	1.93	n	B4M1-24	0.8	n	B6M1-25	8.9	n
B2M1-17	7.91	n	B4M1-28	3.04	n	B6M1-27	8.66	n
B2M1-19	30.37	*	B4M1-31	5.53	n	B6M1-28	9.82	n
B2M1-20	40.28	*	B4M1-35	32.63	*	B6M1-30	8.21	n
B2M1-21	20.06	*	B4M1-42	16.46	*	B6M1-31	5.37	n
B2M1-23	8.38	n	B4M1-43	4.2	n	B6M1-32	2.17	n
B2M1-24	11.65	n	B6M1-1	2.53	n	B6M1-34	7.16	n
B2M1-26	2.24	n	B6M1-2	12.5	n	B6M1-39	7.32	n
B2M1-27	5.89	n	B6M1-3	5.64	n	B6M1-44	2.71	n
B2M1-28	16.71	*	B6M1-4	9.91	n	B8M1-16	1.78	n
B2M1-31	21.81	*	B6M1-6	4.09	n	B8M1-30	6.24	n
B2M1-33	12.54	n	B6M1-8	8.94	n	B8M1-44	4.84	n
B2M1-36	22.34	*	B6M1-10	0.83	n	Tetua	6.015625	
B4M1-3	13.31	*	B6M1-11	11.2	n	indeks seleksi	13.14	
B4M1-8	7.77	n	B6M1-12	9.47	n	Genotipe terseleksi		15

Hasil penelitian menunjukkan sebagian mutan bawang merah mengalami penurunan produksi dan lainnya mengalami peningkatan produksi akibat induksi mutasi dengan iradiasi gamma. Pada mutan bau-bau, dari 33 genotipe mutan yang hidup dan mampu bertahan hingga produksi, 15 genotipe terseleksi berdasarkan karakter produksi. Produksi mutan-mutan tersebut lebih tinggi (rerata tetua ditambah dua kali simpangan baku) dari kultivar asalnya/tetua yang memiliki rerata produksi 6,016 g per tanaman. Genotipe mutan tersebut adalah B2M1-3, B2M1-4, B2M1-5, B2M1-9, B2M1-12, B2M1-19, B2M1-20, B2M1-21, B2M1-28, B2M1-31, B2M1-36, B4M1-3, B4M1-35, B4M1-42, dan B6M1-13.

Ada 23 mutan asal Kutivar Tomia yang terseleksi. Mutan-mutan tersebut memiliki bobot kering umbi diatas 15,48 g per tanaman, sementara tetuanya hanya 8,26 g per tanaman. Hasil yang sama diperoleh Adelia et al. (2016) pada penelitian bawang putih yang mengalami peningkatan massa siung bawang putih akibat iradiasi sinar gamma.

Tabel 2. Produksi Mutan Bawang Merah Kultivar Tomia

Genotipe	BKU (g)	IS (2*STD)	Genotipe	BKU (g)	IS (2*STD)	Genotipe	BKU (g)	IS (2*STD)
T2M1-8	10.77	n	T4M1-34	28.5	*	T6M1-34	8.19	n
T2M1-12	14.08	n	T4M1-35	23	*	T6M1-35	27.4	*
T2M1-13	24.26	*	T4M1-36	15.6	*	T6M1-36	17.13	*
T2M1-18	21.94	*	T4M1-37	2.52	n	T6M1-39	15.28	n
T2M1-19	4.92	n	T4M1-38	14.2	n	T6M1-40	11.13	n
T2M1-28	17.8	*	T4M1-39	15.15	n	T8M1-1	3.95	n
T2M1-29	18.6	*	T6M1-1	11.91	n	T8M1-2	0.81	n
T2M1-35	19.65	*	T6M1-3	9.47	n	T8M1-4	6.91	n
T2M1-36	16.64	*	T6M1-5	22.03	*	T8M1-6	0.8	n
T2M1-37	41.81	*	T6M1-9	18.79	*	T8M1-12	2.72	n
T2M1-38	7.8	n	T6M1-10	9.93	n	T8M1-13	3.01	n
T4M1-1	7.89	n	T6M1-12	8.77	n	T8M1-17	5.04	n
T4M1-2	4.17	n	T6M1-13	6.94	n	T8M1-18	4.2	n
T4M1-5	16.42	*	T6M1-14	4.09	n	T8M1-19	6.39	n
T4M1-6	18.26	*	T6M1-15	7.88	n	T8M1-21	9.23	n
T4M1-7	10.47	n	T6M1-16	14.07	n	T8M1-22	4.04	n
T4M1-8	8.13	n	T6M1-17	13.23	n	T8M1-23	1.26	n
T4M1-13	3.9	n	T6M1-18	13.87	n	T8M1-25	11.84	n
T4M1-16	16.74	*	T6M1-20	5.81	n	T8M1-26	10.03	n
T4M1-17	26.97	*	T6M1-22	8.83	n	T8M1-29	1.56	n
T4M1-19	7.64	n	T6M1-23	24.56	*	T8M1-34	4.52	n
T4M1-22	13.26	n	T6M1-24	15.42	n	T8M1-39	1.05	n
T4M1-24	26.28	*	T6M1-26	24.76	*	T8M1-40	2.17	n
T4M1-25	8.77	n	T6M1-27	9.68	n	Tetua	8.2584	
T4M1-29	11.83	n	T6M1-28	10.96	n	IS	15.48	
T4M1-32	20.14	*	T6M1-29	11.6	n	Jumlah mutan		77
T4M1-33	16.97	*	T6M1-30	4.99	n	Jumlah individu terseleksi		23

Mutan bawang merah yang diberi perlakuan mutasi pada dosis 8 Gy tidak ada yang terseleksi karena memiliki produksi lebih rendah dari nilai indeks seleksi tetuanya. Hal ini disebabkan karena dosis iradiasi 8 Gy merupakan dosis yang lebih tinggi dari nilai lethal

dosis 50% (LD50) (Suliartini *et al*., 2019). Kerusakan genetik yang terjadi sangat tinggi sehingga tanaman tidak mampu hidup dan bertahan.

Mutan bawang merah asal Bau-bau lebih sedikit yang terseleksi dibandingkan mutan asal Tomia. Hal ini disebabkan karena jumlah mutan Tomia yang tumbuh dan bertahan hidup lebih banyak dibandingkan mutan asal Bau-Bau. Ada 77 mutan yang hidup dan berproduksi pada mutan asal Tomia sedangkan pada mutan asal Bau-bau ada 63 mutan. Menurut Suliartini *et al*. (2019) kultivar Bau-bau lebih sensitive terhadap iradiasi gamma dibandingkan Kultivar Tomia.

Dari 2 kultivar yang diperlakukan dengan iradisi gamma, ada 38 genotipe mutan yang terseleksi. Genotipe-genotipe tersebut berpotensi untuk dikembangkan menjadi calon galur varietas unggul melalui pengujian-pengujian lebih lanjut.

KESIMPULAN

Seleksi tanaman tunggal pada mutan bawang merah asal Sulawesi Tenggara berdasarkan karakter produksi (rerata tetua + 2.STD) memperoleh 15 mutan asal kultivar Bau-Bau dan 23 mutan asal kultivar Tomia. Genotipe-genotipe tersebut berpotensi untuk dikembangkan menjadi calon galur varietas unggul

SARAN

Perlu dilakukan seleksi dan pengujian lebih lanjut untuk memperoleh galur-galur berproduksi tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Adelia, K.A.C., Pasangka, B., dan Bukit, M. Penerapan radiasi multigamma untuk pengembangan bawang putih lokal Timor. JFISA 1 (1): 66-71. https://ejurnal.undana.ac.id/FISA/issue/view/86. Diakses 1 Oktober 2019.

Aisyah, S.I. 2009. Mutasi Induksi Fisik dan Pengujian Stabilitas Mutan yang Diperbanyak secara Vegetatif pada Anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) Disertasi. Institut Pertanian Bogor.

Akter, M.S., Biswas, A., Siddique, S.S., Hossain, S., Ivy, N..2015. Estimation of genetic diversity in onion (*Alliumcepa* L.). Agriculturists 13:26-34.

Aryanta, I.W.R. 2019. Bawang merah dan manfaatnya bagi kesehatan. *E-Jurnal Widya Kesehatan* 1(1).

Kuswardhani, D. S. 2016. Sehat Tanpa Obat dengan Bawang Merah-Bawang Putih. Penerbit Rapha Publishing. Yogyakarta.

Badan Pusat Statitik (BPS). 2009. Survei Pertanian Statistik tanaman sayuran dan buah. Agriculture Survay Statistik of vegetable and fruit plant Indonesia 2007. Badan Statistik Jakarta Indonesia.

Degewione, A., Alamerew, S., Tabor, G. 2011. Genetic variability and association of bulb yield and related traits in shallot (*Allium cepa* var *aggregatum* DON.) *Ethiopia. Inter. J. Agri. Res*. 21:1-20.

Motlagh, H.R., Mustafaeie, A., Mansouri, K. 2011. Anti-cancer and anti-inflammatory activities of shallot (*Allium cepa* L.) extract. *Arch. Med. Sci*. 1:38-44.

Sari V, Miftahudin dan Sobir. 2017. Keragaman Genetik Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Berdasarkan Marka Morfologi dan ISSR. In English: *Genetic Diversity of Shallot (Allium cepa L.) Based on Morphological and ISSR Markers. J. Agron. Indonesia* 45(2):175-181.

Sinar Tani. 2013. Membangun kemandirian Agribisnis. Tabloid Edisi 27 Maret tanggal 2 April 2013 no. 3500XLII.

Sinar Tani 2016. Strategi dan Peran PPL dalam Meningkatkan Produksi Bawang Merah. Editor Julianto. https://tabloidsinartani.com/detail/indeks/mimbar-penyuluhan/3136-strategi-dan-peran-ppl-dalam-meningkatkan-produksi-bawang-merah. Di download tanggal 1 Oktober 2019

Soeranto, H. 2003. Peran iptek nuklir dalam pemuliaan untuk mendukung industri pertanian. hlm. 308-316. *Dalam* K. Abraham, Y. Arrianto, D.W. Nurhayati, Sujatmoko, R. Sukarsono, T.T. Basuki, A. Takazani, IGN J. Sarjono, T. Marjiatmono, Syarif, Sudianto, Samin, T. Tjiptono, dan D. Sujiko (*eds*.) Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir 8 Juli 2003. P3TM Batan.Yogyakarta.

Suliartini, NWS., Kuswanto, Basuki, N., Soegianto, A. 2015. Peningkatan keragaman hasil dan sifat agronomis lain pada dua kultivar padi gogo beras merah lokal melalui induksi mutasi. Disertasi. Program Pascasarjana Faculty of Agricultural, Brawijaya University.

Suliartini, NWS., Kuswanto, Basuki, N., Soegianto, A. 2016. Superior lines candidates evaluation of two local red rice Southeast Sulawesi cultivars (Indonesia) derived from gamma rays irradiation techniques. International Journal of Plant Biology 7(6475): 64-67

Suliartini, NWS., Wijayanto, Madiki, Boer, Muhidin, Juniawan. 2018a. Relationship of Some Upland Rice Genotype After Gamma Irradiation. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. **122** (2018) 012033

Suliartini, NWS, T. Wijayanto, Madiki, D.Boer, Muhidin, M.Tufaila. 2018b. Yield potential improvement of upland red rice using gamma irradiation on local upland rice from Southeast Sulawesi Indonesia. *Bioscience Research* 15(3):1673-1678.

Suliartini NWS, Asniah, Nuraida WO, 2019. Radiosensitivitas bawang merah (A*llium ascalonicum*L.) lokal Sulawesi Tenggara terhadap iradiasi gamma (T*he radiosensitivity of Southeast Sulawesi local oniontо gamma irradiation*). *Crop Agro* 12 (2): 9-16.

Suminah, Sutarno, Setyawan AD. 2002. Induksi Poliploidi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Pemberian Kolkisin. *Biodiversitas* 3(1): 174-180.

Suriani, N., 2011. Bawang Bawa Untung. Budidaya Bawang Merah. Cahaya Atma Pustaka Yogyakarta.

Tambunan, WA, Sipayung R, Sitepu FE. 2014. Pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian pupuk hayati pada berbagai media tanam (Growth and Production of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) to the Application of Biofertilizer in the Variety of Plants Media. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 2 (2): 825 -836.

PENGARUH SISTEM IRIGASI, BIOCHAR, PUPUK HAYATI DAN FITOSAN TERHADAP PERTUMBUHAN, HASIL DAN EFISIENSI IRIGASI UNTUK TANAMAN SORGUM DI TANAH PASIRAN LAHAN SUB OPTIMAL KERING DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

The Influence of Irrigation Methods, Biochar, Biofertilizer and Fotosan Application on Growth, Yield and Irrigation Efficiency of Sorghum Plant in Dryland Sandy Soil of North Lombok

Sukartono[1*], Suwardji[1], M.Khairul Azmi[2]

[1]Program Studi Ilmu Tanah Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram
[2]Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
[*]email: suwardji@unram.ac.id

ABSTRAK

Lahan kering di Indosesia sangat luas yaitu sekitar 67 juta hektar termasuk di wilayah Provinsi Nusa Tengara Barat (NTB) merupakan daerah yang sebagian besar wilayahnya terdiri dari lahan sub optimal kering (LSOK)seluas 1.807.463 ha, yang memiliki berbagai kendala dalam pengembangannya antara lain: memiliki tekstur tanah yang kasar yang didominasi pasir dan ketersedian air yang sangat terbatas karena memiliki bulan basah 3-4 bulan dengan curah hujan yang eratik (tidak menentu). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh sistem irigasi (leb dan tetes), serta biochar dan pupuk hayati serta hormon tumbuh fitosan terhadap pertumbuhan, hasil dan efesiensi penggunaan air irigasi tanaman sorgum di LSOK di Lombok Utara. Penelitian lapangan dilakukan di Teaching Farm Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram di Desa Akar Akar Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara dari bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019 menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot*), dengan perlakuan petak utama dua sistem irigasi yaitu sistem irigasi leb (IL) dan sistem irigasi tetes(IT) dan anak petak terdiri dari 6 perlakuan (kontrol; biochar 10ton/ha; fitosan 5 cc/liter; biochar 10ton/ha + fitosan 5 cc/liter; pupuk hayati IMR 2kg/ha dan biochar 10 ton/ha + pupuk hayati IMR 2kg/ha dengan tiga ulangan sehingga di dapatkan 18 anak petak pada setiap sistem irigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) Kombinasi pemberian bahan pembenah tanah biochar dan Inokum Mikroba Ryzozfer (IMR) mampu meningkatkan berat kering vegetatif maksimum tanaman sorgum sebesar 87%. (2) Perlakuan pemberian bahan pembenah tanah biochar dan fitosan mampu meningkatkan produksi tanaman sorgum sebesar 52%. (3) Sistem irigasi leb dan irigasi tetes tidak berpegaruh terhadap bobot kering tanaman sorgum, namun bahan pembenah tanah berpengaruh terhadap berat kering vegetatif maksimum tanaman sorgum. (4) Terdapat pengaruh efesiensi penggunaan air irigasi pada sitem tetes 23.14 mm/ha dan sistem irigasi leb 12.42 mm/ha dengan kombinasi perlakuan pembenah tanah akan tetapi kedua sistem irigasi tidak terjadi interaksi terhadap bobot biji panen tanaman sorgum.

Kata kunci: biochar, pupuk hayati, sistem irigasi, sorgum

ABSTRACT

The dry land in Indonesia is very wide, which is around 67 million hectares including some those in the West Nusa Tenggara Province which covering area of 1,807,463 ha. There are some constrains to develop these dryland become a productive dryland farming such as coarse soil texture and low water availability as a result of climatic condition with only 3 moths of wet month with eratic rainfall. The aims of this study is determine the effect of the irrigation methods (flooding and drip irrigation), biochar, biofertilizers and phytosan application on growth, yield and irrigation efficiency of sorghum plant in the sandy soil of dryland of the North Lombok. Field research was conducted at the Teaching Farm Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Mataram in Akar Akar Village, Subdistric of Bayan of North Lombok Regency from October 2018 to February 2019. The experimental design used in this study was a split plot design, with the main plot treatment of two irrigation methods namely the flooding irrigation method (IL) and drip irrigation method (IT) and subplots consist of 6 treatments (control; biochar 10tons/ ha; phytosan 5 cc/liter; biochar 10 tons/ha + phytosan 5 cc/liter; biological fertilizer IMR 2 kg/ha and biochar 10 tons/ha + biological fertilizer IMR 2kg / ha with three replications so that we get 18 subplots in each irrigation method. The results showed that: (1) The combination of biochar and Rhyzosphere Microbial Inocum (IMR) was able to increase the maximum vegetative dry weight of sorghum plants up to 87%. (2) The treatment of biochar and phytosan can increased the production of sorghum plants up to 52%. (3) Flooding irrigation and drip irrigation methods did not significantly influence the dry weight of sorghum plants, but biofertilozer significantly influenced the maximum vegetative dry weight of sorghum plants. (4) There is an effect of the irrigation efficiency under two irrigation methods width 23.14 mm/ ha for drip irrigation method and 12.42 mm/ha for flooding irrigation method, but those two irrigation methods did not interact with the dry weight and yield of sorghum crop.

Keywords: biochar, biofertilizer, irrigation methods, sweet sorghum

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Permasalahan pangan, energi, dan lingkungan akan menjadi permasalahan besar di masa mendatang bagi Indonesia dengan peningkatan jumlah penduduk yang mencapai 1,4% per tahunnya. Krisis pangan dan energi serta kerusakan lingkungan pada saat ini sudah mulai dirasakan karena kita masih sangat tergaantung pada cara cara konvensional dalam memenuhi kebutuhan pangan khususnya beras dan penggunaan energi yang tidak terbarukan dari bahan fosil yang sudah mulai terbatas ketersediaannya serta kerusakan lingkungan yang mulai banyak dihadapi karena kurangnya memperhatikan prinsip prinsip pembangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, perlu mencari sumber pangan dan energi baru dan terbarukan alternatif yang dapat dikembangkan secara mudah dan murah serta berkelanjutan (Suwarto, 2012). Usaha mencari sumber pangan alternatif non-beras harus terus diupayakan sejalan dengan laju pertambahan penduduk yang sangat besar dan mulai terbatasnya lahan pertanian yang subur untuk pengembangan tanaman padi. Usaha ini tidak terbatas pada tanaman pangan utama (padi) melainkan juga penganekaragaman pangan dengan mengembangkan tanaman pangan alternatif sepetri sorgum yang memiliki potensi cukup besar untuk dikembangkan di lahan sub optimum kering (LSOK) yang masih sangat luas di Indonesia (67 juta hektar) termasuk di Provinsi NTB (1,804 juta hektar).

Sorghum merupakan tanaman pangan alternatif yang memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman sorgum dapat tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi LSOK yang sangat marginal dan bervariasi. Yang membuat pengembangan tanaman sorgum menjadi menarik adalah dapat beradaptasi pada daerah yang sangat luas pada berbagai tipe kondisi biofiksik dan lingkungan di wilayah LSOK. Selain itu tanaman sorgum mempunyai keistimewaan lebih tahan terhadap cekaman kekeringan bila dibandingkan dengan tanaman palawija lainnya seperti jagung, karena tanaman sorgum dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik dengan kebutuhan air yang lebih rendah dibandingkan dengan jagung.

Tanaman jagung memerlukan air sekitar 600-700 mm/hektar sampai panen sedangkan tanaman sorgum hanya memerlukan air sebesar 420-500 mm untuk dapat berproduksi dengan baik (Irwan, *et al*., 2004; Diansyah, 2017).

LSOK di Indonesia sangat luas yaitu sekitar 67 juta hektar yang belum dimanfaatkan secara optimal (Suwardji, *et al*., 2003), termasuk di dalamnya adalah lahan kering di provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). NTB merupakan daerah yang sebagian besar wilaayahnya terdiri dari lahan kering seluas 1.807.463 ha (84 % dari luas daratan NTB). Dari potensi luasan lahan kering yang ada di NTB ada sekitar 466.000 hektar yang berpeluang untuk dikembangkan untuk menjadi daerah pertanian yang produktif (Suwardji, 2007).

LSOK memiliki berbagai kendala dalam pengembangannya menjadi lahan pertanian yang produktif diantaranya (1) ketersedian air yang rendah, (2) jenis tanah yang bertekstur kasar (tanah pasiran), (3) kandungan bahan organik yang rendah dan (4) kesuburan tanah yang rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan LSOK di atas adalah dengan penambahan bahan pembenah tanah lokal seperti biochar. Selain itu penambahan pupuk hayati dan penerapan sistem irigasi yang tepat juga sangat penting guna mengatasi kendala rendahnya ketersediaan air dan upaya meningkatkan efisiensi air penggunaan air pada tanah pasiran tersebut.

Untuk dapat mengembangkan sistem pertanian terpadu berbasis sorgum-ternak dasn sumber energi bioetanol, harus mempertmbangkan hasil produksi biji sorgum, hasil biomasa batang dan daun sorgum serta kadar brik yang dapat memenuhi kriteria yang secara ekonomi menguntungkan dengan teknologi yang mudah, murah dan dapat diterapkan oleh petani.

Berdasarkan uraian di atas dalam upaya mengembangkan alternatif penyediaan pangan dan mencari peluang sumber energi baru dan terbarukan serta pengembangan produksi daging sapi maka sangatlah penting untuk melakukan penelitian "Pengaruh Sistem Irigasi, Biochar, Pupuk Hayati dan Fitosan Terhadap Pertumbuhan, Hasil Tanaman dan Efesiensi Irigasi Untuk Tanaman Sorgum" di Tanah Pasiran LSOK Kabupaten Lombok Utara.

Tujuan

Mencari skenario penngelolaan tanah dan tanaman yang dapat meningkatkan produksi tanaman sorgum serta meningkatkan efisiensi penggunaan air irigasi di tanah pasiran lahan kering di Kabupaten Lombok Utara.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan, cangkul, tali rafia, bambu, pipa, gembor, meteran, timbangan, selang, *water meter*, *hand sprayer*, sekop, tangki penampung air, parang, sabit, tugal, kantong pelastik, triplek, palu, paku, bambu, kamera dan alat tulis menulis. Bahan yang telah digunakan dalam penelitian ini adalah benih sorgum, biochar tempurung kelapa, fitosan, pupuk hayati IMR, pupuk ponska, pestisida curacron.

Metode

Percobaan ini menggunakan metode ekperimental di lapangan pada tanah pasiran lahan kering di Teaching Farm Fakultas Pertanian Universitas Mataram di Desa Akar Akar Kabupaten Lombok Utara yang dilengkapi dengan sistem irigasi leb (*surface irrigation*) dan sistem irigasi tetes (*drip iririgation*) dengan menggunakan rancangan petak terbagi (*split plot*), dengan perlakuan petak utama dua sistem irigasi yaitu sistem irigasi leb (IL) dan sistem irigasi tetes (IT) dan anak petak yang terdiri dari 6 perlakuan, yaitu B0P0 = Kontrol, B1P0 = Biochar (10 ton/ha), B0P1 = Fitosan (5 cc/liter), B1P1 = Biochar (10 ton/ha) + Fitosan (5 cc/liter), B0P2 = Pupuk Hayati IMR (2 kg/ha), B1P2 = Biochar (10 ton/ha)+Pupuk Hayati IMR (2 kg/ha) dan

diulang tiga kali sehingga didapatkan 18 anak petak pada setiap sistem irigasi. Untuk semua plot diperoleh 36 petak percobaan dengan masing masing petak percobaan 1,8 x 7 m^2.

Pelaksanaan Percobaan yaitu persiapan pupuk Phonska, pengelolahan tanah, pembuatan petak percobaan, perendaman benih, penanaman, pemberian pupuk Phonska dibagi 2 kali umur 2 minggu setelah tanam (HST) dan umur 40 HST, pemberian Fitosan 3 kali (15, 40, 67 HST), pemeliharaan**,** pemanenan sorgum dilakukan pada saat malai sorgum yang sudah cukup tua bijinya bernas dan keras. Panen dengan kriteria tersebut dilakukan pada umur 110 hari setelah tanam (HST).

Variabel yang diamati yaitu tinggi tanaman. Pengamatan dilakukan pada tanaman berumur 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 hari setelah tanam (HST), berat berangkasan basah tanaman, berat berangkasan kering diamati saat panen, berat 1000 biji**,** hasil tanaman dan pengukuran kadar brix dilakukan saat tanaman berumur 65, 72, 79, 86, 93 HST dengan interval waktu 7 hari menggunakan alat *refractometer* brix. Pengukuran *brix* dilakukan dengan cara menebang batang sorgum lalu diperas bagian tengah ruas dan dikeluarkan niranya pada 3 titik yaitu pada batang bagian pucuk, tengah, dan batang bagian bawah. Data hasil percoban dianalisis menggunakan analisis keragaman *(Analysis of variance)* pada taraf nyata 5%. Jika ada perlakuan berbeda nyata antar rata-rata, maka dilakukan dengan menggunakan uji lanjut beda nyata jujur (BNJ) pada taraf nya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat kering Vegetatif Maksimum Tanaman

Berdasarkan hasil analisis keragaman antara sistem irigasi (sistem irigasi leb dan sistem irigasi tetes) menunjukkan tidak ada interksi antara kedua faktor utama sistem irigasi (sistem irigasi leb dan sistem irigasi tetes), namun perlakuan bahan pembenah tanah memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap berat kering pertumbuhan vegetatif maksimum (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil analisis rerata pengaruh bahan pembenah tanah menunjukan adanya beda nyata pada rerata bobot berangkasan kering tanaman sorgum (kg/ha)

Perlakuan	Bobot Brangkasan Kering (kg/ha)
P1	23149 b
P2	41666 ab
P3	38194 ab
P4	39930 ab
P5	41666 ab
P6	43402 a

Keterangan:
P1= Control, P2= Biochar, P3= Fitosan, P4= Biochar+ Fitosan, P5= IMR, P6= Biochar+ IMR, BBK= Berat Berangkasan Kering. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Tabel 1 menunjukan adanya beda nyata pada rerata bobot berangkasan kering tanaman sorgum (kg/ha). Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa perlakuan bahan pembenah tanah bochar + IMR (P6) yang paling tinggi mampu meningkatkan berat brangkasan kering yaitu 43402 kg/ha atau mampu meningkatkan bobot brangkasan kering sebesar 87%. Hal ini mungkin disebabkan karena kondisi tekstur tanah yang relatif kasar dan kondisi strukturnya yang sangat poros untuk tanah di Desa Akar Akar mengakibatkan kesuburan fisiknya yang rendah. Untuk memodifikasi sifat fisik dan sekaligus meningkatkan kemampuannya mengikat air, maka perlu dilakukan penambahan bahan pembenah tanah seperti biochar, sehingga air tersedia bagi tanaman meningkat. Di lain pihak penambahan pupuk hayati membantu tanah dapat

meningkatkan sifat biologi tanah untuk membantu dalam mendekomposisi unsur hara yang terkandung di dalam tanah dan sekaligus untuk memperbaiki sifat biologi tanah yang lain.

Berdasarkan data di atas bahwa untuk lahan kering di Desa Akar Akar perlu dilakukan perbaikan kualitas fisik tanah dengan menambahkan biochar (P2) yang mampu meningkatkan berat kering secara nyata, namun ternyata pengaruh biochar dan pupuk hayati IMR secara bersama sama dapat menghasilkan biomasa bahan kering yang tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa disamping untuk memperbaiki sifat fisik tanah yang digunakan untuk penelitan ini yang kesuburan fisiknya rendah, juga sangat diperlukan untuk memperbaiki sifat biologi tanah dengan pupuk hayati. Data hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi bahan pembenah tanah untuk memperbaiki sifat fisik harus diikuti dengan upaya memperbaiki sifat biologi tanah untuk memaksimalkan hasil berangkasan kering pada tanaman sorgum.

Selanjutnya, penambahan biochar juga mampu memberikan lingkungan yang baik juga mampu meningkatkan kelengasan tanah dan sifat sifat kimia yang lain yang diperlukan oleh IMR untuk mampu secara optimal melakukan pendauran unsur hara *insitu*. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil temuan Gani (2010) yang menyatakan bahwa biochar tidak dimanfaatkan oleh mikroba seperti bahan organik lainnya, akan tetapi mampu bertahan dalam waktu yang sangat lama di dalam tanah dan tidak mengganggu keseimbangan karbon dan nitrogen bahkan mampu menahan dan menjadikan air dan nutrisi lebih tersedia bagi tanaman. Widowati, *et al.*, (2012), juga menemukan selain biochar mengandung unsur hara K, juga memiliki fungsi sebagai pembenah tanah dan mampu menahan hara dari pencucian, sehingga pada akhirnya dapat menghasilkan berat kering biomasa tanaman lebih baik dibandingkan kontrol. Hasil yang sama ditemukan Sumei, *et al.*, (2015), yang melaporkan bahwa biochar jenis tempurung kelapa muda mampu meningkatkan berat kering biomasa tanaman jagung hingga 40,83% dan kombinasi pemberian biochar dan pupuk hayati lebih efektif dibandingkan dengan penambahan biochar saja.

Pengaruh Perlakuan terhadap Produksi Tanaman Sorgum

Selanjutnya perlakuan kombinasi bahan pembenah tanah yang berbeda memberikan pengaruh pada peningkatan produksi tanaman sorgum yang nyata (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil analisis rerata pengaruh bahan pembenah tanah terhadap produksi tanaman sorgum (kg/ha).

Perlakuan	Berat Biji Kering (Kg/ha)
P1	4142 c
P2	6243 a
P3	5350 b
P4	6299 a
P5	6243 a
P6	5808ab

Keterangan: P1= Control, P2= Biochar, P3= Fitosan, P4= Biochar + Fitosan, P5= IMR, P6= Biochar + IMR, BBB= Berat Berangkasan Butir. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Data hasil penelitian Tabel 2 menjunjukkan bahwa perlakuan bahan pembenah tanah biochar dan hormon pengatur tumbuh fitosan (P4) yang paling tinggi mampu meningkatkan bobot produksi sebesar 6299 kg/ha atau mampu meningkatkan bobot produksi sekitar 52%. Hal ini dikarenakan bahwa perbaikan kondisi sifat fisik tanah yang mampu mempertahankan kecukupan lengas tanah bagi tanaman dan tersedianya sumber N, P, dan K dari pupuk anorganik yang diberikan masih mampu mencukupi kecukupan kebutuhan hara yang mampu menghasilkan produksi biji sorgum yang lebih baik dari perlakuan P4 dibandingkan dengan

perlakuan P6. Fitosan merupakan fitohormon dalam bentuk polisakarida yang berfungsi sebagai sinyal biologis di dalam sel dan mampu mengatur pertahanan simbiosis, selain itu fitosan merupakan salah satu senyawa organik turunan kitin, berasal dari biomaterial kitin yang dewasa ini banyak di manfaatkan untuk berbagai keperluan sebagai zat pemacu pertumbuhan tanaman (Anisa, 2014). Fitosan mengandung gibrelin, IAA, dan Zeatin (Sasmita dan Haryanto, 2016). Gibrelin berfungsi meransang dan pembelahan sel, terutama meransang pertumbuhan primer. IAA (*Indole Acetate* Acid) berfungsi sebagai hormon pengembangan sel. Sedangkan zaetin berfungsi sebagai mengontrol, memperbanyak dan pemperbaiki kulitas buah serta memperlambat kondisi kekeringan dan keguguran pada bunga, daun dan buah. Sehingga secara langsung dapat meningkatkan hasil tanaman sorgum. Selain itu penambahan bahan pembenah tanah seperti biochar sangat penting untuk memperbaiki sifat fisik tanah dan meningkatnya kemampuan tanah memegang air sehingga meningkatkan air tersedia bagi tanaman untuk dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Peningkatan pertumbuhan dan komponen peningkatan hasil tanaman yang diikuti dengan perbaikan kondisi lengas tanah dan adanya kecukupan hara yang tersedia sehingga mendukung pertumbuhan dan peningkatan hasil tanaman, yang diduga menyebabkan perlakuan P4 lebih unggul dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya (P2, P3, P5, dan P6).

Pengaruh Perlakuan terhadap Efesiensi Penggunaan Air Irigasi

Hasil analisis keragaman pengaruh sistem irigasi dan bahan pembenah tanah terhadap efesiensi penggunaan air irigasi biji panen berbeda nyata antara kedua sistem irigasi, yaitu sistem irigasi leb sebesar 12,42 mm/ha dan sistem irigasi tetes 23,14 mm/ha, akan tetapi tidak ada interaksi kedua sistem irigasi (sistem irigasi leb dan sistem irigasi tetes) dan kombinasinya dengan bahan pembenah (Tabel 3).

Tabel 3. Efesiensi penggunaan air irigasi pada dua sitem irigasi Leb dan Tetes pada berbagai perlakuan terhadap berat biji panen tanaman sorgum (kg/mm/ha).

Perlakuan	Leb			Tetes		
	mm	kg/ha	kg/mm/ha	Mm	kg/ha	kg/mm/ha
P1	466	4138,89	8,87 b	241	4145,83	17,22 b
P2	466	6645,83	14,25 a	241	5841,67	24,26 a
P3	466	5194,44	11,13 a	241	5506,25	22,87 a
P4	466	6569,44	14,08 a	241	6029,86	25,05 a
P5	466	6291,67	13,49 a	241	6194,44	25,73 a
P6	466	5916,67	12,68 a	241	5700,00	23,68 a

Keterangan: P1= Control, P2= Biochar, P3= Fitosan, P4= Biochar + Fitosan, P5= IMR, P6= Biochar+ IMR. Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Tabel 3 memperlihatkan bahwa bahan pembenah tanah yang berasal dari pupuk hayati IMR (P5) memberikan pengaruh terbaik untuk efesiensi penggunaan air irigasi berat kering dan efesiensi penggunaan air irigasi pada produksi biji tanaman sorgum. Hal ini diduga bahwa bahan pembenah tanah seperti pupuk hayati IMR mampu meningkatkan kualitas biologi tanah sehingga kemampuan mendekomposisi bahan organik yang ada di dalam tanah sangat baik sehingga hasil dekomposisi tersedia bagi tanaman seperti ketersediaan unsur hara yang memadai untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan sistem irigasi tetes.

Data ini menunjukkan bahwa, setelah faktor air tercukupi juga faktor kedua yang sangat penting didalam pertumbuhan dan produksi sorgum adalah berkaitan sifat biologi tanah, data ini juga menunjukkan bahwa tanah yang digunakan mempunyai kondisi biologi yang kritis dan diperlukan tambahannya melalui pupuk hayati. Boleh jadi tambahan pupuk hayati mampu meningkatkan pendauran hara *insitu* sehingga tanaman tersedia unsur hara cukup memadai

untuk tumbuh dan berkambangnya tanaman di lahan kering. Hasil yang sama telah di kemukakan oleh Hirjani dan Suwardji (2017) bahwa perlakuan pupuk hayati mampu meningkatkan kadar N di dalam jaringan tanaman akibat pemberian pupuk hayati.

Perlakuan yang paling memberikan efesiensi penggunaan irigasi tertinggi adalah jenis bahan pembenah tanah yang berasal dari pupuk hayati IMR (P5) yaitu pada irigasi tetes 81,87 kg/mm/ha untuk berat kering dan 25,73 kg/mm/ha untuk produksi biji. Kemudian biochar + pupuk hayati (P6), yaitu 173,07 kg/mm/ha untuk berat berangkasan kering dan biochar + fitosan (P4) 25,05 kg/mm/ha untuk produksi biji. Selanjutnya perlakuan biochar + fitosan (P4) = biochar (P2) 158,65 kg/mm/ha untuk berat berangkasan kering dan biochar (P2) 24,26 kg/mm/ha untuk produksi biji, fitosan (P3) 129,80 kg/mm/ha untuk berat berangkasan dan biochar (P2) 24,26 kg/mm/ha untuk produksi biji. Sementara itu, efesiensi penggunaan air irigasi berat berangkasan kering dan produksi biji tanaman sorgum paling rendah sebagai akibat dari tanpa diberikan bahan pembenah tanah dan hormon tumbuh P1 (kontrol).

Berdasarkan data di atas bahwa untuk mengoftimalkan manfaat lahan kering khususnya di Lombok Utara yang kondisi tanahnya berpasir, ketersediaan air yang kurang serta kandungan organiknya yang rendah, sangat tepat menggunakan bahan pembenah tanah berupa biochar, IMR dan hormon pengatur tumbuh dengan sistem irigasi tetes. Hal ini dapat menciptakan kesehatan tanah dan menjaga biota tanah sehingga tanah menyediakan nutrisi yang cukup bagi tanaman, sehingga penggunaan air lebih efesien. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gusniawati, *et al.,* (2008), bahwa jamur *Trichoderma* sp, dapat mempercepat proses dekomposisi alang-alang menjadi humus dan dosis kompos alang-alang 5 ton/ha menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman jagung menjadi lebih tinggi. Putradji (2015) juga melaporkan bahwa pupuk hayati *Trichoderma* sp. dapat memperoses lebih cepat dekomposisi sampah organik rumah tangga dengan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan mikroorganisme dekomposer lainnya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Aqil & Bunyamin (2013) yang melaporkan bahwa penggunaan efisiensi air (WUE) tertinggi (WUE = 6,70) saat jumlah air yang diberikan sejumlah 488 mm/musim dengan hasil biji 3,27 gram/tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kombinasi pemberian bahan pembenah tanah biochar dan pupuk hayati mampu meningkatkan berat kering vegetatif maksimum tanaman sorgum sebesar 87%.
2. Perlakuan pemberian bahan pembenah tanah biochar dan fitosan mampu meningkatkan produksi tanaman sorgum sebesar 52%.
3. Sistem irigasi leb dan irigasi tetes tidak berpegaruh terhadap bobot kering tanaman sorgum, namun bahan pembenah tanah berpengaruh terhadap berat kering vegetatif maksimum tanaman sorgum.
4. Terdapat pengaruh efesiensi penggunaan air pada sitem irigasi tetes 23,14 kg/mm/ ha dan sistem irigasi leb 12,42 kg/mm/ha dengan kombinasi perlakuan pembenah tanah terhadap bobot biji panen tanaman sorgum.

DAFTAR REFERENSI

Anisa, F. 2014. Pengaruh Citosan dan CoumarinTerhadap Pertumbuhan dan Hasil Benih KentangG2 Kultivar Granola. Agric. Sci. J. Vol 1 No. 4: 100-10.

Aqil, M. dan Bunyamin, Z. 2013. Optimalisai Pengelolaan Agroklimat Pertanaman Sorgum. Seminar Nasional Inovasi Teknologi Pertanian, 2013. Balai Penelitian Tanaman Serelia.

Gani, A. 2010. Multiguna Arang Hayati Biochar. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Sinar Tani edisi 13-19 Oktober 2010.

Gusniawati, Fatia, N.M.E., dan Arief, R. 2008. Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jung Dengan Pemberian Kompos Alag-alag. Jural Agronomi 12(2): 23-27.

Hirjani dan Suwardji. 2017. Pengaruh dosis pupuk NPK dan Pupuk kandang terhdap pertumbuhan, hasil, serapan N dan efisiensi penggunaan air tanaman sorgum di tanah pasiran lahan kering Lombok Utara. Laporan Penelitian.

Irwan, W., Wahyudi, A., Susilawati, R., dan Nurmala, T. 2004. Intraksi Jarak tanam dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Komponen Hasil Dan kadar Hara Tepung Sorgum (sorghum bicolor L. Moench) pada Inseptisol di Jatinango. Jurnal Budidaya Tanaman 4:128-136.

Putradji, S. 2015. Uji Dosis Aplikasi Biokompos Sampah Organic Rumah Tagga Hasil Permentasi 2 (Dua) Jenis Decomposer Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Bawang Merah di Lahan Kering. Tesis Megister Pengelolaan Sumber Daya Lahan Kering. Mataram: Universitas Mataram.

Sasmita, E.R., dan Haryato, D. 2016. Penerapan Kitosan Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Kemiri Sunan. Fakultas Pertanian UPN 'Veteran'. Yogyakarta.

Sumei, T., Widowati, Sutoyo. 2015. Respon Tanaman Jagung Terhadap Aplikasi Biochar dan Pupuk Susulan N dan K pada Tanah Terdegradasi. Fakultas Pertanian. Universitas Tribhuwana Tunggadewi.

Suwarto. 2012. Menjadikan Ubi Kayu Sebagai Sumber Ketahanan Pangan dan Energi di Indonesia. Dalam Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-PERHORTI-PERIPI-HIGI Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi yang Berkelanjutan. p 91-94. Bogor, 1-2 Mei 2012.

Widowati, W., Asnah, A., & Utomo, W.H. 2014. The Use of Biochar to Reduce Nitrogen and Potosium Leching from Soil Cultivated with Maize. ISSN:2339-076X, Vol 2 No 1.

KARAKTER KUANTITATIF DAN KADAR PROLIN TANAMAN KACANG TANAH PADA KONDISI CEKAMAN KEKERINGAN

The Quantitative Characters and Proline Content of Peanut Plant to Drought Stress

A. Farid Hemon*, Kisman, Sumarjan, Uyek Malik Yakop, Lestari Ujianto

Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram
email: faridhemon_1963@yahoo.com

ABSTRAK

Tanaman kacang tanah yang toleran pada cekaman kekeringan akan melakukan respon biokimia atau morfologi pada defisit air. Karakter metabolik berupa akumulasi prolin pada jaringan tanaman merupakan karakter untuk toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati karakter kuantitatif dan kadar prolin kacang tanah yang ditanam dengan kondisi cekaman kekeringan. Pelitian ini telah dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan yaitu galur mutan kacang tanah (G300-I, G250-I, G250-II, G200-I, G200-II, G150-I, G150-III, G300-III, G250-IV, G100-II, G100-III, G200-IV, G300-II ; serta cv. Lokal Bima dan Singa sebagai kontrol). Setiap perlakuan dibuat dalam tiga ulangan. Analisis kandungan prolin telah dilakukan di Laboratorium Imunologi Universitas Mataram. Galur-galur mutan dan cv. Lokal Bima dan Singa ditanam dalam kondisi defisit air dan dalam kondisi optimum (tidak kekurangan air = kapasitas lapang). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa galur mutan yang toleran terhadap cekaman kekeringan mempunyai akumulasi prolin yang lebih tinggi pada jaringan daun dibanding dengan galur sensitif. Perilaku karakter kuantitatif yang nampak pada tanaman yang toleran kekeringan adalah panjang akar, berat kering akar dan berat kering polong, jumlah daun, dan jumlah cabang. Galur mutan G300-II, G200-I, dan G200-IV memiliki akumulasi prolin pada jaringan daun lebih tinggi, pertumbuhan akar yang paling baik dan berat kering polong yang berat, dan cenderung memiliki jumlah daun dan cabang yang sedikit.

Kata kunci: defisit air, karakter kuantitatif, mutan, prolin

ABSTRACT

Peanut plant that are tolerant to drought stress will carry out biochemical or morphological responses to water deficits. Metabolic character in the form of proline accumulation in plant tissue is a character for plant tolerance to drought stress. This research aimed to study the quantitative

character and proline content of peanut plant grown under drought stress condition. This research was carried out in the Greenhouse of the Faculty of Agriculture, Mataram University by using a Completely Randomized Design with treatments namely peanut mutant lines (G300-I, G250-I, G250-II, G200-I, G200-II, G150-I, G150-III, G300-III, G250-IV, G100-II, G100-III, G200-IV, G300-II, and cv. Local Bima and Singa as controls plant). Treatments were made in three replications. Proline content analysis has been carried out at the Immunology Laboratory, University of Mataram. Peanut mutan lines and cv. Local Bima and Singa were planted in water deficit conditions and in optimum conditions (no water defisit = field capacity condition). The results of experiment showed that peanut mutant lines that were tolerant to drought stress had higher accumulation of proline content in peanut leaf tissue compared with sensitive peanut lines. The quantitative characters that appeared in drought-tolerant plants were root length, root dry weight, pod dry weight, number of leaves, and number of branches. Peanut mutan lines G300-II, G200-I, and G200-IV had higher accumulation of proline content in leaf tissue, the best root growth and heavy dry pod weight, and tended to have the less leaves and branches number.

Keywords: water defisit, quantitative character, mutan, proline

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang mengarah pada pemanasan global tentu akan mempengaruhi sistem usaha tani terutama di daerah tropika. Usaha tani yang dilakukan di lahan kering akan berdampak serius ketika terjadinya pemanasan global terutama masalah suhu dan ketersediaan air (Boisvenue & Running, 2006).

Kacang tanah sebagai tanaman palawija biasa ditanam pada awal musim kemarau dan di lahan kering (Saleh dan Adisarwanto, 1996). Penanaman pada awal musim kemarau di lahan kering sering menimbulkan masalah cekaman kekeringan teruatama menurunnya ketersediaan air tanah. Defisit air pada permukaan akar sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Orlowsky dan Seneviratne, 2012).

Defisit air (kekurangan air) sering menjadi masalah yang perlu diperhatikan dalam budidaya kacang tanah di lahan kering. Ketersediaan air tidak selalu terjamin sepanjang musim tanam, terutama pada musim-musim menjelang kemarau. Defisit air sangat tidak diinginkan dalam budidaya tanaman, karena dapat menghambat pertumbuhan dan produksi tanaman. Cekaman kekeringan berpengaruh terhadap aspek pertumbuhan tanaman meliputi anatomis, morfologis, fisiologis dan biokimia tanaman (Raper & Krapmer, 1987). Pada fase pertumbuhan vegetatif, ketersediaan air berpengaruh terhadap menurunnya kecepatan fotosintesis dan luas daun. Tanaman yang terkena cekaman kekeringan menyebabkan potensial air daun menurun, pembentukan klorofil terganggu (Alberte, *et al*., 1977) dan menurunkan produksi saat panen. Cekaman kekeringan mempengaruhi proses fisiologi berupa penurunan transpirasi dan potensial air rendah, dan fotosintesis (Pookpadi, *et al*., 1990; Vieira, *et al*., 1992). Tanaman yang terkena stres kekringan, potensi air daun menurun, pembentukan klorofil daun terganggu (Alberte, *et al*., 1977) dan struktur kloroplas mengalami disintegrasi (Van Doren & Reicosky, 1987). Gangguan fotosintesis terutama berhubungan dengan penutupan stomata, sehingga gas CO_2 tidak dapat terinfiltrasi dalam tanaman karena stomata tertutup. Disamping itu, defisit air menyebabkan bahan baku air untuk fotosintesis berkurang dan kalau terjadi fotosintesis menyebabkan distribusi

fotosintat terganggu. Berkurangnya hasil fotosintat menyebabkan gugurnya bunga, polong dan biji yang telah terbentuk (Sloane, *et al*., 1990).

Salah satu alternatif untuk mengatasi cekaman kekeringan pada budidaya kacang tanah adalah dengan penggunaan kultivar yang toleran terhadap cekaman kekeringan. Penggunaan kultivar toleran dalam budidaya kacang tanah merupakan alternantif yang lebih efisien dan praktis dibandingkan dengan teknik budidaya yang lain.

Kultivar kacang tanah yang toleran terhadap defisit air mempunyai mekanisme untuk melawan cekaman kekeringan. Tanaman yang toleran cekaman kekeringan mampu mengatur *osmotic adjusment* melalui pemeliharaan pertumbuhan akar dan tunas pada kondisi cekaman, melalui pengaturan kontrol turgor sel (Creelman, *et al*., 1990; Mullet & Whitsitt, 1996). Integritas struktur membran sel adalah penting untuk dapat bertahan hidup pada periode cekaman kekeringan.

Defisit air menyebabkan tanaman melakukan perlawanan berupa respon biokimia atau metabolik untuk mengurangi cekaman air tersebut. Karakter metabolik berupa akumulasi prolin pada jaringan tanaman merupakan karakter untuk toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Tanaman yang toleran terhadap cekaman kekeringan (stres osmotik) mampu mengakumulasikan prolin jauh lebih tinggi dari tanaman sensitif. Asam amino ini dipercaya berfungsi sebagai protektor atau menstabilisasi enzim atau struktur membran yang sensitif pada kekeringan atau kerusakan yang diinduksi secara ionik (Madan, *et al*., 1995; Girousse, *et al*., 1996; Iyer & Caplan, 1998). Kishor, *et al.,* (1995), mengamati terjadinya peningkatan reistensi pada defisit air dan cekaman garam pada tanaman transgenik tembakau dengan over ekspresi *Δ^1-pyroline-5-carboxylate synthetase* (P5CS). Penulis lain menjelaskan bahwa prolin dapat berpartisipasi sebagai penyimpan nitrogen, yang sewaktu-waktu dapat digunakan setelah periode cekaman. Tambahan pula bahwa prolin berperanan dalam meregulasi pH sitoplasma (Pesci & Beffagna, 1984). Prolin jelas merupakan senyawa osmotikum dan *compatible solut* yang dapat terakumulasi pada konsentrasi tinggi pada sel sitoplasma tanpa merusak struktur sel. Akumulasi prolin berfungsi untuk detoksifikasi radikal dan meregulasi status redoks sel.

Sumber metabolik dari akumulasi prolin pada potensial air rendah belum jelas teramati. Salah satu mekanisme yang dapat menjelaskan adalah meningkatkan sintesis prolin dengan menggunakan glutamin dan ornitin sebagai prekursor. Transkripsi mRNA mengkode *Δ^1-pyroline-5-carboxylate reductase* (P5CR) dan P5CS dan selanjutnya mengkatalisis sintesis prolin melalui glutamin (Madan, *et al*., 1995; Yoshiba, *et al*., 1995).

Selain respon biokimia berupa akumulasi prolin, respon morfologi berupa penyempitan luas daun, pemanjangan dan peningkatan biomassa akar, pengurangan jumlah cabang, dan lain-lain. Pada kacang-kacangan, mekanisme terhindar kekeringan yang utama adalah sistem perakaran yang baik (Barradas, *et al*., 1994).

Hasil penelitian sebelumnya telah dihasilkan galur-galur mutan kacang tanah (Hemon, *et al*., 2015) dan galur-galur tersebut telah diidentifikasi tentang akumulasi prolin dan karakter kuantitatif sebagai penciri toleran defisit air. Pengamatan prolin sebagai penciri toleransi tanaman kacang tanah terhadap defisit air masih kurang informasinya, sehingga penelitian bertujuan untuk mengamati karakter kuantitatif dan kadar prolin kacang tanah yang ditanam dengan kondisi defisit air.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan yaitu galur mutan kacang tanah (G300-I, G250-I, G250-II, G200-I, G200-II, G150-I, G150-III, G300-III, G250-IV, G100-II, G100-III, G200-IV, G300-II ; serta cv. Lokal Bima dan Singa sebagai kontrol). Setiap perlakuan dibuat dalam tiga ulangan. Analisis kandungan prolin telah dilakukan di Laboratorium Imunologi Universitas Mataram. Galur-galur mutan dan cv. Lokal Bima dan Singa ditanam dalam kondisi defisit air dan dalam kondisi optimum (tidak kekurangan air=kapasitas lapang).

Polibeg yang berisi tanah (10 Kg) hasil ayakan disiapkan di dalam rumah kaca. Media tanam dipupuk dengan pupuk majemuk NPK Ponska 3,2 g per polibeg atau 75 kg per hektar. Tiap polibeg ditanam dengan 2 biji dan pada lubang tanam ditaburi Furadan 3G. Penempatan polibeg diatur sehingga mengikuti jarak tanam 40x20 cm.

Pemeliharaan tanaman meliputi pengendalian hama, penyakit dan gulma, serta penyiraman. Pengendalian hama telah dilakukan dengan menggunakan insektisida Lannate 25 WP. Gulma yang ada dibersihkan dengan cara mencabut dengan tangan. Tanaman tetap dipelihara dalam kondisi lengas tanah kapasitas lapang sampai tanaman berumur 14 hari setelah tanam (HST). Pada umur tanaman mencapai 15 hari setelah tanam (HST), tanaman mulai diperlakukan dengan kondisi defisit air.

Semua tanaman disiram sampai kapasitas lapang dari awal tanam sampai umur 14 hari. Kapasitas lapang ditentukan dengan menyiram air pada media tanam sampai jenuh. Kejenuhan air ditunjukkan dengan menetesnya air pada lubang aerasi dasar polibeg. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan mulai tanaman berumur 15 hari setelah tanam sampai 85 hari setelah tanam (HST). Pada saat tanaman memasuki umur 15 HST, sebagian tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan (tanaman dalam kondisi lengas tanah kapasitas lapang) dan sebagian yang lain dipelihara dalam kondisi cekaman kekeringan sebagai akibat defisit air.

Tanaman yang mengalami cekaman kekeringan disiram dengan air sampai kapasitas lapang setiap 4-7 hari sekali (sehari setelah ada 70% gejala layu pada daun). Gejala layu mulai terjadi ketika kandungan air tanah mencapai < 60-70% dari kapasitas lapang, yang dihitung berdasarkan selisih berat jumlah air yang disiramkan untuk mencapai kapasitas lapang dan saat tanaman mulai layu. Perlakuan cekaman kekeringan diberikan sampai tanaman berumur 85 hari. Tanaman selanjutnya diberikan kondisi optimum sampai tanaman panen (Hemon, 2006).

Parameter utama yang diamati yaitu akumulasi prolin pada fase generatif (kira-kira umur 75 hari setelah tanam). Analisis prolin dilakukan berdasarkan metode Bates, *et al*., (1973). Daun dikeringkan dalam silika gel. Kira-kira 0,2 g daun digerus dan dihomogenasi dengan 5 ml asam sulfosalisilat 3%. Campuran disentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 5 menit. Residu campuran ditambah lagi dengan 4 ml asam sulfosalisilat dan disentrifugasi seperti sebelumnya. Kedua supernatan tersebut ditera sampai 10 ml dengan asam sulfosalisilat. Analisis prolin dilakukan dengan mengambil 2 ml supernatan dan direaksikan dengan 2 ml asam ninhidrin dan 2 ml asetat glasial. Campuran dipanaskan sampai suhu 100^0 C selama 1 jam pada penangas air. Campuran didinginkan pada gelas piala yang berisi air es selama 5 menit untuk menghentikan proses reaksi. Prolin yang terbentuk direaksikan dengan 4 ml toluena dan distirer. Kromofom (lapisan bagian atas) diambil untuk diukur absorbansinya pada spekrofotometer *visible* dengan panjang gelombang 520 nm. Standar DL-Prolin (Sigma) dibuat juga dengan konsentrasi berkisar

30-150 µg yang dilarutkan dalam asam sulfosalisilat. Kadar prolin dinyatakan dalam µg/g berat kering sampel.

Perilaku morfologi tanaman yang diamati adalah pertumbuhan akar (panjang akar, berat segar akar, berat kering akar), jumlah daun, jumlah cabang, dan tinggi tanaman. Selain itu juga diamati jumlah polong, dan berat kering polong.

Toleransi galur kacang tanah terhadap defisit air dihitung berdasarkan indeks sensitivitas kekeringan (S) pada peubah yang diamati. Perhitungan nilai S berdasarkan rumus Fischer dan Maurer (1978), yaitu : $S = (1-Y/Yp) / (1-X/Xp)$, dengan (Y) = nilai rataan peubah tertentu (misal: panjang akar, berat kering akar, berat kering polong, dan lain-lain) pada satu genotipe yang mengalami cekaman kekeringan, (Yp) = nilai rataan peubah tersebut pada satu genotipe lingkungan optimum, (X) = nilai rataan peubah tersebut pada semua genotipe yang mengalami cekaman kekeringan, dan (Xp) nilai rataan peubah tersebut pada semua genotipe lingkungan optimum. Genotipe toleran cekaman kekeringan jika mempunyai nilai $S < 0,5$, agak toleran jika $0,5 \leq S \leq 1$, dan peka jika $S > 1$.

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis ragam pada taraf nyata 5% dan diuji lanjut dengan Duncan test 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penanaman kacang tanah toleran kekeringan mampu membantu masalah cekaman kekeringan di lahan kering. Identifikasi akumulasi prolin dan perilaku morfologi galur mutan sangat berguna terutama untuk melihat perilaku tanaman untuk merespon kondisi defisit air pada kacang tanah.

Analisis ragam menjukkan bahwa respon beberapa galur mutan terhadar defisit air adalah beragam. Galur mutan G300-II, G200-I, dan G200-IV memiliki kadar prolin yang paling banyak (Tabel 1). Tanaman yang toleran terhadap defisit air mengakumulasikan prolin jauh lebih tinggi dari tanaman peka. Asam amino ini berfungsi sebagai protektor atau menstabilisasi enzim atau struktur membran yang sensitif pada kekeringan atau kerusakan yang diinduksi secara ionik (Madan, *et al*., 1995; Girousse, *et al*., 1996; Iyer & Caplan, 1998). Kishor *et al.*, (1995) mengamati terjadinya peningkatan resistensi pada defisit air dan cekaman garam pada tanaman transgenik tembakau dengan over ekspresi *Δ^1-pyroline-5-carboxylate synthetase* (*P5CS*). Penulis lain menjelaskan bahwa prolin dapat berpartisipasi sebagai penyimpan nitrogen, yang sewaktu-waktu dapat digunakan setelah periode cekaman kekeringan. Tambahan pula bahwa prolin berperanan dalam meregulasi pH sitoplasma (Pesci & Beffagna, 1984). Prolin jelas merupakan senyawa osmotikum dan *compatible solut* yang dapat terakumulasi pada konsentrasi tinggi pada sel sitoplasma tanpa merusak struktur sel. Akumulasi prolin berfungsi untuk detoksifikasi radikal dan meregulasi status redoks sel.

Ketersediaan air merupakan pembatas utama produksi tanaman. Tanaman akan terganggu pertumbuhannya ketika ketersediaan air dipermukaan akar berkurang. Konsep cekaman kekeringan pada tanaman adalah berkurangnya suplai air di daerah perakaran dan permintaan air yang berlebihan oleh daun, yang mana laju transpirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar (Kaufmann, 1981). Perilaku akar selama cekaman kekeringan dan hubungannya dengan daun (pucuk) tanaman masih belum banyak informasinya. Beberapa pendapat menjelaskan bahwa pada keadaan tanah mengalami kekeringan, perubahan signal metabolisme biokimia akar pada daun adalah dengan menekan pertumbuhan, aktivitas stomata, fotosintesis dan potensial osmotik

(Kramer & Boyer 1995). Untuk mempertahankan turgor tanaman dapat dijaga keseimbangan antara laju transpirasi dan penyerapan air oleh akar. Pada pengamatan jumlah daun ternyata tanaman yang memiliki kadar prolin lebih tinggi (galur G300-II, G200-I, dan G200-IV) cenderung menghasilkan jumlah daun lebih sedikit (Tabel 1). Perilaku tanaman kacang tanah toleran kekeringan untuk mengurangi jumlah daun merupakan salah upaya untuk memperkecil proses transpirasi pada permukaan daun.

Tabel 1. Kadar prolin (µg/g basah sampel), jumlah daun (helai), jumlah cabang dan tinggi tanaman (cm) beberapa galur mutan kacang tanah pada kondisi defisit air

Galur atau varietas	Kadar prolin	Jumlah daun	Jumlah cabang	Tinggi tanaman
Lokal BIMA	157,2 ef *)	23,2 b	4,6 a	46,2
SINGA	194,5 ef	21,4 bc	4,6 a	40,0
G300-I	114,8 f	22,4 b	3,9 b	47,5
G250-I	1645,6 b	21,3 c	4,4 a	37,9
G250-II	1568,5 b	36,6 a	4,7 a	48,0
G200-I	1875,3 a	22,4 bc	4,0 b	46,0
G200-II	111,8 f	22,5 bc	3,8 b	45,3
G150-I	642,9 d	17,5 d	4,7 a	44,9
G150-III	1469,4 c	25,7 b	4,1 b	44,4
G300-III	270,7 e	25,3 b	5,2 a	47,6
G250-IV	552,5 d	20,6 c	5,5 a	54,3
G100-II	1368,1 c	25,4 b	5,0 a	40,2
G100-III	120,1 f	36,7 a	4,0 b	46,4
G200-IV	1768,2 ab	24,6 b	4,0 b	47,5
G300-II	1970,1 a	21,5 c	4,0 b	43,4

*) Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Pertumbuhan tanaman yang telah diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan jumlah cabang (Tabel 1). Antar galur mutan tidak berbeda terhadap tinggi tanaman, namun pada jumlah daun dan jumlah cabang berbeda. Galur mutan toleran terhadap defisit air cenderung menghasilkan jumlah daun dan jumlah cabang yang sedikit dibanding galur yang sensitif. Cekaman air menyebabkan pengurangan biomasa daun dan cabang kacang tanah (Collino, *et al.,* 2000). Cekaman kekeringan sangat tidak diinginkan dalam budidaya tanaman kacang tanah karena dapat menghambat pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Yoshiba *et al*. 1997), menurunkan luas area dan kandungan klorofil daun (Shimada, *et al*., 1992).

Pada Tabel 2 terlihat bahwa masing-masing galur mutan mempunyai perilaku morfologi yang berbeda-beda untuk menghadapi defisit air. Galur mutan toleran kekeringan cenderung menghasilkan pertumbuhan akar yang lebih baik dibanding galur mutan sesnsitif (Tabel 2). Perilaku pertumbuhan akar sangat erat kaitannya dengan respon tanaman terhadap defisit air selama pertumbuhan. Pengaruh lanjut defisit air adalah memelihara pertumbuhan akar dan tunas pada kondisi cekaman, melalui pengaturan kontrol turgor sel (Creelman, *et al*. 1990; Mullet & Whitsitt, 1996). Integritas struktur membran sel adalah penting untuk dapat bertahan hidup pada periode cekaman kekeringan.

Tabel 2. Perilaku morfologi panjang akar (cm), berat segar akar (g), berat kering akar (g), jumlah polong (buah), berat kering polong (g) beberapa galur mutan kacang tanah pada kondisi defisit air

Galur atau varietas	Panjang akar	Berat segar akar	Berat kering akar	Jumlah polong	Berat kering polong
Lokal BIMA	46,2 a	6,2 a	1,6 b	6,2 a	6,8 *)
SINGA	40,0 b	5,4 a	1,6 b	7,0 a	8,9 a
G300-I	54,5 a	6,4 a	1,9 a	4,5 b	5,2 b
G250-I	37,9 b	4,3 ab	1,4 b	3,9 c	9,3 a
G250-III	28,0 c	3,6 b	1,1 b	7,0 a	7,3 ab
G200-I	46,0 a	6,4 a	1,7 a	6,0 a	8,7 a
G200-II	45,3 a	6,3 a	1,8 a	5,3 ab	6,3 b
G150-I	34,9 b	3,5 b	1,7 a	4,9 ab	3,0 c
G150-III	34,4 b	3,7 b	1,1 b	4,4 b	5,9 b
G300-III	27,6 c	3,3 b	0,7 a	4,6 b	5,1 b
G250-IV	25,6 c	2,4 c	0,9 bc	6,0 a	5,6 b
G100-II	32,1 bc	2,7 c	0,6 c	5,5 ab	4,7 c
G100-III	28,5 c	2,4 c	1,2 b	5,5 ab	5,3 b
G200-IV	30,1 bc	3,2 c	1,7 a	6,5 a	7,5 a
G300-II	46,7 a	6,8 a	2,1 a	6,0 a	7,7 a

*) Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan 5%

Pengukuran toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan dihitung berdasarkan nilai indeks sensitivitas (S). Nilai indeks sensitivitas dari masing-masing galur tanaman kacang tanah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Indeks sensitivitas kekeringan (S) beberapa galur kacang tanah berdasarkan karakter bobot polong kering, panjang akar, dan berat kering akar

Galur atau varietas	Indeks sensitivitas kekeringan (S)				Fenotipe
	Bobot polong kering	Panjang akar	Berat kering akar	Rata-Rata	
Lokal BIMA	0,75	0,87	1,25	0,96	AT
SINGA	0,63	0,76	0,84	0,74	AT
G300-I	0,78	0,80	0,65	0,74	AT
G250-I	0,65	0,75	0,80	0,73	AT
G250-III	0,65	0,56	0,80	0,67	AT
G200-I	0,47	0,50	0,35	0,44	T
G200-II	0,75	0,87	1,56	1,06	P
G150-I	1,57	1,35	1,50	1,47	P
G150-III	1,45	0,95	1,35	1,25	P
G300-III	0,45	0,67	0,86	0,66	AT
G250-IV	0,75	1,35	1,45	1,18	P
G100-II	1,25	1,50	1,30	1,35	P

G100-III	0,67	0,78	0,95	0,80	AT
G200-IV	0,47	0,54	0,45	0,49	T
G300-II	0,57	0,45	0,38	0,47	T

Keterangan: Genotipe toleran cekaman kekeringan jika mempunyai nilai S < 0.5, agak toleran jika 0.5 ≤ S ≤ 1, dan peka jika S > 1. Fenotipe galur terhadap nilai sensitivitas kekeringan (S) rata-rata bobot polong kering, panjang akar, dan berat kering akar. T = toleran, A = agak toleran, dan P = peka

Berdasarkan perhitungan nilai S pada parameter bobot polong kering, panjang akar dan berat kering akar, ternyata tanaman kacang tanah galur G200-I, G200-IV, dan G300-II menunjukkan sifat toleransi terhadap defisit air. Setiap galur tanaman tidak selamanya semua karakter mempunyai sifat toleran terhadap defisit air. Galur G300-III menujukkan nilai S = 0,45 pada parameter bobot polong kering namun pada parameter panjang akar dan berat kering akar mempunyai nilai S = 0,67 dan 0,86 secara berturut-turut. Perilaku Galur 300-III ini menunjukkan bahwa keterbatasan pertumbuhan akar tidak diikuti dengan penurunan berat polong kering. Tanaman ini mampu mengurangi pertumbuhan akar dan diduga asimilat lebih banyak digunakan untuk proses pengisian polong. Tanaman kontrol (cv. Lokal Bima dan Singa) semuanya menunjukkan fenotipe agak toleran terhadap defisit air dan beberapa galur mutan ini memiliki sifat toleran dibanding tanaman kontrol.

Terdapat lima galur mutan yang peka terhadap defisit air, yaitu galur G200-II, G150-I, G150-III, G250-IV, dan G100-II. Galur-galur ini mempunyai nilai S yang berkisar antara 0,75-1,50 pada parameter bobot polong kering, panjang akar dan berat kering akar. Galur G200-II, G150-I, dan G250-IV memiliki kadar prolin yang jauh lebih rendah (Tabel 1) sehingga tiga galur ini tidak mempunyai mekanisme perlindungan yang cukup (dengan menggunakan prolin) untuk toleran terhadap defisit air. Galur G150-III dan G100-II mempunyai kadar prolin yang cukup tinggi (Tabel 1) namun dilihat dari nilai S ternyata dua galur ini dikelompokkan menjadi galur yang peka terhadap defisit air. Ini dapat dijelaskan bahwa kadar prolin bukan satu-satunya penentu bahwa tanaman tersebut toleran terhadap defisit air. Mekanisme pertumbuhan akar juga merupakan cara tanaman untuk toleran terhadap defisit air. Menurut Barradas, *et al*., (1994), bahwa mekanisme utama tanaman kacang-kacangan untuk terhindar dari kekeringan adalah sistem perakaran yang baik dan efisiensi pembukaan stomata.

Diamati seluruh parameter penciri toleran terhadap defisit air, ternyata galur G300-II, G200-IV, dan G200-I memiliki kadar prolin yang lebih tinggi, berat kering akar, jumlah polong, dan berat kering polong yang lebih tinggi, namun memiliki jumlah daun dan jumlah cabang yang sedikit (Tabel 1). Dari data tersebut terlihat bahwa tanaman toleran mampu memperkecil volume daun dan cabang sehingga transpirasi menjadi berkurang. Kondisi cekaman kekeringan dengan potensial air jaringan tanaman rendah mempengaruhi pertumbuhan tanaman terutama pada kenampakan morfologi dan perkembangan tanaman, perkembangan sel, fisiologi dan biokimia (Raper & Kramer, 1987; Yoshiba, *et al.*, 1997). Pengurangan pemberian air menyebabkan perubahan pola perkembangan daun pada tanaman bunga matahari. Pada keadaan defisit air menyebabkan luas daun berkurang dibanding kondisi cukup air (Granier & Tardieu, 1999). Cekaman air menyebabkan pengurangan biomasa daun dan polong kering kacang tanah (Collino, *et al.*, 2000).

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa galur mutan yang toleran terhadap defisit air mempunyai akumulasi prolin yang lebih tinggi pada jaringan daun dibanding dengan galur sensitif.

Perilaku morfologi yang nampak pada tanaman yang toleran kekeringan adalah panjang akar, berat kering akar dan berat kering polong, jumlah daun, dan jumlah cabang. Galur mutan G300-II, G200-I, dan G200-IV memiliki akumulasi prolin pada jaringan daun lebih tinggi, pertumbuhan akar yang paling baik dan berat kering polong yang berat, dan cenderung memiliki jumlah daun dan cabang yang sedikit.

DAFTAR REFERENSI

Alberte, R.S., Thomber, J.P., Fiscus, E.L. 1977. Water stress effect on the content and organization of chlorophyll and bundle sheath chloroplast of maize. *Plant Physiol*. 59:351-352.

Bates, L., Waldren, R.P., & Teare, I.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil. 39: 205-207.

Barradas, V.L., Jones, H.G., Clark, J.A. 1994. Stomatal responses to changing irradiance in *Phaseolus* vulgaris L. J. Exp. Bot. 45:931-936.

Boisvenue, C., & Running, S. 2006. Impacts of climate change on natural forest productivity-evidence since the middle of the 20th century. Global Change Biology 12:862–882.

Collino, D.J., Dardanelli, J.L., Sereno, R., & Racca, R.W. 2000. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress. Water uptake and water use efficiency. Field Crop Res. 68:133-142.

Creelman, R.A., Mason, H.S., Bensen, R.J., Boyer, J.S., & Mullet, J.E. 1990. Water deficit and abscisic acid cause differential inhibition of shoot versus root growth in soybean seedling : analysis of growth, sugar accumulation, and gene expression. Plant Physiol. 92:205-214.

Girousse, C., Bounoville, R., & Bonnemain, J.L. 1996. Water deficit-induced change in concentration in proline and some amino acids in the phloem sam alfalfa. Plant Physiol. 111:109–113.

Fischer, R., & Maurer, R. 1978. Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars. I. Grain Yield Responses. Australian Journal of Agricultural Research. 29: 897-912.

Granier, C., & Tardieu, F.1999. Water defisit and spatial pattern of leaf development. Variability in responses can be stimulated using a simple model of leaf development. Plant Physiol. 199: 609-619.

Hemon, A.F. 2006. Efektivitas seleksi in vitro berulang untuk mendapatkan plasma nutfah kacang tanah toleran cekaman kekeringan dan resisten terhadap penyakit busuk batang Sclerotium rolfsii. Disertasi Doktor. Sekolah Pascasarjana IPB: Bogor.

Hemon, A.F., Sumarjan, & Abdurrachman, H. 2015. Pertumbuhan dan hasil kacang tanah yang diberi Rhizobium pada cekaman kekeringan. Agroteksos 25(2):15-20

Iyer, S., & Caplan, A. 1998. Product of proline catabolism can induce osmotically regulated gene in rice. Plant Physiol. 116:203-211.

Kaufmann, MR. 1981. Water relation during drought. In : Paleg LG, Aspinall D. 1981. The physiology and biochemistry of drought resistance in plant. Academic Press. Sydney.

Kishor, K.P.B., Hong, Z., Miao, G.H., Hu, C.A.A., & Verma, D.P.S. 1995. Over expression of Δ^1-pyroline-5-carboxylate synthetase increases proline production and confers osmotolerance in transgenic plant. Plant Physiol. 108:1387-1394.

Kramer, P.J., & Boyer, J.S. 1995. Water relation of plant and and soil. Soils Academic Press, San Diego.

Madan, S., Nainawatee, H.S., Jain, R.K., & Chowdury, J.B. 1995. Proline and metabolising enzymes in vitro selected NaCl-tolerance *Brasica juncea* L. under salt stress. Annals. of Botany 76:51–57.

Mullet, J.E., & Whitsitt, M.S. 1996. Plant celluler response to water defisit. Plant Growth Regul. 20:119-124.

Orlowsky, B., & Seneviratne, S. 2012. Global changes in extreme events: regional and seasonal dimension. Climatic Change 110: 669–696.

Pesci, P., & Beffagna, N. 1984. Inhibiting effect of fusicoccin on absciscic-acide induced proline accumulation in barley leaves. Plant Sci. Let. 36:7- 2.

Pookpadi, A., Thiravirojana, K., Saeradee, I., Chaikaew, S. 1990. Response of new soybean accession to water stress during reproductive phase. Kasetsart J. Nat. Sci. 24:37 –387. Pruvot G, Massimino J, Peltier G, Rey P. 1996. Effect of low temperatur, high salinity and exogenous ABA on the synthesis of two chloroplastic drought-induced protein in *Solanum tuberosum L* . Physiol. Plantarum 97: 123–131.

Raper, C.D., & Kramer, P.J. 1987. Stress physiology. In : Wilcox JR, (Ed.). Soybean : improvement, production and uses. 2nd edition. New York, American Society of Agronomy, Inc. P 589 – 625.

Saleh, A., & Adisarwanto, T. 1996. The status of technologies used to achived high groundnut yield in Indonesia. In : Gowda CLL, Nigam SN, Johansen C, Renard C (Eds.) Achiving high groundnut yields. Proceeding of an International Workshop, China.

Shimada, S., Kokobun, M., Shibata, H., & Matsui, S. 1992. Effect of water supply and defoliation on photosynthesis, transpiration and yield of soybean. Japanese Journal of Crop Science 61:264–270.

Sloane, R.J., Patterson, R.P., & Carter, TE. 1990. Field drought tolerance of soybean plant introduction. Crop Sci. 30:118–124.

Van Doren Jr., D.M., & Reicosky DC. 1987. Tillage and irrigation. In : Wilcox, editor. Soybean : improvement, production and uses. 2nd edition. New York, American Society of Agronomy, Inc.

Vieira, R.D., Teknony, D.M., & Eglia, D.B. 1992. Effect of drought and defoliation stress in the field on soybean seed germination and vigor. Crop Sci. 32:471–475.

Yoshiba, Y., Kiyosue, T., Katagiri, T., Ueda, H., Mizoguchi, T., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K., Wada, K., Harada, Y., & Shinozaki, K. 1995. Correlation between the induction of gene for *Δ^1-pyroline-5-carboxylate synthetase* and the accumulation of proline in *Arabidopsis thaliana* under osmotic stress. Plant J. 7:751-760.

Yoshiba, Y., Kiyosue, T., Nakashima, K., Yamaguchi-Shinozaki, K., Shinozaki, K. 1997. Regulation of level of proline as an osmolyte in plants under water stress. Plant Cell Physiol. 38:1095–1102.

PERENCANAAN SISTEM ARSITEKTUR *ENTERPRISE* UNTUK OPTIMALISASI INFRASTRUKTUR DAN SISTEM INFORMASI PADA PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS MATARAM DENGAN ZACHMAN *FRAMEWORK*

Enterprise Architecture System Planning for Optimizing Infrastructure and Information Systems in the Informatics Engineering Study Program University of Mataram with Zachman Framework

Nadiyasari Agitha[1], Royana Afwani[2], Arik Aranta[3], Gibran Satya Nugraha[4]

[1,2,3,4]Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik UNRAM, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA, Tel +62 370 631712

**Email: nadiya@unram.ac.id, royana@unram.ac.id, arikaranta@unram.ac.id, gibransn@unram.ac.id*

ABSTRAK

PSTI merupakan salah satu dari empat jurusan yang ada di Fakultas Teknik Universitas Mataram. PSTI ditunjang oleh infrastruktur dan Sistem Informasi yang memadai. Diantaranya adalah terdapat 23 (dua puluh tiga) Sistem Informasi yang berada dibawah server Unram maupun Informatika. Terdapat jaringan yang digunakan diantaranya Wi-fi yang terpasang menggunakan 4 *access point* yang dapat diakses untuk keperluan PSTI. PSTI juga didukung oleh server yang berada pada Pusat Teknologi Informasi dan Telekomunikasi (Pustik) dan pada Laboratorium. Permasalahan pada infrastruktur diantaranya adalah pada banyaknya Sistem Informasi (SI) yang dimiliki, SI tersebut tidak digunakan seluruhnya. Permasalahan lainnya terdapat pada data yang akan atau belum digunakan. Data tersebut juga disimpan terpusat ke Pustik, sehingga apabila terjadi kehilangan atau kerusakan data, perlu koordinasi lebih lanjut dengan staf Pustik. Permasalahan ketiga adalah pada sumber daya manusia dalam kesiapan penggunaan semua infrastruktur. Permasalahan yang lainnya yaitu berada pada belum terdefinisinya proses bisnis yang ada sehingga menghambat penjadwalan dalam melaksanakan pemeliharaan infrastruktur. Zachman *framework* merupakan sebuah sebuah *framework* yang diprakarsai oleh John Zachman pada tahun 1987 untuk IBM. Zachman *framework*

merupakan *best practice* yang digunakan untuk mendefinisikan sebuah arsitektur informasi dalam perusahaan atau organisasi. Zachman menggunakan enam kolom matrik *(what, how, where, who, when, why)* yang akan memudahkan dalam mendefinisikan proses bisnis yang ada didalam perusahaan maupun organisasi. Dengan menggunakan Zachman framework, PSTI diarahkan untuk dapat mulai mendefinisikan proses dan desain bisnis yang ada. Proses bisnis itulah yang nantinya akan menjadi panduan dalam memberikan kebijakan dalam pengoptimalan infrastruktur dan Sistem informasi yang dimiliki PSTI didalam pembuatan Sistem Arsitektur *Enterprise.*

Kata kunci : *Arsitektur Enterprise, Infrastruktur, Zachman Framework*

ABSTRACT

PSTI is one of the four majors in the Faculty of Engineering, University of Mataram. PSTI is supported by adequate infrastructure and information systems. There are 23 (twenty three) Information Systems which are under Unram and Informatics servers. There is a network used including Wi-fi that is installed using 4 access points that can be accessed for PSTI purposes. PSTI is also supported by servers located at the Center for Information and Telecommunications Technology (Pustik) and at the Laboratory. Problems with the infrastructure include the number of Information Systems (IS) owned, IS is not used entirely. Other problems are in the data that will or has not been used. The data is also stored centrally in Pustik, so if the data loss or damage, further coordination with Pustik staff is needed. The third problem is with human resources in the readiness to use all infrastructure. Another problem is the existing business processes are not yet defined, which hinders scheduling in carrying out infrastructure maintenance. Zachman framework is a framework that was initiated by John Zachman in 1987 for IBM. Zachman framework is the best practice used to define an information architecture in a company or organization. Zachman uses six column columns (what, how, where, who, when, why) that will make it easier to define business processes within companies and organizations. By using the Zachman framework, PSTI is directed to be able to begin defining existing business processes and designs. That business process will later become a guide in providing policies in optimizing the infrastructure and information systems owned by PSTI in making Enterprise Architecture Systems.

Keywords: Enterprise architecture; infrastructure; Zachman framework;

PENDAHULUAN

Perguruan Tinggi mempunyai peran dalam memajukan Teknologi Informasi. Perguruan tinggi merupakan salah satu penunjang perkembangan Teknologi Informasi. Perguruan Tinggi dapat mengembangkan Teknologi Informasi dengan melakukan Tri Dharma Pendidikan tinggi yang diantaranya adalah melalui penelitian, pengabdian pada masyarakat dan pengajaran. Selain itu, cara lainnya adalah dengan mengoptimalkan penggunaan berbagai infrastruktur dan sumber daya yang dipunyai oleh Perguruan tinggi.

Program Studi Teknik Informatika (PSTI) adalah salah satu dari jurusan di Universitas Mataram. PSTI berada dibawah Fakultas Teknik yang memiliki empat jurusan/prodi, yaitu jurusan Teknik Sipil, Teknik Elektro dan Teknik Mesin. PSTI merupakan prodi termuda dari empat jurusan lainnya. Dalam menyelenggarakan tri dharma pendidikan, PSTI didukung oleh berbagai infrastruktur dan sistem informasi yang memadai. Diantaranya adalah terdapat 23 (dua puluh tiga) Sistem Informasi yang berada dibawah server Unram maupun Informatika. Terdapat jaringan yang digunakan, baik menggunakan kabel UTP maupun menggunakan Wi-Fi. Wi-fi yang terpasang menggunakan 4 *access point* yang dapat diakses untuk keperluan PSTI maupun untuk melaksanakan ujian *online*. PSTI juga didukung oleh server yang berada pada Pusat Teknologi Informasi dan Telekomunikasi (Pustik) dan pada Laboratorium.

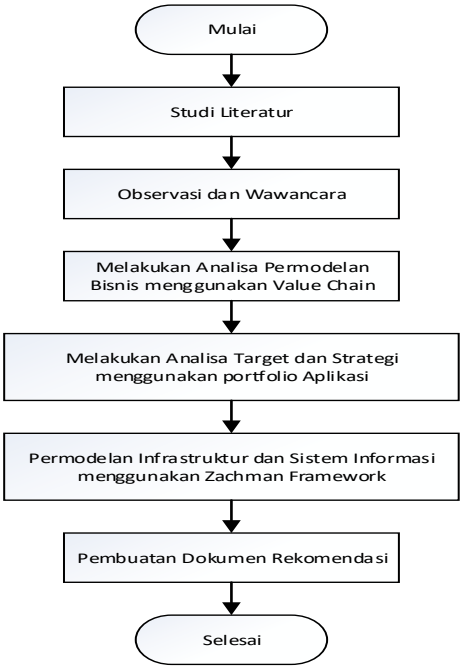
Infrastruktur yang memadai tersebut memiliki masalah yang harus segera diselesaikan. Permasalahan pertama adalah pada banyaknya Sistem Informasi (SI) yang dimiliki, SI tersebut tidak digunakan seluruhnya. Hal ini dikarenakan tidak adanya penanggung jawab serta tingkat urgensi dalam penggunaan SI yang dirasa belum terlalu penting. Permasalahan kedua terdapat pada data yang belum digunakan. Data tersebut juga disimpan terpusat ke Pustik, sehingga apabila terjadi kehilangan atau kerusakan data, perlu koordinasi lebih lanjut dengan staf Pustik. Permasalahan ketiga adalah pada sumber daya manusia dalam kesiapan penggunaan semua infrastruktur. Perlunya memberikan motivasi serta pelatihan lebih lanjut untuk pemanfaatan infrastruktur yang lebih optimal. Permasalahan yang lainnya yaitu berada pada belum terdefinisinya proses bisnis yang ada sehingga menghambat penjadwalan dalam melaksanakan pemeliharaan infrastruktur.

Zachman *framework* merupakan sebuah sebuah *framework* yang diprakarsai oleh John Zachman pada tahun 1987 untuk IBM. (Slmateo, 2013). Zachman *framework* digunakan untuk mengeksplorasi kerangka kerja menggunakan prinsip-prinsip desain bisnis sehingga memudahkan menghubungkan keterkaitan antara desain bisnis dengan arsitektur yang akan diperbaiki. (Setiawan, 2009). Zachman *framework* merupakan *best practice* yang digunakan untuk mendefinisikan sebuah arsitektur informasi dalam perusahaan atau organisasi. Zachman menggunakan enam kolom matrik *(what, how, where, who, when, why)* yang akan memudahkan dalam mendefinisikan proses bisnis yang ada didalam perusahaan maupun organisasi. (Santoso, 2018)

Dengan menggunakan Zachman framework, PSTI diarahkan untuk dapat mulai mendefinisikan proses dan desain bisnis yang ada. Proses bisnis itulah yang nantinya akan menjadi panduan dalam memberikan kebijakan dalam pengoptimalan infrastruktur dan Sistem informasi yang dimiliki PSTI didalam pembuatan Sistem Arsitektur *Enterprise.* Dengan melakukan penelitian ini diharapkan dapat membantu PSTI dalam mendefinisikan proses serta desain bisnis untuk pengoptimalan penggunaan infrastruktur PSTI kearah yang lebih tertata kelola kedalam Sistem Informasi *Enterprise.*

BAHAN DAN METODE

Metode pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat dari diagram alir dibawah ini :

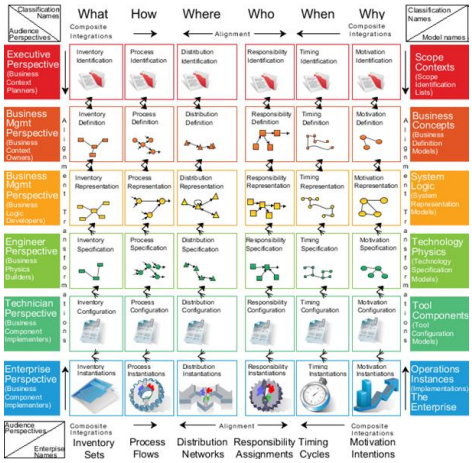


Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literatur dengan membaca pustaka yang berkaitan dengan Zachman *Framework.* Literatur yang dibaca adalah jurnal terkait penelitian sebelumnya yang telah selesai dilaksanakan dan juga buku tentang Zachman *framework.* Buku pendukung lainnya adalah buku elektronik yang membahas tentang Sistem Enterprise Arsitektur secara umum.

Tahapan observasi dan wawancara dilakukan dengan mewawancarai *stakeholder* yang terpilih. Sedangkan untuk tahapan observasi, dengan melakukan observasi terhadap staf pada saat menggunakan sistem informasi. Setelah mengetahui permasalahan yang ada di PSTI, maka dilakukan analisa permodelan bisnis menggunakan *value chain*. Pada dasarnya analisis *value chain* akan membagi permodelan bisnis menjadi 2 kegiatan, yaitu kegiatan penunjang dan kegiatan utama (primer). Kegiatan-kegiatan ini akan dibagi berdasarkan pada dokumen organisasi yang telah diperoleh dari hasil studi literatur. Dokumen organisasi dapat berupa visi dan misi, tujuan, SOP dan dokumen terkait borang akreditasi.

Tahapan Analisis target dengan menggunakan metode McFarlan. Analisis target dan strategi menggunakan solusi aplikasi yang dipetakan menjadi 4 kuadran berdasarkan model portfolio aplikasi McFarlan yaitu *strategic*, *high potential*, *key operational* dan *support.* Tahapan penelitian selanjutnya adalah melakukan permodelan infrastruktur dengan menggunakan Zachman *Framework*. Zachman *framework* bekerja dengan menggunakan 6 matrik kolom yang secara unik akan menjelaskan representasi dari sebuah organisasi. (Ayu, 2018)



Gambar 2. Zachman Framework

Dalam menjabarkan isi dari matrik kolom akan disesuaikan dengan kondisi organisasi. Seperti pada kolom *what* berisi data bisnis, informasi dan objek yang berkaitan dengan sistem informasi maupun infrastruktur, pada kolom *how* akan menjelaskan bagaimana proses bisnis yang terjadi di PSTI, disesuaikan dengan penggunaan sistem informasi dan infrastruktur. Pada kolom *where* akan dijelaskan dimanakah dijalankan operasi dari proses bisnis di PSTI, kolom *who* akan dijelaskan siapa sajakah penanggung jawab dari proses bisnis, apa sajakah proses bisnis yang ada pada PSTI dan bagaimana hirarkinya. Kolom *when* dijelaskan kapan proses bisnis dilakukan dan kolom *why* dijelaskan mengapa proses tersebut dilakukan, disebutkan siapa sajakah orang atau lokasi yang akan berperan dalam proses bisnis. Jawaban dari pertanyaan yang ada pada matrik kolom akan bergantung pada narasumber yang menjawab pertanyaan didukung oleh observasi dan literatur yang akan dicocokkan dengan setiap pertanyaan. (Bahlil, 2007)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dilakukan dengan beberapa tahap yang akan dijelaskan dalam beberapa sub bagian sebagai berikut :

1. Analisis *Value Chain*

   Analisis *value chain* terbagi menjadi dua (Novianti, 2019), yaitu :

   a. Aktifitas Utama

      i. Inbound logistic : berkaitan dengan surat menyurat, hasil pmb, website PSTI

      ii. Operation : e-learning, Sistem Informasi Akademik

      iii. Outbond logistic : tri dharma pendidikan (metadata), SI PKL, SI Monitoring

      iv. Marketing dan Sales : website, ruang baca

v. Service : berkaitan dengan tracer study (alumni), jurnal (JCosine dan JTIKA)

b. Aktifitas Pendukung

i. Procurement : keuangan

ii. HRM : sumber daya manusia

iii. Sarana dan prasarana : Infrastruktur pendukung

iv. Pengelolaan kemahasiswaan : belum ada

v. Lab dan Perpustakaan : belum ada

vi. Kerjasama dan Promosi : belum ada

Dari hasil analisis dengan menggunakan *value chain* didapatkan bahwa SI/infrastruktur memberikan nilai tambah pada semua bidang yang menjadi aktifitas utama maupun pendukung di PSTI. Tetapi peran yang dilakukan SI dan infrastruktur belum digunakan dengan baik pada kedua aktifitas tersebut. Kegiatan yang belum diberikan SI maupun infrastruktur adalah kebanyakan dari aktifitas pendukung.

2. Analisis Target dengan menggunakan Portfolio Aplikasi

Analisis target menggunakan portfolio aplikasi oleh McFarlan yang akan mengkategorikan beberapa SI yang dimiliki oleh PSTI dengan membagi menjadi 4 bagian yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Pembagian portfolio aplikasi berdasarkan McFarlan (Danny, 2019)

Strategic Website alumniif, Website e-learning	Key Operational website e-learning, OJS (JCosine dan JTIKA), website PSTI, SIA
High Potential Website, SI monitoring, Aplikasi surat menyurat, Metadata PSTI, BKD remun, kuesioner	Support Hasil pmb, gemastik, website co-host seminar internasional

Keterangan: *strategic* (aplikasi yang penting untuk kesuksesan masa depan), *Key operational* (Aplikasi yang penting untuk mendukung proses bisnis saat ini), *High Potentional* (Aplikasi yang mungkin berperan dalam strategi kedepan) dan *Support* (aplikasi yang meningkatkan manajemen dan performansi tapi tidak kritis untuk bisnis).

3. Permodelan infrastruktur dengan menggunakan Zachman *Framework*

Permodelan infrastruktur akan menggunakan Zachman *framework* yang akan dibagi menjadi 6 kolom matriks yaitu *what, how, where, who, when dan why*. (Peppard, 2004). Penjelasannya akan dibagi menjadi sub bagian sebagai berikut dibawah ini :

a. What

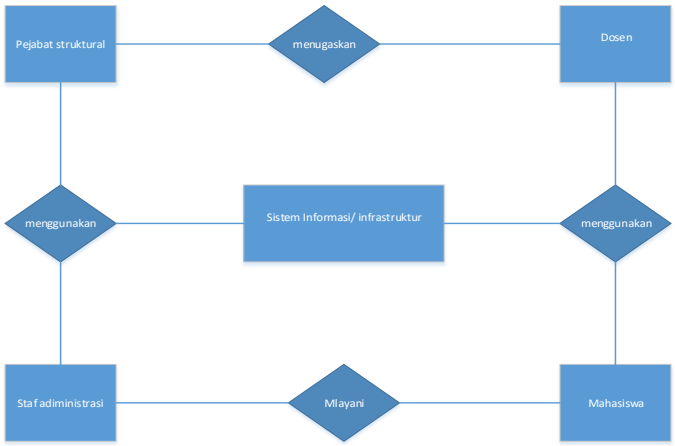
i. Scope

Berisi daftar entitas yang berperan penting dalam pendefinisian SI di dalam PSTI. Entitas bisnis PSTI adalah sebagai berikut :

Pejabat struktural (KaProdi, SekProdi, KaLab), Staf Administrasi, Mahasiswa, Dosen dan Sistem Informasi/infrastruktur.

ii. Enterprise model

Penggambaran kebutuhan data dari para entitas adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram relasional Entitas Bisnis

Berikut merupakan keterangan dari diagram relasional entitas bisnis :

- Pejabat struktural menugaskan dosen untuk menggunakan sistem informasi maupun infrastruktur untuk menunjang kinerjanya.
- Dosen menggunakan sistem informasi maupun infrastruktur untuk mendukung kinerjanya.
- Mahasiswa menggunakan sistem informasi maupun infrastruktur untuk mendukung pelaksanaan kegiatan akademiknya.
- Staf administrasi melaksanakan tugasnya dengan menggunakan sistem informasi maupun infrastruktur serta dapat melayani mahasiswa.

b. How

i. Scope (Piho, 2010)

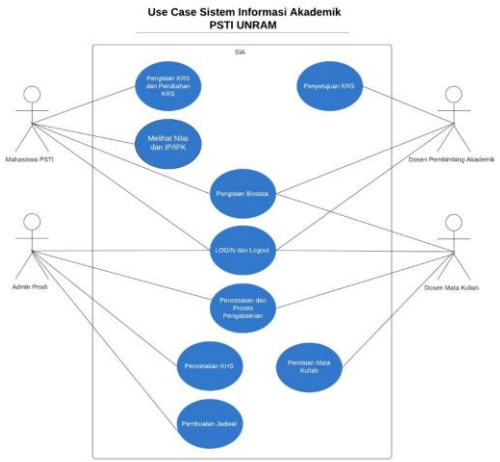
Proses utama yang terjadi pada optimalisasi infrastruktur PSTI :

- Melakukan administrasi akademik dengan menggunakan Sistem Informasi Akademik (dengan mengakses laman sia.unram.ac.id)
- Menggunakan *e-learning* (dengan mengakses laman berajah.if.unram.ac.id)
- Menggunakan *Open Journal System* dengan nama JCosine dan JTIKA untuk dapat mengunggah skripsi yang telah berbentuk jurnal. (akses pada laman jcosine.if.unram.ac.id dan jtika.if.unram.ac.id)
- Menggunakan website untuk dapat mengunduh data-data penunjang akademik. (akses pada laman if.unram.ac.id)

ii. Desain sistem

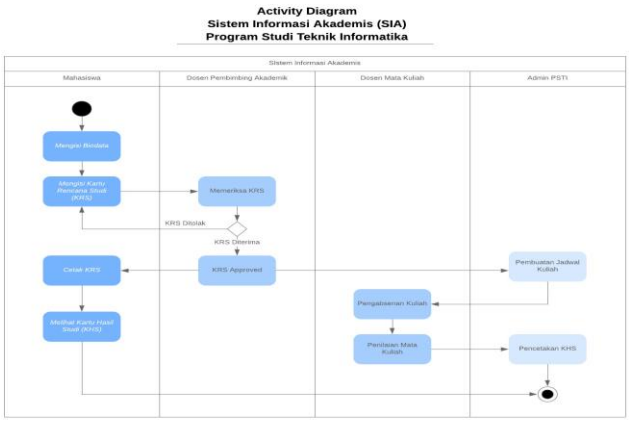
- Administrasi akademik

Sekumpulan kegiatan yang dilakukan pada SIA digambarkan oleh *Use Case* Diagram (Hermawan, 2016) sebagai berikut :



Gambar 4. *Use Case* diagram SIA PSTI Unram

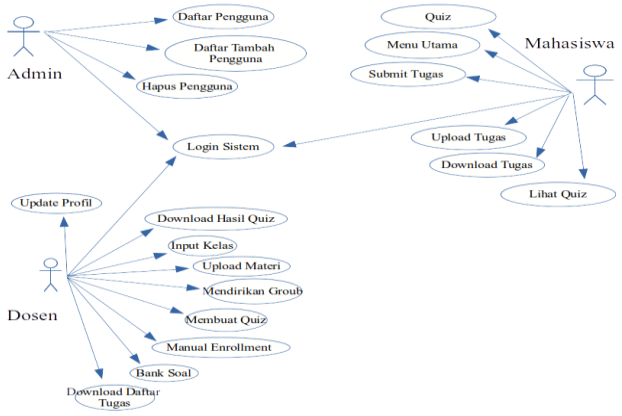
Aktifitas yang dilakukan didalam SIA digambarkan dengan *activity* diagram sebagai berikut :



Gambar 5. Activity diagram SIA PSTI Unram

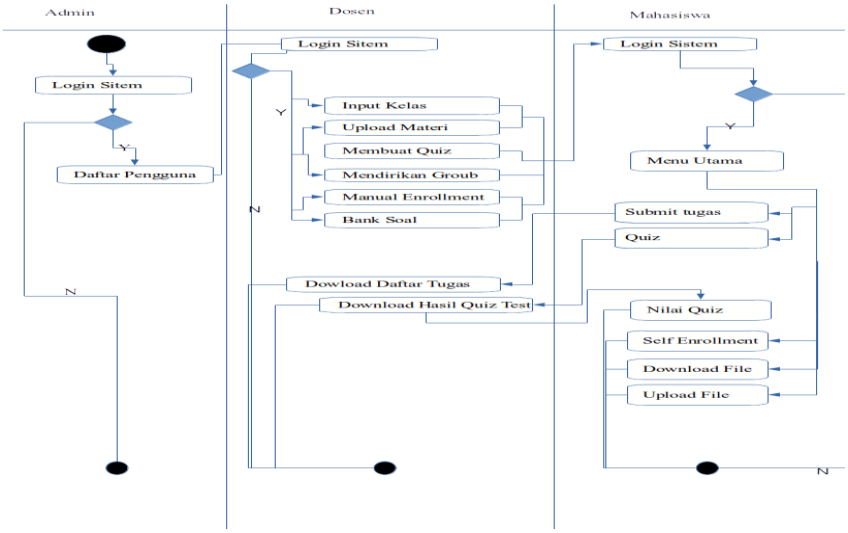
- *E-learning*

Sekumpulan kegiatan yang dilakukan pada *e-learning* digambarkan oleh *use case* diagram sebagai berikut :



Gambar 6. *Use Case* diagram e-learning PSTI Unram

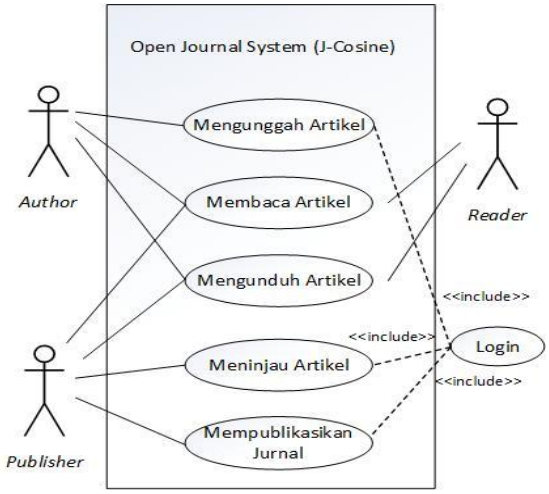
Aktifitas yang dilakukan didalam *e-learning* digambarkan dengan *activity* diagram (Radwan, 2011) sebagai berikut :



Gambar 7. Activity diagram e-learning PSTI Unram

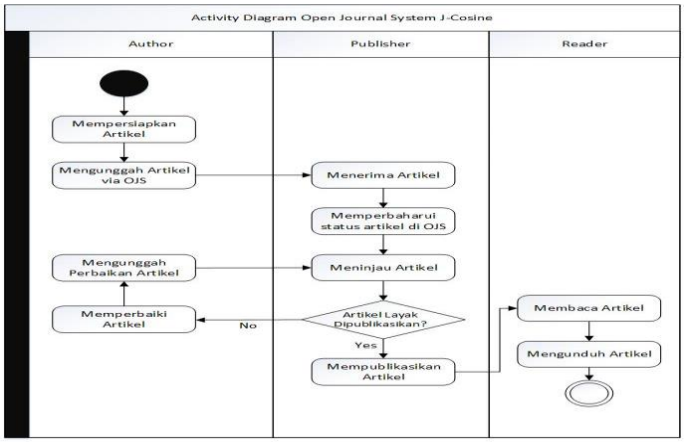
- *Open Jounal System* (OJS)

  Sekumpulan kegiatan yang dilakukan pada OJS digambarkan oleh *use case* diagram sebagai berikut :



Gambar 8. Use Case diagram OJS PSTI Unram

Aktifitas yang dilakukan didalam OJS digambarkan dengan *activity* diagram sebagai berikut :



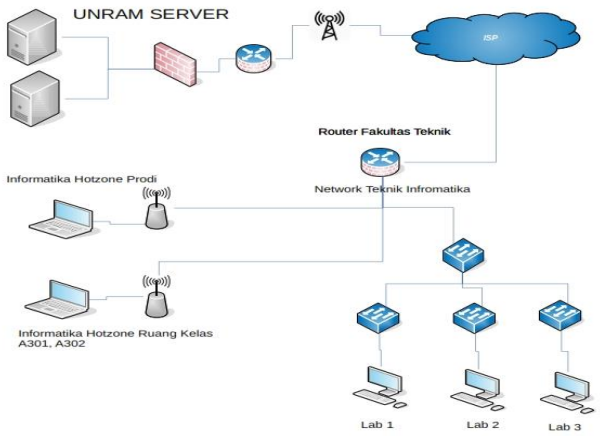
Gambar 9. Activity diagram OJS PSTI Unram

c. Where

i. Lokasi melaksanakan penelitian ini adalah pada Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas Mataram Jl. Majapahit no. 62 Mataram – NTB.

ii. Sistem Model

Berikut adalah menggambarkan site topologi jaringan PSTI dengan server yang berada pada Pustik Unram :



Gambar 10. Skenario jaringan PSTI

d. Who

Berikut adalah struktur organisasi dalam PSTI yang berperan dalam pengembangan Sistem Informasi dan infrastruktur :



e. When

Penerapan arsitektur akan dilaksanakan pada aktifitas mayor yang ada pada PSTI Unram yang berhubungan dengan kegiatan proses akademis yaitu promosi PSTI dan kegiatan PSTI, penerbitan jurnal secara berkala, penggunaan *e-learning* pada pembelajaran dan pengurusan terkait dengan akademik menggunakan SIA.

f. Why

Pada kolom why dijelaskan visi misi dan tujuan yang terdapat di PSTI untuk mendukung segala kegiatan PSTI. Kegiatan beserta penunjang diarahkan agar tidak diluar dari visi, misi dan tujuan PSTI. Visi-misi dan tujuan PSTI adalah sebagai berikut :

Visi :

Menjadi Program Studi Teknik Informatika berdaya saing nasional dan internasional pada tahun 2025, dalam bidang penelitian, pengembangan teknologi informasi dan komunikasi, serta menghasilkan lulusan yang inovatif, kreatif dan berjiwa entrepreneurship.

Misi :

1. Menyelenggarakan pendidikan yang berstandar nasional untuk menghasilkan lulusan sarjana teknik informatika yang berdaya saing, berbudi pekerti luhur, berjiwa kewirausahaan, profesional, dan menguasai teknologi informasi terkini.
2. Mengembangkan pusat penelitian unggulan teknik informatika dan lintas bidang yang berkualitas nasional dan internasional, termutakhirkan, dan bermanfaat luas di masyarakat.
3. Melakukan pengabdian masyarakat berbasis hasil penelitian dalam rangka meningkatkan kualitas masyarakat.
4. Mengembangkan kerja sama dengan berbagai institusi di dalam dan luar negeri.
5. Penguatan kelembagaan yang kondusif dalam mendukung pencapaian Visi.
6. Menguatkan sumber daya manusia dan efektivitas kelembagaan.

4. Rekomendasi Perbaikan

Rekomendasi perbaikan akan disesuaikan dengan permodelan bisnis yang telah dibuat (Porter, 2011). Dari keenam permodelan yang dilakukan dengan menggunakan Zachman *framework*, terdapat beberapa SI yang telah dilaksanakan dengan baik. Rekomendasi akan difokuskan pada SI yang masih berada pada kuadran *high potential* dan pada aktifitas pendukung yang belum mendapatkan sistem informasi. Berikut uraian rekomendasi :

- Sistem informasi yang berada pada kuadran *high potential* pada pembagian portofolio aplikasi McFarlan diantaranya adalah SI monitoring, Adipa (surat menyurat) dan metadata PSTI. Rencana rekomendasi untuk tahun 2020, semua SI diatas akan digunakan dan akan dimaksimalkan penggunaannya.

- Sistem Informasi pendukung yaitu SI untuk staf keuangan, SI pengelolaan kemahasiswaan, SI masing-masing Lab PSTI (terdapat 4 lab yaitu Lab Sistem Cerdas, Lab Jaringan dan Sistem Tertanam, Lab Sistem Enterprise dan Lab Komputer Dasar), serta SI untuk mendukung kerjasama dan promosi akan dikerjakan pada tahun 2020 dan penyesuaian penggunaannya akan dilakukan pada 2021.

- Infrastruktur yang akan dilaksanakan yaitu dengan membagi server menjadi 2 kebutuhan server, yaitu server pembelajaran dan server penelitian. Server pembelajaran diisi dengan SI yang berkaitan dengan penunjang pembelajaran sedangkan server penelitian akan berisi SI yang mendukung penelitian PSTI. Server akan tetap berada pada Pustik.

- Infrastruktur pendukung seperti *access point* dan jaringan wi-fi maupun kabel UTP akan tetap digunakan dan akan ditambah sesuai dengan kebutuhan SI maupun ujian *online* yang terus bertambah.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Kondisi infrastruktur PSTI telah didefinisikan ke dalam 6 kolom matriks Zachman *framework (what, how, where, who, when, why)* sehingga telah mendapatkan permodelan bisnis dari beberapa sistem informasi yang menjadi *key operational* dari 23 sistem informasi yang terdapat pada PSTI FT Unram. Pembagian ini menyimpulkan ada beberapa sistem informasi yang akan diperbaiki dan dikembangkan kedepannya untuk mendukung operasional PSTI.

2. Rekomendasi perbaikan yang diutamakan adalah pengoptimalan sistem informasi yang berada pada kuadran *high potential* yang akan digunakan untuk mendukung kegiatan akademik di PSTI. Selanjutnya adalah pembuatan SI yang menjadi aktifitas pendukung yang dirasa perlu untuk dibuat dan dikembangkan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Mataram (LPPM Unram) atas dana yang diberikan melalui penelitian skim Penelitian Dosen Pemula tahun 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Ayu, I. D., & Yuliani, E.(2018) Penerapan Zachman Framework dalam Merancang Customer Relationship Management pada Bank Perkreditan Rakyat Implementation of Zachman's Framework in Designing Customer Relationship Management at Bank Perkreditan Rakyat, *8*(1), 93–104.

Bahill, T., Botta, R., & Daniels, J. (2007). The Zachman framework populated with baseball models. *Journal of Enterprise Architecture*, *32*(2), 23–25. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=aph&AN=31131969&site=ehost-live&scope=site

Danny, J., Shanlunt, Wang, G., & Alianto, H. (2019). The Application of Zachman Framework in Improving Better Decision Making. *1st 2018 Indonesian Association for Pattern Recognition International Conference, INAPR 2018 - Proceedings*, 245–249. https://doi.org/10.1109/INAPR.2018.8627041

Hermawan, & Hastarista, F. (2016). Colaborated Architechture Framework for Composition UML 2.0 in Zachman Framework. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *105*(1), 0–10. https://doi.org/10.1088/1757-899X/105/1/012037

Novianti S, U., & Tristiyanto, T. (2019). Perencanaan Arsitektur Aplikasi Universitas Lampung Menggunakan Zachman Framework. *Jurnal Komputasi*, *5*(1), 50–59. https://doi.org/10.23960/komputasi.v5i1.1465

Peppard, J., & Ward, J. (2004). Beyond strategic information systems: Towards an IS capability. *Journal of Strategic Information Systems*. https://doi.org/10.1016/j.jsis.2004.02.002

Piho, G., Tepandi, J., & Roost, M. (2010). Domain analysis with archetype patterns based Zachman framework for enterprise architecture. *Proceedings 2010 International Symposium on Information Technology - System Development and Application and Knowledge Society,ITSim'10,3*, 1351–1356. https://doi.org/10.1109/ITSIM.2010.5561641

Porter, M. E. (2011). *Competitive Advantage of Nations: Creating and Sustaining Superior Performance. Strategic Management*.

Radwan, A., & Aarabi, M. (2011). Study of Implementing Zachman Framework for Modeling Information Systems for Manufacturing Enterprises Aggregate Planning. In

Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management.

Santoso, H. (2018). Perencanaan Arsitektur Enterpise Sistem Informasi Untuk Perguruan Tinggi Dengan Zachman Framework. *RESEARCH : Computer, Information System & Technology Management*. https://doi.org/10.25273/research.v1i02.3350

Setiawan, E. B. (2009). Pemilihan EA Framework. *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.

Slmateo, A. A., Utami, E., & Pangera, A. A. (2013). Penerapan Zachman Framework Dalam Merancang Sistem Pelaporan Kerusakan Komputer. *Seminar Nasional Teknologi*

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS JAGUNG DENGAN APLIKASI PAKET PEMUPUKAN BERBASIS PUPUK HAYATI MIKORIZA DAN BAHAN ORGANIK DI LAHAN KERING

Increase Maize Productivity with Application of Mycorrhiza Biofertilizer-Based Fertilizer Package and Organic Matter in Dry Land

Wahyu Astiko [1)*], I Made Sudantha[1)], Mery Windarningsih[1)], & Irwan Muthahanas[1)]

[1)] Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
Jalan Majapahit No. 62 Mataram, Lombok, Indonesia, 83125

**email: astiko@unram.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh paket pemupukan berbasis pupuk hayati mikoriza dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung di lahan kering Lombok Utara. Penelitian ini dilakukan di Dusun Balai Dana Desa Pemenang Barat Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara di tahun 2019. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan yang diuji yaitu K : Kontrol (tanpa pupuk organik, tanpa bahan organik dan tanpa mikoriza), PA : Pupuk anorganik (Urea 300 kg/ha dan Ponska 200 kg/ha), PO: Pupuk organik (pupuk kandang sapi 12 ton/ha), PH : Pupuk hayati (mikoriza MAA001: 1 ton/ha), dan PC: Pupuk campuran (Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza MAA001 1 ton/ha). Variabel yang diamati pada penelitian ini ialah: (1) variabel status hara tanah (N dan P) umur 40 dan 100 hst, (2) variable serapan hara tanaman: (N dan P) umur 40 hst, (3) variabel populasi mikoriza: jumlah spora dan kolonisasi pada akar umur 40 dan 100 hst, (4) variabel pertumbuhan: bobot biomassa kering akar dan tajuk umur 40 dan 100 hst, dan (5) variabel hasil tanaman: bobot biji per petak, bobot 1000 biji, bobot tongkol basah dan kering per tanaman. Hasil penelitian menunjukan bahwa perlakuan paket pempukan campuran (PC) antara pupuk anorganik (urea 300 kg/ha dan Ponska 200 kg/ha), bahan organik (pupuk kandang sapi 12 ton/ha) dan pupuk hayati mikoriza (1 ton/ha) meningkatkan status hara, serapan hara tanaman, jumlah spora dan kolonisasi, pertumbuhan dan hasil yang terbaik di lahan kering

Kata kunci: paket pemupukan, mikoriza, bahan organik, lahan kering

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of mycorrhiza based fertilization packages and organic matter on growth and yield of maize in dryland in North Lombok. This research was conducted in Balai Dana Hamlet, Pemenang Barat Village, Pemenang Subdistrict, North Lombok Regency in 2019. This experiment used a Randomized Block Design (RBD) with three replications.

The treatments tested were K: control (without organic fertilizer, without organic matter and without mycorrhiza), PA: inorganic fertilizer (Urea 300 kg/ha and Ponska 200 kg/ha), PO: organic fertilizer (12 tons/ha cattle manure), PH: biological fertilizers (MAA001 mycorrhizae: 1 ton/ha), and PC: mixed fertilizers (Urea 300 kg/ha and Ponska 200 kg/ha + 12 tons/ha cattle manure + MAA001 mycorrhizal 1 ton/ha). Variables observed were soil nutrient (N-total and available P), nutrient uptake (N and P), Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) population (percentage of colonization and number of spores), vegetative growth (wet biomass weight of root and shoots, dry biomass weight of root and shoots), and yield (corn dry shell weight per plot, weight of 1000 seeds, wet and dry weight of corn cob per plant). The results showed that mixed fertilizers treatment (PC) between inorganic fertilizer (urea 300 kg/ha and Ponska 200 kg/ha), organic matter (12 tons of cattle manure/ha) and mycorrhizal biofertilizer (1 ton/ha) increasing soil nutrient status and nutrient sorption, number of spores and colonization, growth and yield of the best in dryland.

Keywords: fertilizing packages, mycorrhiza, organic matter, dryland.

PENDAHULUAN

Keunggulan komparatif provinsi NTB ialah wilayah lahan kering yang luasnya mencapai 84% (1,8 juta hektar) dari luas wilayah daratan yang ada 2.015.000 hektar. Dari luas lahan kering yang ada sekitar 749.000 hektar sangat potensial dapat dikembangkan menjadi lahan pertanian yang produktif untuk tanaman jagung yang mempunyai nilai ekonomi tinggi yang prospek pemasaran yang baik di tingkat regional, nasional maupun internasional (Suwardji *et al*., 2003).

Berdasarkan laporan Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Provinsi NTB, rata-rata hasil jagung masih belum memuaskan. Penurunan ini diakibatkan oleh adanya kendala dalam budidaya tanaman. Satu kendala budidaya yang penting ialah karena makin menurunnya kualitas kesuburan tanah sehingga dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Dengan demikian maka akar solusi untuk mengatasi hal tersebut ialah melalui pembenahan sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Bahan pembenah yang memiliki fungsi ganda terhadap perbaikan ketiga sifat tanah tersebut adalah bahan organik (Tiessen, *et al*., 1994).

Bahan organik berpengaruh positif terhadap perbaikan sifat tanah dan peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman biji-bijian termasuk jagung. Rendahnya kandungan bahan organik tanah menyebabkan struktur tanah menjadi buruk, kemampuan retensi hara dan air rendah, kemampuan penyanggaan tanah *(buffering capacity)* rendah sehingga pertukaran dan penyediaan hara menjadi tidak efisien (Perner *et al*., 2007) dan berkurangnya aktifitas mikroba (Khalvati *et al.*, 2010). Melalui peranannya sebagai pemantap agregat tanah, bahan organik dapat mempertahankan kondisi fisik tanah dengan bantuan organisme tanah yang memanfaatkannya sebagai sumber energi. Populasi organisme tanah akan berkurang dengan menurunnya kandungan bahan organik tanah. Adanya penurunan organisme tanah berarti reaksi biokimia dalam tanah akan menjadi terhambat (Hassen *et al*., 2001).

Kendala lainnya ialah cekaman kekeringan dan penerapan praktek managemen kesuburan tanah yang tidak berkelanjutan serta sangat bergantung pada penggunaan pupuk buatan (Astiko dan Endang, 1999). Hal ini bertentangan dengan ciri sistem pertanian lahan kering berkelanjutan yang menekankan pada upaya meminimalkan kehilangan air dan hara yang diperlukan tanaman (Dardak, 1996). Praktek pemupukan tanaman kedelai yang diterapkan di wilayah ini juga masih tidak efisien. Supardi (1996), menyebutkan bahwa

paling banyak 50 % dari jumlah hara N yang diberikan diserap oleh akar dan sisanya tertinggal dalam atau hilang dari tanah. Pupuk yang paling tidak efisien ialah pupuk P hanya sekitar 8 - 13 % diserap akar dari jumlah pupuk yang diberikan. Keadaan ini menunjukkan efisiensi pemberian pupuk sangat rendah. Oleh karena itu diperlukan alternatif pola pemupukan yang mempunyai efisiensi tinggi dan sekaligus dapat mempertahankan kesuburan tanah.

Sesungguhnya upaya pencapaian efisiensi pemupukan dapat dilakukan dengan pemilihan sumber hara yang tepat, cara pemberian atau penempatan yang tepat sesuai dengan sifat reaksi pupuk dan tanah dan saat pemberian yang tepat sesuai dengan kebutuhan dan tingkat pertumbuhan tanaman (Radjaguguk, 1993). Selain itu, telah pula dibuktikan bahwa masukan bahan organik dapat membantu meningkatkan efisiensi pemupukan melalui perannya dalam memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah (Go Ban Hong, 1990 dan Astiko *et al*., 2013a). Sekalipun demikian, efisiensi pemupukan masih mempunyai prospek untuk ditingkatkan ialah melalui aplikasi mikoriza arbuskular (MA) sebagai pupuk hayati (Goenadi, 1994; Rachim *et al*., 1995, dan Astiko, 2009a). Parman *et al.* (1997), Sastrahidayat dan Prasetya (1999), Fisher dan Jayachandran (2008) dan Astiko *et al*., (2013b) juga membuktikan MA yang berasosiasi dengan tanaman dapat meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara makro dan mikro yang berdampak pada pertumbuhan dan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman tanpa MA.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh paket pemupukan berbasis pupuk hayati mikoriza dan bahan organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman jagung di lahan kering Lombok Utara.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan April sampai dengan Juli 2019 yang berlokasi di Dusun Balai Dana Desa Pemenang Barat Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara. Pengamatan mikoriza dan status hara tanah dilakukan di Laboratoriom Mikrobiologi dan Kimia Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam percobaan ini berupa oven, timbangan, mikroskop binokuler, magnetik stirrer, gelas piala, pinset, saringan bertingkat, sentrifuse, corong, petri, sekop, cangkul, sabit dan hand counter. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tali rafia, kantong plastik, tisu, kertas label, contoh tanah, sampel akar, metilin blue, KOH 10%, sukrosa, aquades, kertas saring dan alat tulis.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Penelitian ini dilakukan di Desa Dusun Balai Dana Desa Pemenang Barat Kecamatan Pemenang, Kabupaten Lombok Utara tahun 2019. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok dengan 3 ulangan. Perlakuan paket pemupukan yang diuji yaitu K : Kontrol (tanpa pupuk organik, tanpa bahan organik dan tanpa mikoriza), PA : Pupuk

anorganik (Urea 300 kg/ha dan Ponska 200 kg/ha), PO: Pupuk organik (pupuk kandang sapi 12 ton/ha), PH : Pupuk hayati (mikoriza M_{AA001}: 1 ton/ha), dan PC: Pupuk campuran (Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza M_{AA001} 1 ton/ha).

Pelaksanaan percobaan

Tanah yang digunakan untuk penelitian terlebih dahulu dibersihkan dari gulma, kemudian diolah dengan cara dicangkul dan dihaluskan, kemudian dibuat petak-petak dalam blok dan pada masing-masing blok dibuat lagi petak yang lebih kecil berukuran 3 m x 2 m sebagai petak perlakuan.

Penanaman benih jagung dilakukan dengan cara membuat lubang sedalam 2 cm pada setiap petak, kemudian masing-masing lubang diisi sebanyak 2 benih. Benih jagung ditanam dengan jarak tanam antar baris 60 cm dan dalam baris 40 cm. Varietas jagung yang digunakan adalah adalah Bima-20 Uri.

Pemberian pupuk anorganik (Urea dan Phonska), pupuk kandang dan pupuk hayati mikoriza disesuaikan dengan masing-masing perlakuan. Inokulasi mikoriza M_{AA01} dilakukan dengan meletakan inokum dibawah benih membentuk lapisan dengan dosis 1000 kg/ha atau setara 20 g per tanaman pada saat tanam (Astiko, 1995).Pupuk anorganik diberikan sesuai dosis rekomendasi yaitu 300 kg/ha Urea dan NPK Phonska (15:15:15) 200 kg/ha. Pupuk anorganik (Urea) dengan dosis 50% rekomendasi dan seluruh dosis NPK Phonska dan pupuk kandang pemberian pertama dilakukan saat tanam dengan menugalkan 5 cm dari lubang tanah kedalam 7 cm. Sedangkan pemberian kedua pupuk anorganik (Urea) dengan dosis 50% rekomendasi sisanya diberikan pada saat tanaman berumur 3 minggu setelah tanam.

Pemeliharaan tanaman meliputi penyulaman, penyiangan dan pembumbunan. Penyulaman untuk tanaman dilakukan pada umur 7 hst. Penyiangan dan pembum,bunan dilakukan dua kali, penyiangan pertama dilakukan pada saat tanaman berumur 15 hst, sedangkan penyiangan yang kedua dilakukan setelah tanaman berumur 30 hst. Pada penyiangan kedua ini sekaligus dilakukan pembumbunan yaitu dengan menggemburkan tanah dan menaikkan tanah ke sekitar batang.

Perlindungan tanaman dilakukan dengan menggunakan pestisida organik Azadirachtin dengan nama dagang OrgaNeem dengan konsentrasi 5 ml per liter air dengan cara disemprot 3 hari sekali.

Pengamatan destruksi dilakukan umur 40 hst pada tanaman sampel di masing-masing perlakuan. Pemanenan dilakukan setelah tanaman berumur sekitar 100 hst, dengan tanda-tanda biji jagung cukup tua untuk dipanen, yaitu kelobot telah berwarna kuning kecoklatan.

Variabel pengamatan

Variabel yang diamati pada penelitian ini ialah: (1) variabel status hara tanah (N dan P tanah) umur 40 dan 100 hst, (2) variabel serapan hara tanaman (N dan P) umur 40 hst, (3) variabel populasi MA meliputi: jumlah spora dan kolonisasi pada akar, (4) variabel pertumbuhan meliputi: bobot kering akar dan tajuk 40 hst dan 100 hst, dan (5) variabel hasil (bobot biji kering per petak, bobot 1000 biji, bobot basah tongkol, dan bobot kering tongkol per tanaman).

Unsur N ditetapkan dengan metode Kjedhal dan P dengan metode Brey II sedangkan penetapan menggunakan spectrometer (Sudjadi dan Widjik, 1971).

Bobot basah akar dan tajuk ditimbang setelah panen dan bobot kering per tanaman ditimbang dengan menimbang seluruh bagian tanaman yang telah dikeringkan didalam oven pada suhu 60^0C selama 48 jam. Sedangkan bobot kering biji per petak dihitung dengan menimbang seluruh biji setelah dipipil dan dijemur di bawah sinar matahari selama 7 hari.

Pengamatan parameter jumlah spora mikoriza dilakukan dengan teknik pengayakan basah (*wet sieving and decanting*) menurut Brundrett *et al.* (1996). Supranatan yang diperoleh pada saringan terakhir (38 µm) ditambah larutan sukrosa 60% lalu diputar dalam *sentrifuge* dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit (Daniel dan Skipper, 1982). Spora yang didapat ditampung pada kertas saring Whatman bergrid dengan stempel tinta permanen ukuran 0,5 x 0,5 cm sebagai penanda, kemudian dihitung jumlah populasinya di bawah mikroskop stereo dengan pembesaran 40x.

Penghitungan parameter persentase infeksi dilakukan dengan metode *clearing and staining* (Kormanik dan Graw, 1982) yang dimodifikasi. Persentase infeksi dihitung menggunakan teknik *Gridline Intersect* (Giovenneti dan Mosse, 1980) di bawah mikroskop stereo dengan pembesaran 40x.

Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan menggunakan program *Minitab* versi 16. Jika terdapat perbedaan yang nyata dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Status hara tanah dan serapan hara tanaman

Pengaruh paket pemupukan campuran (PC= Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza M_{AA001} 1 ton/ha) memberikan kontribusi positif dan signifikan terhadap peningkatan status hara dan serapan hara tanaman (N dan P).dibandingkan dengan konrol (K). Pada pengamatan umur 40 hst dan 100 hst peningkatan status hara N sebesar 30,66% dan 30,70% dan status hara P sebesar 80,02% dan 79,75% dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Rerata status hara N total dan P tersedia tanah di rizosfer jagung untuk setiap paket pemupukan pada umur 40 dan 100 HST

Paket pemupuka	N total ($g.kg^{-1}$)		P tersedia ($mg.kg^{-1}$)	
	40 HST	100 HST	40 HST	100 HST
K (kontrol)	$0,52^{d}$	$0,79^{d}$	$11,89^{e}$	$14,86^{d}$
PA (anorganik)	$0,63^{b}$	$0,96^{b}$	$35,75^{b}$	$44,68^{b}$
PO (organik)	$0,57^{c}$	$0,87^{c}$	$15,51^{d}$	$19,39^{c}$
PH (mikoriza)	$0,58^{bc}$	$0,89^{bc}$	$17,28^{c}$	$21,60^{c}$
PC (campuran)	$0,75^{a}$	$1,14^{a}$	$59,51^{a}$	$73,40^{a}$
BNJ 5%	0,03	0,05	0,07	1,49

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Fakta tersebut di atas menunjukkan bahwa paket pemupukan campuran (PC) dapat meningkatkan rerata status hara tanah baik pada umur 40 dan 100 hst. Hal menunjukkan

meningkatnya status hara tanah dapat dipicu oleh inokulasi MA yang disertai dengan pemberian pupuk organik serta pupuk anorganik yang cukup. Pengaruh paket pemupukan campuran menunjukkan nilai kandungan unsur hara N dan P yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan paket pemupukan lainnya. Tren nilai kandungan kedua unsur hara tersebut semakin meningkat seiring berjalannya waktu dan mencapai nilai tertinggi pada 100 hst saat tanaman jagung di panen. Fakta ini sesuai dengan hasil penelitian Astiko *et al,* 2015 , yang mengemukakan kandungan unsur hara N dan P terus mengalami kenaikan naik dan mencapai maksimum pada 100 hst pada beberapa jenis tanaman yang ditanam setelah jagung yang dinokulasi mikoriza dan penambahan bahan organik di lahan kering.

Selain meningkatkan status hara tanah, paket perlakuan campuran (PC) juga dapat membantu meningkatkan serapan hara N dan P tanaman dibandingkan dengan control (K). Hal ini terlihat pada pengamatan umur 40 hst yang secara nyata memberikan kontribusi terhadap peningkatan serapan hara N dan P tanaman. Rata-rata peningkatan serapan hara N dan P sebesar 39,78% dan 40,97% bila dibandingkan dengan control (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata serapan N dan P tanaman (mg.g^{-1} bobot kering tanama) pada umur 40 HST untuk setiap paket pemupukan

Paket pemupukan	Serapan N dan P(mg.g^{-1} bobot kering tanaman) umur 40 HST	
	N	P
K (kontrol)	8,55^{e}	2,91^{ab}
PA (anorganik)	12,82^{b}	3,69^{ab}
PO (organik)	9,21^{d}	3,04^{ab}
PH (mikoriza)	9,56^{c}	2,23^{b}
PC (campuran)	14,20^{a}	4,93^{a}
BNJ 5%	0,09	1,45

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Peningkatan serapan hara tanaman ini berkaitan dengan kemampuan mikoriza yang dapat meningkatkan jangkauan akar untuk mendapatkan unsur hara N dan P di dalam tanah dengan bantuan hifa eksternal. Fakta ini juga sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Gianinazzi *et al*. (2010) yang mengemukakan bahwa inokulasi MA yang disertai dengan penambahan bahan organik dapat memulihkan kesuburan tanah pada suatu kawasan ekosistem.

Jumlah spora dan kolonisasi mikoriza

Pengaruh paket pemupukan campuran Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza M_{AA001} 1 ton/ha memberikan kontribusi positif dan sifnifikan terhadap jumlah spora dan persentase kolonisasi pada akar dibandingkan dengan kontrol. Peningkatan jumlah spora per 100 g tanah pada umur 40 dan 100 hst adalah 52,89% dan 37,63% dibandingkan dengan control. Sedangkan untuk peningkatan kolonisasi akar pada umur 40 dan 100 hst adalah 30,93% dan 47,74% (Tabel 3).

Tabel 3. Rerata jumlah spora (spora per 100 g tanah) dan nilai kolonisasi (%-kolonisasi) umur 40 dan 100 HST untuk setiap perlakuan paket pemupukan

Paket pemupukan	Jumlah spora		Kolonisasi	
	40 HST	100 HST	40 HST	100 HST

K (kontrol)	1331,00^{e}	2907,33^{e}	32,00^{c}	42,33^{d}
PA (anorganik)	2041,33^{d}	3662,3^{d}	37,00^{b}	67,33^{b}
PO (organik)	2312,33^{c}	4088,33^{c}	32,00^{c}	56,00^{c}
PH (mikoriza)	2537,33^{b}	4398,33^{b}	34,00^{bc}	62,66^{b}
PC (campuran)	2825,66^{a}	4661,66^{a}	46,33^{a}	81,00^{a}
BNJ 5%	8,58	11,23	3,29	3,94

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi isolat M_{AA001} mampu bersaing dengan MA indigenus yang terdapat pada rizosfer tanah berpasir Lombok Utara, terutama dalam membentuk koloni dalam akar. Makna lainnya adalah isolat M_{AA001} yang digunakan mampu memproduksi banyak propagul dalam bentuk spora dan akar terkolonisasi sehingga mampu hidup pada habitat yang kompetitif dan dinamis. (Barrios, 2007; Doud dan Johnson, 2007).

Pertumbuhan dan hasil tanaman

Pengaruh paket pemupukan campuran Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza M_{AA001} 1 ton/ha memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot biomassa kering akar dan pucuk pada 40 dan 100 hst. Hal ini terlihat dari peningkatan biomassa kering akar pada umur 40 dan 100 hst yang mencapai 89,22% dan 86,55% dibandingkan kontrol. Sedangkan untuk bobot biomassa kering pucuk pada umur 40 dan 100 hst memberikan peningkatan bobot sebesar 70,72% dan 73,24% dibandingkan dengan control (Tabel 4).

Tabel 4. Rerata bobot biomassa kering akar dan pucuk (g/tanaman) jagung umur 40 dan 100 HST pada setiap paket pemupukan

Paket pemupukan	Bobot biomassa kering (g/tanaman)			
	Akar 40 HST	Akar 100 HST	Pucuk 40 HST	Pucuk 100 HST
K (kontrol)	1,91^{d}	3,02^{c}	9,75^{e}	39,41^{c}
PA (anorganik)	4,43^{c}	11,49^{b}	12,05^{d}	119,97^{ab}
PO (organik)	7,01^{b}	15,75^{b}	22,29^{b}	67,06^{bc}
PH (mikoriza)	7,24^{b}	15,24^{b}	18,94^{c}	67,62^{bc}
PC (campuran)	17,72^{a}	22,47^{a}	33,30^{a}	147,30^{a}
BNJ 5%	1,78	5,13	1,40	40,73

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Perlakuan paket pemupukan campuran Urea 300 dan Ponska 200 kg/ha + 12 ton/ha pupuk kandang + mikoriza M_{AA001} 1 ton/ha memberikan pengaruh yang nyata terhadap hasil tanaman. Indikasi ini dapat dilihat dari parameter bobot biji per petak, bobot 1000 biji, bobot tongkol basah dan bobot tongkol kering. Rata-rata persentase peningkatan bobot biji per petak, bobot 1000 biji, bobot tongkol basah dan bobot tongkol kering pada perlakuan paket pemupukkan campuran dibandingkan dengan kontrol adalah sebesar 78,94%, 31,53%, 77,93% dan 70,68% (Tabel 5).

Tabel 5. Rerata bobot biji kering (kg/petak), bobot 1000 biji kering dan tongkol pada setiap perlakuan paket pemupukan

Paket pemupukan	Rerata hasil biji (kg/petak), 1000 biji dan tongkol (g/tanaman)			
	Bobot biji	1000 biji	Tongkol basah	Tongkol kering
K (kontrol)	0,80[d]	224,33[d]	81,34[c]	45,65[c]
PA (anorganik)	2,53[b]	285,00[b]	193,93[b]	101,38[b]
PO (organik)	0,86[cd]	250,00[c]	101,92[c]	55,20[c]
PH (mikoriza)	1,20[c]	251,66[c]	122,94[bc]	61,53[c]
PC (campuran)	3,80[a]	327,66[a]	368,07[a]	155,68[a]
BNJ 5%	0,25	14,02	50,44	13,09

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom yang sama tidak berbeda nyata menurut uji BNJ 5%

Peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman ditunjukkan oleh adanya trend kenaikan bobot biomassa kering tanaman dan hasil biji tanaman terutama pada petak pemupukan campuran (PC). Fenomena ini memberikan isyarat bahwa inokulasi MA pada awal musim tanam menjadi penting pada sistem budidaya tanam yang dilakukan di tanah berpasir (*sandy loam*) Lombok Utara (Astiko *et al*., 2013c). Namun demikian agar inokulasi MA berhasil dengan baik harus ada kesesuaian tanaman inang terhadap MA, status nutrisi tanah yang mendukung dan potensi inokulum MA yang memadai (Corkidi *et al*., 2008).

Meningkatnya hasil tanaman pada perlakuan paket pemupukkan campuran inokulasi MA plus pupuk kandang dan pupuk anorganik memicu meningkatnya aktifitas MA dalam penyerapan unsur hara dan air dengan bantuan hifa eksternal (HE). Hal ini dimungkinkan karena HE mampu menjangkau sampai di luar zona pengurasan (*depletion zone*) yang dapat dijangkau oleh atau tidak tersedia untuk akar tanaman (Zhu *et al*, 2001). Diameter HE yang jauh lebih kecil dibanding dengan diameter akar memungkinkannya untuk menembus pori mikro tanah untuk mendapatkan hara dan air yang tidak dapat dijangkau oleh akar (Drew *et al*, 2003). Hal inilah yang menyebabkan tanaman yang bermikoriza mempunyai kemampuan menyerap hara, pertumbuhan dan hasil yang lebih baik serta tahan terhadap cekaman kekeringan (Smith *et al*, 2018).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa paket pemupukan campuran anatara pupuk anorganik dengan pupuk organik serta pupuk hayati mikoriza (PA) dibandingkan dengan kontrol dapat meningkatkan status hara tanah N dan P pada umur 40 dan 100 hst (N mencapai 30,66% dan 30,70% dan P mencapai 80,02% dan 79,75%), serapan hara tanaman N dan P pada umur 40 hst (mencapai 39,78% dan 40,97%), jumlah spora per 100 g tanah pada umur 40 dan 100 hst sebesar 52,89% dan 37,63%, kolonisasi akar pada umur 40 dan 100 hst sebesar 30,93% dan 47,74%, pertumbuhan tanaman (biomassa kering akar pada umur 40 dan 100 hst mencapai 89,22% dan 86,55%; bobot biomassa kering pucuk pada umur 40 dan 100 hst mencapai 70,72% dan 73,24%) dan hasil (bobot biji per petak, bobot 1000 biji, bobot tongkol basah dan bobot tongkol kering mencapai 78,94%, 31,53%, 77,93% dan 70,68%) dibandingkan dengan kontrol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Rektor dan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Mataram atas pemberian dana penelitian melalui DIPA BLU Skema Penelitian Peningkatan Kapasitas Sesuai dengan Kontrak Penelitian Tahun Anggaran 2019 nomor: 2627V/UN18.L1/PP/2019.

DAFTAR PUSTAKA

Astiko, W. 1995. Kesesuaian tanaman inang mikoriza pada berbagai campuran pot kultur. Jurnal Fitopatologi. 3 (2): 77-83

Astiko, W dan L. Endang. 1999. Efektivitas kinerja jamur mikoriza arbuskular yang berasosiasi dengan bakteri pelarut fosfat dalam mempengaruhi pertumbuhan pertanaman bawang merah (*Allium ascalonicum*) di berbagai lengas tanah. Laporan DP3M DIKTI. pp. 52

Astiko, W. 2009a. Pengaruh paket pemupukan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai di lahan kering. Jurnal CropAgro 2 (1): 65-71

Astiko, W., I.R. Sastrahidayat, S. Djauhari dan A. Muhibuddin. 2013a. Soil fertility status and soybean [*Glycine max* (L) Merr] performence foloowing introduction of indigenous mycorrhiza combined with various nutrient sources into sandy soil. Agrivita. 35 (2): 127-137

Astiko, W., I.R. Sastrahidayat, S. Djauhari dan A. Muhibuddin. 2013b. The role of indigenous mycorrhiza in combination with cattle manure in improving maize yield (*Zea mays* L.) on sandy loam of Norhern Lombok, Eastern of Indonesia. Journal of Tropical Soils. 18 (1): 53-58

Astiko, W., I.R. Sastrahidayat, S. Djauhari dan A. Muhibuddin. 2013c. Peranan mikoriza indigenus pada pola tanam berbeda dalam meningkatkan hasil kedelai di tanah berpasir (studi kasus di lahan kering Lombok Utara. Disertasi, Pascasarjana Universitas Brawijaya. pp. 210

Astiko W, MT Fauzi dan Sukartono. 2015. Nutrient status and mycorrhizal population on various food crops grown following corn inoculated with indigenous mycorrhiza on sandy soil of North Lombok, Indonesia. Journal of Tropical Soils. 20 (2): 119-125

Barrios E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. Ecol. Econ. 64:269–285

Brundrett, M., N. Bougher, B. Dell, T. Grove dan N. Malajczulk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. The Australian Centre for International Agriculture Research (ACIAR) Monograph 32. pp. 374

Corkidi, L, M. Evans and J. Bohn. 2008. An introduction the propogation to Arbuscular Mycorrhizal fungi in pot cultures for inoculation of native plant nursery stock. Native Plant Journal. 9 (1): 29-38

Daniels, B.A. dan H.D. Skipper. 1982. Methods for recovery and quantitative estimation of propagules from soil. In N.C. Scenck (Eds.). Methods and principle of mycorrhiza research. APS, St. Paul MN. p. 29-36

Dardak. 1996. Praktek-Praktek Kesuburan Tanah Yang Berkelamjutan Guna Turut Mewujudkan Pembangunan Pertanian Bwrkelanjutan Berwawasan Lingkungan. Berita HITI. 5 (12): 10-13

Douds, D,D, Jr, dan N.C. Johnson. 2007. Contributions of arbuscular mycorrhizas to soil biological fertility. Di dalam: Abbott LK, Murphy DV. (editor). Soil Biological Fertility - A Key to Sustainable Land Use in Agriculture. New York: Springer Science+Business Media. p. 129-162

Drew EA. 2002. External AM hyhae: their growth and function in media of varying pore sizes. PhD thesis. Departement of Soil and Water, The University of Adelaide, Adelaide, Australia

Fisher, J.K. dan K. Jayachandran. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi promote growth and phosphorus uptake in zamia, a native florida cycad. Biological Science. 71 (3): 265-272

Gianinazzi, S., A. Gollotte, M.N. Binet, D. van Tuinen, D. Redecker dan D. Wipf. 2010. Agroecology: the key role of arbuscular mycorrhizas in ecosystem services. Mycorrhiza. 20:519–530

Go Ban Hong. 1990. Syarat Tanah Untuk Pemupukan Efektif dan Efisien. Lok. Nas. Efisiensi Penggunaan Pupuk V. Cisarua, 12-13 Nopember 1990. pp. 87

Goenadi,D.H. 1994. Peluang Aplikasi Mikroba Dalam Menunjang Pengelolaan Tanah Perkebunan. Bul. Biotek. Perkebunan. 1 (1): 17-22

Giovannetti, M. dan B. Mosse. 1980. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular mycorrhiza infection in roots. New Phytol. 84: 489-500

Hassen, A., K. Belguith, N. Jedidi, A. Cherif, M. Cherif dan A. Boudabous. 2001. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. Bioresource Technol. 80: 217-225

Khalvati, M., B. Bartha, A. Dupigny dan P. Schröder. 2010. Arbuscular mycorrizal asociation is beneficial for growth and detoxificiation of xenobiotics of barley under drouht stress. J Soils Sediments. 10: 54-64

Kormanik, P.P dan A.C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhiza in plant roots. In N.C. Scenk (Eds). Methods and principles of mycorrhizal research. The American Phytopathologycal Society. St. Paul. Minnesota. pp. 244

Parman, W. Astiko, W. Wangiyana dan I.R. Sastrahidayat. 1997. Studies on compatibility of various inoculums formulations of vesicular-arbuscular mycorrhiza with several crops after “Gora” on various types of marginal soil in Lombok. Funded by the IAEUP Mataram University. Mataram. pp. 40

Perner, H., D. Schwarz, C. Bruns, P. Mader dan E. George. 2007. Effect of arbuscular mycorrhizal colonization and two levels of compost supply on nutrient uptake and flowring of pelagonium plants. Myccorrhiza. 17: 469-474

Radjagukguk, B. 1993. Pemupukan Yang Efisien. (Makalah seminar peluncuran pupuk Sulfomag). Medan. pp. 67

Sastrahidayat, I.R. dan B. Prasetyo. 1999. Aplikasi Mikoriza Vesikular Arbuskular pada berbagai jenis tanaman pertanian di Jawa Timur. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Mikoriza I, 15-16 Nopember 1999. Institut Pertanian Bogor. pp. 15

Smith, S.E., E. Facelli, S. Pope dan F. A. Smith. 2010. Plant performance in stressful environments: interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant soil. 326: 3-20

Sudjadi, M. dan I.M. Widjik. 1971. Penentuan analisis tanaman. LPT. Bogor. pp. 56

Supardi, G. 1996. Menggali Efek Sinergistik Menuju Pertanian Tanggung. Berita HITI. 4 (12): 10-13

Suwardji, R. Amry, R.S. Tejowulan dan B. Munir. 2003. Rencana Strategis Pengembangan Wilayah Lahan Kering Propinsi NTB 2003-2007. Penerbit Bappeda NTB. pp. 156

Tiessen H, Cuevas E, Chacon P (1994) The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature 371:783–785

Zhu, Y.G., T.R. Cavagnaro, S.E. Smith dan S. Dickson. 2001. Backseat driving? Accessing phosphate beyond the rhizosphere–depletion zone. Trends Plant Sci. 6:194-195

KARAKTER AGRONOMI GALUR PADI SAWAH BERAS MERAH TIPE IDEAL

Character Of Agronomic Paddy Field Of Red Rice Lines Ideal Type

IGP Muliarta[1], AAK Sudharmawan[1] dan W Sri Suliartini[1]

[1)] Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Unram, Jl. Majapahit No.62 Maatram, NTB. Tlp. 370 621435

**email: muliarta1@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Sumber gen baru yang berpotensi untuk ke arah pembentukan padi sawah varietas unggul tipe ideal yang berpotensi hasil tinggi umur genjah sangat diperlukan mengingat masih banyak plasma nutfah untuk sifat-sifat tersebut belum teridentifikasi. Tujuan penelitian adalah untuk mengevaluasi daya hasil dan sifat agronomi dari galur galur padi beras merah tipe ideal hasil persilangan tunggal dan seleksi silang berulang antara GH Padi Beras Merah F2BC4P19-36 dengan IPB 3S dan Fatmawati. Percobaan dilakukan di lahan sawah Fakultas Pertanian Universitas Mataram di desa Nyurlembang Kecamatan Narmada kabupaten Lombok Barat pada April s/d Juli 2019. Percobaan ditata dalam Rancangan Acakkelompok dengan 13 genotipe padi sebagai perlakuan (10 galur padi beras merah, IPB 3S, Fatmawati dan GH Padi Beras Merah F2BC4P19-36) yang diulang tiga kali. Penaman dilakukan secara sawah pada umur semai bibit 21 hari, jarak tanam 25 cm x 25 cm dengan 1 tanaman per lubang tanam . Pemeliharan tanaman meliputi penyiangan, pemupukan dengan Ponska dosis 300 kg/ha diberikan satu minggu setelah tanam, Urea dengan dosis 200 kg/ha diberikan 2 kali pada saat tanaman umur 30 hst dan 50 hst. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Galur G4 (F2 IPB3S/F2BC4P19-63//Fat/F2BC4P19-63-PD3/13) dengan hasil per hektarnya 8,76 ton /ha merupakan galur yang menunjukkan daya hasil sama dengan tetua IPB 3S (8,50 ton/ha) namun berbeda dengan tetua BM (GH padi beras merah F2BC4P19-36) 5,67 ton/ha dan Fatmawati (7,21 ton/ha). Umur berbunga, tiinggi tanaman, jumlah anakkan produktif per rumpun, panjang malai, jumlah gabah berisi dan hampa permalai, bobot 100 butir gabah serta bobot gabah per rumpun dan hasil gabah per hektar menunjukkan perbedaan antar galur yang diujikan sedangkan jumlah anakkan non produktif tidak menunjukkan perbedaan antar galurnya dan tetua.

Kata kunci: padi beras merah, tipe ideal, galur, malai

ABSTRACT

The source of new genes that have the potential to lead to the formation of high yielding varieties of ideal type of rice with high yielding early maturity is very necessary considering there are still many germplasm for these traits that have not been identified. The purpose of the study was to evaluate the yield and agronomic traits of the ideal type of red rice lines and the repeated cross selection between GH Red Rice F2BC4P19-36 with IPB 3S and Fatmawati. The experiment was carried out on the

paddy field of the Faculty of Agriculture, University of Mataram in the village of Nyurlembang, Narmada District, West Lombok regency, from April to July 2019. The experiment was arranged in a Randomized Block Design with 13 rice genotypes as treatment (10 lines of red rice, IPB 3S, Fatmawati and GH Red Rice F2BC4P19-36) which were repeated three times. Planting is done in rice fields at the age of seedlings 21 days, spacing 25 cm x 25 cm with 1 plant per planting hole. Plant maintenance includes weeding, fertilizing with Ponska dose of 300 kg / ha given one week after planting, Urea with a dose of 200 kg / ha given 2 times when the plants are 30 days after planting and 50 days after planting. The results showed that the G4 line (F2 IPB3S / F2BC4P19-63 // Fat / F2BC4P19-63-PD3 / 13) with the yield per hectare of 8.76 tons / ha is a line showing the same yield as the IPB 3S parent (8.50 tons / ha) but different from the BM parent (GH red rice F2BC4P19-36) 5.67 tons / ha and Fatmawati (7.21 tons / ha). Age of flowering, plant height, number of productive tillers per clump, panicle length, number of filled grains and empety, 100 grain weight and grain weight per clump and grain yield per hectare show differences between lines tested while the number of non-productive tiller does not show differences between the lines and the parent.

Key words: red rice, ideal type, line, panicle.

PENDAHULUAN

Padi adalah makan pangan penghasil beras yang merupakan makan pokok hampir 90 persen penduduk Indonesia. Selain sebagai makanan pokok juga bernilai kesehatan tinggi terutama pada padi beras merah karena kandungan antosianininya, mampu mencegah penyakit hati, kangker khusus, struk, diabetes, serta sangat ensensial bagi fungsii otak, mengurangi penuan otak, serta sangat penting bagi pertumbuhan bayi. Selain itu berfungsi sebagai pewarna alami untuk industri pangan berupa kue, bubur, biskuit, es crim serta minuman fermentasi. Keberadaan akan padi beras merah saat ini semangkin langka. Di Bali padi beras merah dipergunakan sebagai sarana upacara keagaman berupa pecaruan, pesegahan dan krikkramas. Keberadaan padi beras merah di Indonesia keberadaan semangkin langka akibat penanaman padi varietas unggul baru yang didominasi dari padi beras putih. (Abdel dkk, 2006, Harmanto, 2008, Kristaminanti dan Purwaningsih, 2010, Ernawati *et al.,* 2016, Muliarta *et al.,* 2016a).

Varietas unggul yang dilepas oleh Kementrian Pertanian hingga kini berjumlah lebih dari 233 varietas yang terdiri atas 144 varietas unggul padi sawah inbirida (INPARI), 35 varietas padi Hibrida (HIPA), 30 varietas unggul padi gogo (INPAGO) serta 24 varietas padi rawa (INPARA), yang sebagian besar dari varietas ini dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian (Bambang S dkk, 2010). Berapa varietas mulai ada di lepas oleh beberapa perguruan tinggi seperti IPB dengan varietasnya IPB 3S dan IPB 4S (2012) berupa padi sawah, UNSOED dengan INPAGO Unsoed 1 (2011) serta UNRAM dengan INPAGO UNRAM 1 (2011) melalui kegiatan Konsorsium Padi Nasional yang di prakarsai oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi. Dari sebagian besar varietas unggul padi yang dilepas tersebut di atas sebagian besar berupa padi beras putih, INPAGO Unram I merupakan varietas unggul padi gogo beras merah, untuk varietas unggul padi sawah beras merah tipe ideal hingga saat ini belum ada yang dilepas.

Sehingga sumber gen baru yang berpotensi untuk ke arah pembentukan padi sawah varietas unggul tipe ideal yang berpotensi hasil tinggi umur genjah sangat diperlukan

mengingat masih banyak plasma nutfah untuk sifat-sifat tersebut belum teridentifikasi. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Muliarta, dkk. 2013 melalui persilangan back cross sebanyak 4 (empat) kali antara Galur harapan padi beras merah toleran kekeringan dengan kultivar lokal padi beras merah Kala Isi Tolo yang memiliki kandungan antosian tinggi umur genjah telah dihasilkan galur harapan padi gogo beras merah F2BC4P19-36 yang memiliki kandungan antosianin tinggi, jumlah anakan banyak, umur genjah 107 hari namun masih mememiliki daya hasil relative rendah yaitu 5,8 ton/ha. Galur ini kemudian di silangkan dengan IPB 3S (yang memiliki potensi hasil 11,2 ton/ha, berumur 112 hari, tekstur nasi pulan dengan warna beras putih, jumlah anakan sedikit) dan Fatmawati (memiliki potensi hasil 9 ton/ha, umur 115 hari dengan tekstur nasi pula dengan warna beras putih, jumlah anakan sedikit) melalui persilangan tunggal dan seleksi silang berulang, yang kemudian dilanjutkan dengan seleksi pedigree hingga F3 dihasilkan galur galur padi beras merah bersifat unggul baru dan tipe ideal (Muliarta dkk.2017). Galur ini masih sangat beragam terutama pada sifat sifat agronominya, seperti tinggi tanaman, panjang malai, jumlah gabah berisi, hampa, berat gabah per rumpun maupun warna beras, sehingga diperlukan seleksi lanjutan untuk dapat dipilahkan ke tipe ideal sehingga dapat menembut batas potensi hasil yield plateu.

Tanaman padi tipe ideal yang nantinya diharapkan adalah yaitu tanaman yang mempunyai sifat agronomi seperti anakan 8-10 rumpun, tanpa anakan non-produktif, berbatang besar dan kuat, bersekam tipis dan berbiji berat, berdaun hijau gelap, bertipe tegak, bermalai panjang dengan 200-300 gabah isi permalai dan berindek panen tinggi. (Bambang Suprihatno dkk, 2010)

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi daya hasil dan sifat –sifat agronomi dari galur galur padi beras merah tipe ideal hasil persilangan tunggal dan seleksi silang berulang antara GH Padi Beras Merah F2BC4P19-36 dengan IPB 3S dan Fatmawati.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental dengan percobaan di lapangan.Percobaan ini pada bulan April hingga Juli 2019 di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Desa Nyurlembang, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 13 perlakuan yaitu 10 galur padi sawah beras merah tipe ideal hasil seleksi pedigree F3 (F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3), 3 tetua (Fatmawati, IPB 3S dan Galur Harapan Padi beras merah F2BC4P19-36). Setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga diperoleh 39 unit percobaan.

Tabel 1. Nama Genotipe padi yang digunakan dalam penelitian

Perlakuan	Genotipe
G1	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/7
G2	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/15

G3	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/20
G4	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/13
G5	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/71
G6	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/94
G7	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/34
G8	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/44
G9	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/31
G10	F2 IPB3S/F2BC4P19-63// Fat/F2BC4P19-63-PD3/81
BM	GH Padi beras merah F2BC4P19-36
Fat	Fatmawati
IPB3S	IPB 3S

Setiap genotipe ditanam pada luasan 1 m x 4 m, jarak tanam 25 cm x 25 cm dengan 1 tanaman per lubang tanam. Percobaan dilakukan dengan sistim sawah.

Pemeliharan tanaman meliputi penyiangan, pemupukan dengan Ponska dosis 300 kg/ha diberikan satu minggu setelah tanam, Urea dengan dosis 200 kg/ha diberikan 2 kali pada saat tanaman umur 50 hst dan 50 hst. Data hasil pengukuran dianalisis ragam mengikuti cara Shing dan Chaudhary (1979) dengan program SAS, selanjutnya dilakukan uji lanjut DMRT (Duncan Multiple Range Test) 5%.pada karakter perlakuan yang berbeda nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisis ragam daya hasil dan karakter kuantitatif galur-galur padi beras merah menunjukkan ada perbedaan nyata diantara genotipe yang diujikan pada umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah anakkan produktif per rumpun, panjang malai, bobot 100 butir jumlah gabah berisi dan hampa per malai, bobot gabah per rumpun, serta hasil gabah per hektar. Sedangkan jumlah anakkan non produktif tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar genotipe yang diujikan Tabel 2.

Hasil pengamatan menunjukkan, umur berbunga dari genotipe yang diujikan bervariasi antara 777,67 hari hingga 82,33 hari , dengan rerata umur berbunganya 79,90 hari (Tabel 3.). Galur G1, G4, G5 dan G7 adalah genotipe yang memberikan umur berbunga paling genjah (77,67; 78,33; 78,00 dan 78,00 hari). Sedangkan Galur G8 memberikan umur berbunga paling lama yaitu 82,33 hari. Pengamatan umur berbunga penting dilakukan karena setiap galur umumnya memberikan respon umur yang berbeda pada setiap musim. Waktu pembungaan penting dalam menentukan waktu sebar dan tanam guna mendapatkan sinkronisasi pembungaan dalam waktu panen yang bersamaan (Virmani et al, 1993).

Tabel 2. Analisis Ragam pengaruh genotipe karakter kuantitatif galur-galur padi beras merah

No	Karakter kuantitatif	Probalitas	Keterangan
1	Umur berbunga	0,0004	Berbeda nyata
2	Tinggi tanaman	0,0001	Berbeda nyata

3	Jumlah anakkan produktif per rumpun	0,0005	Berbeda nyata
4	Jumlah anakkan non produktif per rumpun	0.5985	Tidak berbeda nyata
5	Panjang malai	0,0001	Berbeda nyata
6	Jumlah gabah berisi per malai	0,0063	Berbeda nyata
7	Jumlah gabah hampa permalai	0,0012	Berbeda nyata
8	Bobot 100 butir gabah	0,0001	Berbeda nyata
9	Bobot gabah per rumpun	0,0001	Berbeda nyata
10	Hasil gabah per hektar	0,0001	Berbeda nyata

Selain umur berbunga, tinggi tanaman dan jumlah anakkan per rumpunnya juga merupakan tampilan agronomis yang penting diamati untuk mengidentifikasi galur-galur yang baik untuk secara fenotipe. Tinggi tanaman yang diamati bervariasi dari 95,67 cm hingga 139,33 cm. Secara fenotipe galur-galur yang diuji memiliki ketinggian rata-rata 123,63 cm. Pada Tabel . 3 nampak semua galur nenunjukkan tinggi tanaman yang lebih tinggi diandingkan dengan semua tetua, kecuali galur ga9 dan G10 menunjukkan tinggi tanaman yang sama dengan semua tetua. Tinggi tanaman yang idial berkisaranatara 90 -105 cm karena mudah dirawat dan umumnya tahan rebah. Dari galur-galu yang diujikan nampak semuanya tidak memiliki tinggi yang ideal.

Anakkan produktif merupakan salah satu komponen hasil yang berpengaruh langung terhadap tinggi rendahnya hasil gabah. Dari Tabel 3 tampak kisaran jumlah anakkan produktif perumpunnya 7,33 hingga 14,67 anakkan per rumpunnya, dan reratanya 10,82 anakkan per rumpunnya. Jumlah anakkan produktif perumpun terendah nampak pada galur G2 (7, 33 anakan) dan G7 (7,67 anakan) dan tidak berbeda nyata dengan tetua Fatmawati (*,33 anakan) dan IPB 3 S (8,00 anakan) namun berbeda dengan tetua BM (14,67 anakan). Jumlah anakkan non produktif tidak menunjukan perbedaan yang nyata pada antar galur maupun antar tetua serta antar galur dengan tetua (Tabel 3). Kisaran hasil anakkan non produktif antara 0 hingga 1,33 anakkan dengan nilai reratanya 0,46 anakkan per rumpunnya. Anakkan yang produktif merupakan pesaing dari anakkan nonproduktif dalam memanfaatkan energi sinar matahari dan unsur hara. Semakin banyak anakkan non produktif akan menyebabkan lingkungan mikro yang semakin lembab sehingga sangat baik untuk perkembangan hama dan penyakit (Tumarlan dkk, 2010). Kedepannya diharapkan kearah pembentukan padi tipe ideal maupun tipe semi ideal yaitu yang memiliki anakkan sediki sampai sedang maksimal 15 anakkan dengan jumlah gabah berisi per malainya 250-300 butir.

Jumlah gabah berisi per malai menunjukkan hasil yang beragam, pada Table 4 tampak bahwa kisaran jumlah gabah berisi adalah 112,67 hingga 260,17 gabah per malainya dengan jumlah reratanya 181,86 gabah. Jumlah gabah berisi tertinggi ditunjukkan oleh galur G8 sebesar 260,17 gabah per malainya. Galur ini menunjukkan jumlah gabah berisi yang sama dengan tetua Fatmawati dan IPB 3S serta galur G2, G3, G4,G5, serta G9 dan menunjukan perbedaan dengan tetua BM dan galur G1, G6 , G7 dan G10.

Jumlah gabah hampa per malainya juga menunjukkan hasil yang beragam seperti jumlah gabah berisi per malainya. Kisaran gabah hampa permalainya adalah 11,85 gabah hingga 98,50 gabah per malainya dengan reratanya 55,75 gabah per malai. Jumlah gabah hampa terendah dijumpai pada tetua BM (11,85 gabah) serta pada tetua Fatmawati dan IPB 3S dan galur-galur G1,G3, G4 G6, ,G7, G8, dan G10. Sedangkan jumlah gabah hampa tertinggi Nampak pada galur G1 yaitu sebesar 98,50 gabah.

Tabel 3. Umur berbunga, tinggi tanaman, jumlah anakkan produktif dan non produktif per rumpun serta panjang malai galur-galur padi beras merah

Genotipe	Umur berbunga (hst)	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah anakkan produktif per rumpun (anakkan)	Jumlah anakkan non produktif per rumpun (anakkan)	Panjang malai (cm)
G1	77,67 c	139,33 a	13,00 ab	0,67	36,67 a
G2	79,67 bc	138,67 a	7,33 d	0,00	30,83 bc
G3	79,33 bc	133,83 a	13,67 ab	0,33	30,98 b
G4	78,33 c	133,67 a	10,67 bcd	0,67	36,70 a
G5	78,00 c	137,00 a	10,33 bcd	0,67	30,53 bc
G6	80,00 bc	128,00 a	8,33 cd	1,33	29,08 bcd
G7	78,00 c	131,67 a	7,67 d	1,00	26,75 bc
G8	82,33 a	138,33 a	11,67 abc	0,00	30,68 d
G9	81,33 ab	113,67 b	13,00 ab	0,67	27,60 cd
G10	81,67 ab	112,33 b	14,00 ab	0,33	27,00 d
BM	81,67 ab	106,67 bc	14,67 a	0,33	22,00 e
FAT	80,00 bc	95,67 c	8,33 cd	0,00	30,67 bc
IPB3S	80,67 ab	98,33 c	8,00 cd	0,00	30,33 bc
rerata	79,90	123,63	10,82	0,46	29,53
maksimum	82,33	139,33	14,67	1,33	36,67
minimum	77,67	95,67	7,33	0,00	22,00

Salah satu tujuan perbaikan varietas adalah untuk mendapatkan tanaman yang mampu secara genetik menghasilkan gabah berisi per malai banyak serta gabah hampa yang rendah. Faktor lingkungan yang menyebabkan gabah berisi rendah salah satunya ketersediaan air. Ketersediaan air yang minim pada saat pengisian bulir mengakibatkan gabah hampa , karena fungsi air tidak hanya untuk penyegaran jaringan tanaman tapi menjadi sarana tranlokasi atau transportasi berbagai mineral dan unsur hara dalam seluruh jaringan tanaman terutama dalam menunjang proses pengisian bulir yang terbentuk disetiap malainya ((Turmalan dkk, 2010). Ditambahkan pula tanaman akan menghasilkan gabah hampa yang banyak apabila selama pertumbuhan vegetatifnya tidak cukup tersedia unsur

hara khususnya N,P,K. penggunaan unsur nitrogen dari pemupukan Urea yang berkelebihan dan tidak seimbang dengan hara P dan K menjadi salah satu faktor penyebab utama yang mendorong terbentuknya gabah hampa yang tinggi dari suatu pertanaman. Penyebab lainnya dapat pula karena pengaruh genetik .

Bobot 100 butir gabah menunjukkan perbedaan yang nyata antar galur dan tetua yang mengindikasikan bahwa dari semua genotipe yang diujikan memiliki keragaman dalam bobot gabah yang dimiliki. Adanya perbedaan ini diakibatkan dari tetuanya yang memiliki kisaran keragaman dalam bobot 100 gabahnya sehingga galur-galur hasil persilangan antar tetuanya juga memberikan kisaran bobot gabah yang berbeda. Pada Table 3 tampak bahwa kisaran bobot 100 butir gabah antara 2,47 gram hingga 3,23 gram dengan reratanya 2,87 gram per 100 butir gabahnya. Galur yang menujukkan bobot 100 butir gabah tertinggi nampak pada galur G4 (3,49 gram) yang menunjukkan perbedaan dengan semua tetua dan galur G3, G5, G6, G8, G9 dan G10.

Bobot gabah perumpun dari galur-galur yang diujikan menunjukkan kisaran 29,15 gram hingga 54,78 gram per rumpunnya dengan reratanya 42,40 gram per rumpunnya. Bobot gabah tertinggi di tunjukkan oleh galur G4 seberat 54,78 gram per rumpunnya, kemudian diiukuti oleh tetua IPB 3S (53,12 gram) sedangkan terhadap galur yang lain dan tetua Fatmawati serta BM menujukkan perbedaan. Bobot terendah nampak pada galur G7 (29,15 gram) dan tetua Bm serta G6,

Hasil gabah per hektarnya menunjukkan perbedaan yang nyata antar genotipe yang diujikan. Pada Tabel 4 tampak kisaran hasil gabah per hektarnya adalah 4,66 ton hingga 8,76 ton dengan reratanya 6,78 ton perhektar. Hasil gabah tertinggi dijumpai pada galur G4 (8,76 ton/ha) dan tetua IPB 3S (8,50 ton/ha) dan berbeda dengan galur lainnya serta terhadap tetua Fatmawati dan BM. Sedangkan galur yang menujukkkan hasil terendah Nampak pada galur G G7 (4,66 ton/ha) serta tetua BM (5,67 ton/ha).

Dari gambaran di atas secara umum nampak bahwa hasil gabah per hektarnya sangat dipengaruhi oleh komponen hasil seperti jumlah anakkan produktif per rumpunnya, panjang malai, jumlah gabah berisi per malai, bobot 100 butir gabah serta bobot gabah per rumpunnya. Galur-galur yang dihasilkan ini adalah galur-galur dari hasil seleksi pedigree F3, sehinga perlu dilakukan Uji Daya Hasil Pendahuluan (UDHP) serta Uji Daya Hasil Lanjutan (UDHL) pada galur-galur yang mempunyai daya hasil tinggi untuk menstabilkan hasil yang nantinya diperoleh. Uji daya hasil lanjutan ini dapat dilakukan pada daerah-daerah sentral penanam padi di pulau Lombok baik pada dataran rendah, medium maupun dataran tinggi. Sekaligus untuk melihat daya adaptasinya pada perbedaan ketinggian yang berbeda. Sehingga nantinya didapatkan galur-galur harapan padi beras merah tipe ideal berdaya hasil tinggi serta berumur genjah yang selanjutnya di lakukan Uji Multi Lokasi sebelum dilepas sebagi varietas unggul baru.

Tabel 3. Jumlah gabah berisi dan hampa per malai, bobot 100 butir gabah, bobot gabah per rumpun, serta hasil gabah per hektar galur-galur padi beras merah

Genotipe	Jumlah gabah berisi per malai (gabah	Jumlah gabah hampa per malai (gabah)	Bobot 100 butir gabah (gabah)	Bobot gabah per rumpun (gram)	Hasil gabah per hektar (ton)
G1	139,17 bcde	98,50 a	3,23 ab	44,47 bc	7,12 bc
G2	209,67 abcd	48,17 bcde	3,20 ab	40,98 cde	6,56 cde
G3	182,67 abcde	81,17 ab	2,66 cde	38,98 cde	6,24 cde
G4	213,50 abc	64,67 abc	3,49 a	54,78 a	8,76 a
G5	213,33 abc	43,67 bcde	2,71 cde	43,50 cde	6,96 cde
G6	157,00 bcde	62,83 abcd	2,87 bcd	36,01 def	5,76 def
G7	131,33 cde	58,83 bcd	3,16 ab	29,15 f	4,66 f
G8	260,17 a	67,67 abc	2,64 de	43,72 cde	7,00 cde
G9	196,67 abcd	38,83 cde	3,01 bcd	45,79 bc	7,33 bc
G10	112,67 e	79,33 ab	2,98 bcd	40,23 cde	6,44 cde
BM	129,00 de	11,85 e	2,42 e	35,41 ef	5,67 ef
FAT	220,33 abcd	44,10 bcde	3,04 bc	45,07 bc	7,21 bc
IPB3S	198,67 ab	25,13 de	2,96 bcd	53,12 ab	8,50 ab
rerata	181,86	55,75	2,87	42,40	6,78
Mak.	260,17	98,50	3,23	54,78	8,76
Min.	112.67	11.85	2.42	29.15	4.66

KESIMPULAN

Galur G4 (F2 IPB3S/F2BC4P19-63//Fat/F2BC4P19-63-PD3/13) dengan hasil per hektarnya 8,76 ton /ha merupakan galur yang menunjukkan daya hasil sama dengan tetua IPB 3S (8,50 ton/ha) namun berbeda dengan tetua BM (GH padi beras merah F2BC4P19-36) 5,67 ton/ha dan Fatmawati (7,21 ton/ha).

Umur berbunga, tiinggi tanaman, jumlah anakkan produktif per rumpun, panjang malai, jumlah gabah berisi dan hampa permalai, bobot 100 butir gabah serta bobot gabah per rumpun dan hasil gabah per hektar menunjukkan perbedaan antar galur yang diujikan sedangkan jumlah anakkan non produktif tidak menunjukkan perbedaan antar galurnya dan tetua.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Mataram yang telah memberikan bantuan dana pelaksanaan penelitian melalui skim Penelitian Peningkatan Kapasitas tahun 2019 yang bersumber dari dana PNBP dan ucapan terimakasih kami ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Abdel – Aal, E.S. M; J. C. Young and I. Rabalski, 2006. anthocyanin composition in Black, Pink, purple, and red cereal grains. J . Agric. Food Chem. 54, 469 – 4704.

Bambag S, AA Darajat, Satoto, Baehaki, Suprihanto, Agus S, S Dewi Indrasari, IP Wardana, Hasil Sambiring. 2010. Deskripsi Varietas Padi.Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Penggembangan Pertanian Kementrian Pertanian.

Ernawati, B., Aryana, M., Sudharmawan, AAK., 2016. The role of geneticparameters on the selection methods In Brown rice, Paddy. IOSR Journal of Agriculture andVeterinari Science: 9(11)(11):32-37.

Harmanto, A. 2008. Varietas beras organic berdasarkan warna. http://aghribisnis-genesha.com.p.146. Download 26 September 2008.

Kristamtini dan Purwaningsih. 2010. Kandungan Besi beras merah dan beras hitam lokal Yogyakarta. Proseding Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi 2009. Balai Besar Peneltian Tanaman Padi. Badan Peneltian dan Pengembanagan Pertanian Kementrian Pertanian.

Muliarta A IGP dan Siti Permatasari. 2012. Perakitan varietas unggul padi beras merah ampibi berdaya hasil dan kandungan antosiann tinggi serta berumur genjah. (laporan kemajuan penelitian Hibah Kopetensi tahun 2012) .15 h.

Muliarta, B B Santoso, AAK Sudharmawan, 2016. Perakitan varietas padi gogo rancah beras merah fungsional tipe baru potensi hasil tinggi (> 7 ton/ha) serta berumur genjah (< 115 hari). Laporan penelitian Strategis Nasional tahun 2.

Muliarta, B B Santoso, Kisman, 2017. Perakitan varietas padi gogo rancah beras merah fungsional tipe baru potensi hasil tinggi (> 7 ton/ha) serta berumur genjah (< 115 hari). Laporan penelitian Strategis Nasional tahun 3.

Singh, R.K. and B.D. Chaudary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetic analysis, Kalyani Publishers. New Delhi. 304 p.

Tumarlan Thamrin, Rudy Soehendi, dan Yanter Hutapea. 2010. Keragaan galur-galur harapan padi gogo lahan kering di Sumatera Selatan. Proseding Seminar Nasional Hasil Penelitian Padi . Inovasi teknologi padi untuk mempertahankan swasembada dan mendorong ekspor beras. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan enelitian Dan Pengembangan Pertanian Kementeriann Pertanian.

Virmani,S.S. and H.L. Sharma.1993. Synchonizasion of flowering. In. : Manual for hybrid seed production. IRRI. Manila.Philippines

HERITABILITAS KARAKTER KUANTITATIF GALUR-GALUR PADI BERAS HITAM HASIL SELEKSI PEDIGREE

Heritability of Quantitative Characters of Pedigree Selection Lines of Black Rice

I Gusti Putu Muliarta Aryana[1], Bambang Budi Santoso[1], AAK Sudharmawan[1], Ni Made Laksmi Ernawati[1] dan I Gusti Ayu Utari Aryani[1]

[1)] Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Mataram

**email: muliarta1@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Heritabilitas menentukan kemajuan seleksi, makin besar nilai heritabilitas makin besar kemajuan seleksi yang diraihnya dan makin cepat varietas unggul dilepas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui nilai heritabilitas galur-galur padi beras hitam (*Oryza sativa L.*) hasil seleksi pedigree. Percobaan dilaksanakan di lahan sawah irigasi teknis Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Desa Nyiurlembang Kecamatan Narmada Kabupaten Lombok Barat dari bulan Juni sampai November 2018. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 43 perlakuan yaitu 41 galur beras hitam (G1 sampai G41), Situ Patenggang (G42) dan Baas Selem (G43) dengan dua ulangan. Penaman dilakukan secara sawah pada umur semai bibit 18 hari, jarak tanam 25 cm x 25 cm dengan 1 tanaman per lubang tanam. Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan, pemupukan dengan Ponska dosis 300 kg/ha diberikan satu minggu setelah tanam, Urea dengan dosis 200 kg/ha diberikan 2 kali pada saat tanaman umur 30 hst dan 50 hst. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah berisi memiliki nilai heritabilitas tinggi.

Kata kunci: Padi, beras hitam, Seleksi Pedigree,heritabilitas

ABSTRACT

Heritability determines the progress of selection, the greater the value of heritability, the greater the selection progress achieved and the faster the superior varieties are released.The study aims to determine the heritability of black rice lines (*Oryza sativa L.*) strains from pedigree selection. The experiment was carried out in the technical irrigation paddy field Experimental Garden of the Faculty of Agriculture, University of Mataram, Nyiurlembang Village, Narmada District, West Lombok Regency from June to November 2018. The experiment used a Randomized Block Design (RBD) consisting of 43 treatments, 41 41 black rice lines (G1 to G41), Situ Patenggang (G42) and Baas Selem (G43) with two replications. Planting is done in rice fields at the age of 18 days seedlings, spacing 25 cm x 25 cm with 1 plant per planting hole. Plant maintenance includes weeding, fertilizing with 300 kg / ha Ponska given one week after planting, Urea with a dose of 200 kg / ha given 2 times when the plants are 30 days after planting and 50 days after planting. The results showed that the

characters of flowering age, harvest age, plant height, number of productive tillers, panicle length, and the number of grains had high heritability.

Key words: Black rice, Pedigree selection, Genetic parameters

PENDAHULUAN

Tanaman padi merupakan salah satu sumber pangan terpenting yang dibutuhkan hampir mayoritas penduduk dunia khususnya Indonesia. Seiring dengan kemajuan zaman dan pertambahan penduduk yang semakin pesat, perlu adanya upaya penyediaan tanaman padi sebagai sumber pangan yang mencukupi baik dari segi kebutuhan produksi maupun kebutuhan nutrisinya. Dengan demikian tanaman padi diupayakan dari tahun ketahun produktivitasnya semakin ditingkatkan (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi, 2016).

Tanaman padi memiliki beberapa macam jenis warna beras diantaranya: beras putih, beras merah dan beras hitam. Akhir-akhir ini beras hitam mulai populer dan dikonsumsi oleh sebagian masyarakat sebagai bahan pangan fungsional karena secara alami mengandung pigmen antosianin paling tinggi dibandingkan beras putih atau beras warna lainnya. Pigmen antosianin disamping efektif mengurangi kadar kolestrol juga dapat mencegah penyakit jantung, kanker dan penyumbatan pembuluh darah (Aryana, 2017).

Keberadaan beras hitam semakin langka akibat didominasi oleh penanaman padi varietas unggul tipe modern, ideal maupun hibrida warna putih. Ada beberapa sifat tanaman padi beras hitam yang menjadi kendala bagi para petani untuk membudidayakannya, beberapa kendala tersebut antara lain: umur tanaman panjang, habitus tanaman tinggi, dan produktivitas rendah. Perbaikan sifat yang tidak diinginkan ini perlu diperbaiki (Aryana, 2017).

Untuk memperbaiki sifat padi beras hitam telah dilakukan persilangan dengan padi beras putih. Dari hasil persilangan tersebut dilakukan seleksi bulk hingga F9, dan dilanjutkan dengan seleksi pedigree untuk nantinya dihasilkan galur-galur harapan unggul padi beras hitam dengan tinggi tanaman ideal, produksi tinggi, ukuran gabah besar dan berumur genjah. Seleksi pedigree atau yang sering disebut dengan seleksi silsilah termasuk dalam seleksi untuk hasil persilangan. Seleksi ini merupakan seleksi dari tanaman dengan kombinasi karakter yang dikehendaki pada generasi F2, turunannya selanjutnya diseleksi lagi pada generasi-generasi berikutnya sampai mencapai kemurnian genetik. Seleksi pedigree diperlukan untuk menyatukan galur-galur yang serupa dengan individu tanaman generasi sebelumnya (Barmawi *et all.* 2013).

Galur-galur yang didapatkan dari hasil seleksi pedigree dikaji lebih lanjut parameter genetiknya, salah satu adalah heritabilitas . Hal ini diperlukan untuk menghasilkan galur-galur harapan padi beras hitam (Lubis*et all*. 2014) .

Heritabilitas merupakan syarat mutlak dalam keberhasilan suatu program pemuliaan tanaman (Acquaah, 2012). Nilai duga heritabilitas memiliki fungsi diantaranya untuk menentukan keberhasilan seleksi, karena dapat memberikan petunjuk suatu sifat lebih dipengaruhi oleh faktor genetik atau faktor lingkungan (Agustina dan Waluyo, 2017).

Heritabilitas dalam arti luas merupakan parameter genetik sebagai dasar dari sifat suatu karakter pada tetua diwariskan kepada keturunan selanjutnya (Jalata *et al*., 2011). Heritabilitas dapat dijadikan tolak ukur dalam seleksi. Dalam hubungannya dengan seleksi adalah jika heritabilitasnya tinggi maka metode seleksi yang cocok diterapkan adalah metode *pedigree*, bila nilai heritabilitas rendah maka metode seleksi yang digunakan adalah seleksi bulk (Lomeli *et all*., 2008).

Menurut Acquaah (2012) heritabilitas menentukan kemajuan seleksi, makin besar nilai heritabilitas makin besar kemajuan seleksi yang diraihnya dan makin cepat varietas unggul dilepas. Sebaliknya semakin rendah nilai heritabilitas makin kecil kemajuan seleksi diperoleh dan semakin lama varietas unggul baru diperoleh. Berdasarkan uraian diatas, telah dilaksanakan penelitian tentang" Parameter Genetik Karakter Kuantitatif Hasil Seleksi Pedigree F2 Padi Beras Hitam (*Oryza sativa L*.)".

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai heritabilitas pada galur-galur padi beras hitam (*Oryza sativa L*.) hasil seleksi pedigree F2.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di lahan sawah irigasi teknis, kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, di Desa Nyiur Lembang, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, Provinsi NTB. Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni sampai November 2018. Penelitian menggunakan metode eksperimen disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas 43 perlakuan yaitu 41 galur beras hitam (G1 sampai dengan G41), Situ patenggang (G42), dan Baas Selem (G43). Perlakuan diulang dua kali, sehingga terdapat 86 unit percobaan.

Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 25cm×25cm pada umur bibit 22 hari setelah semai. Pemupukan dasar menggunakan pupuk NPK Ponska dilakukan 7 hari setelah tanam dengan dosis 300 kg/ha. Pemupukan susulan pertama yang dilakukan 30 hari setelah tanam (HST) menggunakan pupuk Urea dosis 100 kg/ha. Pemupukan susulan kedua dilakukan 50 hari setelah tanam (HST) menggunakan pupuk Urea dosis 100 kg/ha.

Pemeliharaan dilakukan dengan optimum. Variabel yang diamati pada penelitian diantaranya umur panen, umur berbunga, tinggi tanaman, panjang malai, jumlah anakan produktif, jumlah anakan non produktif, jumlah gabah berisi, jumlah gabah hampa, berat 100 butir, berat gabah perumpun, dan daya hasil.

Untuk menghitung nilai heritabilitas arti luas diperoleh dengan rumus (Aryana, 2010):

$$H^2 = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 F} \text{ atau } H^2 = \frac{\sigma^2 G}{\sigma^2 G + \sigma^2 E} \text{ ; dimana } \sigma^2 G = \frac{KTgenotipe - KTeror}{Ulangan}$$

Keterangan : $\sigma^2 G$ = ragam genotipe

$\sigma^2 f$ = ragam fenotipe

KT = kuadrat tengah

$$KG = i \times \sigma_f \times h^2$$

Keterangan : I =intensitas seleksi (20%= 1,4) Syukur *et all*., 2012

σ_f = simpangan baku/ standar deviasi fenotip

h^2 = heritabilitas dalam arti luas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai heritabilitas arti luas pada semua karakter kuantitatif padi beras hitam dapat dilihat pada Tabel 1. Untuk semua karakter yang diamati beberapa tergolong heritabilitas tinggi, sedang, dan rendah.

Tabel 1. Nilai heritabilitas dalam arti luas pada karakter kuantitatif padi beras hitam.

No	Karakter	Heritabilitas	Kriteria
1	Umur bunga	0,90	Tinggi
2	Umur panen	0,61	Tinggi
3	Tinggi tanaman	0,80	Tinggi
4	Jumlah anakan non produktif	0,00	Rendah
5	Jumlah anakan produktif	0,56	Tinggi
6	Panjang malai	0,68	Tinggi
7	Jumlah gabah berisi	0,56	Tinggi
8	Jumlah gabah hampa	0,12	Rendah
9	Bobot 100	0,49	Sedang
10	Bobot gabah perumpun	0,42	Sedang
11	Hasil	0,35	Sedang

Nilai heritabilitas arti luas pada semua karakter kuantitatif padi beras hitam berkisar antara 0 sampai 0,90. Heritabilitas untuk karakter umur berbunga (0,90), umur panen (0,61), tinggi tanaman (0,80), jumlah anakan produktif (0,56), panjang malai (0,68) dan jumlah gabah berisi (0,56) termasuk kriteria heritabilitas tinggi. Berat 100 butir (0,49), berat gabah perumpun (0,42) dan hasil (0,35) termasuk kriteria heritabilitas sedang. Jumlah anakan non produktif (0,00) dan jumlah gabah hampa (0,12) termasuk kriteria heritabilitas rendah.

Nilai heritabilitas menggambarkan seberapa kuat sumbangan faktor genetik terhadap kenampakan dari suatu tanaman. Limbongan (2008) menyebutkan bahwa nilai duga heritabilitas sangat menentukan keberhasilan seleksi untuk lingkungan yang sesuai. Syukur *et all.*, 2012 mengelompokkan nilai heritabilitas dalam arti luas menjadi tiga kelas yaitu nilai heritabilitas tinggi jika nilainya lebih dari 0,5; nilai heritabilitas sedang jika nilainya berada antara 0,2 - 0,5 dan heritabilitas rendah bila kurang dari 0,2.

Pendugaan nilai heritabilitas dari genotipe yang diujikan berkisar antara 0 - 0,90. Karakter umur bunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah berisi termasuk dalam kriteria heritabilitas tinggi. Nilai heritabilitas sedang ditunjukkan oleh parameter berat 100 butir, berat gabah perumpun dan hasil. Nilai heritabilitas rendah ditunjukkan oleh parameter jumlah anakan non produktif dan jumlah gabah hampa.

Umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah berisi termasuk dalam karakter tanaman dengan nilai duga heritabilitas tinggi. Nilai heritabilitas dengan kriteria tinggi pada karakter tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah berisi per malai dijumpai pula pada penelitian (Kiani *et al*., 2013). Nilai duga heritabilitas tinggi menunjukkan bahwa karakter tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik sehingga pewarisan sifat untuk generasi berikutnya cukup besar. Hal ini sesuai dengan pernyataan Agustina (2017) bahwa seleksi terhadap karakter tertentu dapat dilakukan pada generasi awal apabila karakter tersebut memberikan harapan (ditunjukkan oleh nilai heritabilitas tinggi) mudah diwariskan.

Karakter tanaman dengan nilai duga heritabilitas sedang yaitu berat 100 butir, berat gabah perumpun, dan hasil berarti bahwa penampilan dari galur-galur padi beras hitam tersebut dikendalikan oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Artinya bila nilai heritabilitas sedang maka kemajuan genetik tidak dapat diperoleh dalam suatu sifat karena keragaman yang terjadi merupakan pengaruh lingkungan dan fenotipe yang dominan. Aryana, (2014).

Karakter tanaman dengan nilai duga heritabilitas rendah seperti jumlah anakan non produktif dan jumlah gabah hampa menunjukkan bahwa pengaruh lingkungan lebih besar daripada genetiknya. Penyebabnya adalah adanya penyimpangan pada suatu generasi yang memungkinkan beberapa individu tanaman menunjukkan karakter tertentu yang berbeda dengan tanaman lainnya. Penyimpangan ini diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti serangan hama pada saat gabah masak susu dan dapat pula dipengaruhi oleh aksi gen yang berdampak pada pola pewarisan (Aryana, 2010). Sutaryo dan Sudaryono (2010) menjelaskan bahwa pada karakter yang nilai heritabilitasnya rendah, seleksi berlangsung kurang efektif karena penampilan fenotipe tanaman lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan dibandingkan faktor genetik.

Nilai heritabiltas berimplikasi pada efisiensi seleksi dan pemilihan metode seleksi yang akan digunakan. Efisiensi seleksi ditentukan oleh karakter seleksi yang digunakan, dimana karakter seleksi dipilih berdasarkan nilai heritabilitas yang tinggi (Suwarno *et al*., 2016). Dalam hubungannya dengan seleksi adalah jika nilai heritabilitas tinggi maka metode seleksi yang digunakan adalah metode seleksi *pedigree*, jika heritabilitas rendah hingga sedang metode seleksi yang digunakan adalaha metode bulk. Heritabilitas menentukan kemajuan seleksi, semakin besar nilai heritabilitas semakin besar nilai kemajuan seleksi yang diraihnya dan semakin cepat varietas unggul dilepas. Sebaliknya semakin rendah heritabilitas semakin kecil kemajuan seleksi yang diperoleh dan semakin lama varietas unggul baru dilepas (Saputra *et al*., 2014).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter umur berbunga, umur panen, tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, dan jumlah gabah berisi memilki nilai heritabilitas tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ristekdikti yang telah memberikan bantuan dana pelaksanaan penelitian melalui skim Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) tahun 2019 dan semua pihak yang telah membantu penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

Acquaah G. 2012. *Principles of plant Genetics and reeding (2nd ed.).*Pulication. Oxfod, UK: Wiley-lackwell A John Wiley and Sons, Ltd.

Agustina N. I., dan Waluyo, B. 2017. Keragaman karakter morfo-agronomi dan keanekaragaman galur-galur cabai besar (Capsicum annum L.).*Jurnal Agro*, 4(2) 120-130. https://doi.org/10.15575/1608

Aryana I.G.P.M. 2014. *Teknik Pemuliaan Tanaman Padi Beras Merah*. Arga Puji Press.Mataram.

Aryana I.G.P.M. 2017. *Teknik Pemuliaan Khusus Padi Beras Hitam*. Arga Puji Press, Lombok Barat. Nusa Tenggara Barat.

Aryana, I.G.P.M. 2010.Uji keseragaman, heritabilitas, dan kemajuan genetik galur padi beras merah hasil seleksi silang balik di lingkungan gogo.Crop.Agro.*J. Ilmiah Budidaya Pertanian. Faperta Unram* 3(1): 10-17.

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. 2016. Perkembangan dan Prospek Perakitan Padi Tipe Baru di Indonesia. *Jurnal Libang Pertanian*. 27 (1): 1-9.

Barmawi M., A. Yushardi, dan N. Sa'diyah. 2013. Daya waris dan harapan kemajuan seleksi dan karakter agronomi kedelai Generasi F2 hasil perilangan antara Yellow bean dan Taichung. *J. Agrotek tropika.*

Jalata Z., Ayana, A., dan Zeleke, H. 2011. Variability, heritability and genetic advance for some yield and yield related traits in Ethiopian barley (Hordeum vulgare L.) landraces and croses. *International Journal of plant Breeding and Genetics*, 5(1), 44-52. https://doi.org/10.3923/ijpbg.2011.44.52

Kiani S.H., Kazemitabar, S.K. Jelodar, N.A.B., and Ranjbar, G.A. 2013.Genetik Evaluasi pf Quantitative Trait of Rice (Oryza sativa L.) Using Generation Mean Analysis.*Intl Agri Crop Sci*. 5 (19) : 2329-2336.

Limbogan Y. L., 2008. *Analisis Genetik dan Seleksi Pedigree Unggul Padi Sawah (Oryza sativa L) untuk Adaptasi pada Ekosistem Dataran Tinggi*. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor.

Lomeli A. Pena, J. Molin-Galan, J. Sahagun-Castellanos, J. Ortiz-Cereceres, F. Marquez-Sanchenez, T. C. y J. F.S. 2008. Genetic parameters of the husk tomato (Physalis ixocarpa Brot.)CHF1 cultivar.*Rev. Chapingo Ser.Hortic, 14(1).*

Lubiset M.V. and K.J. Frey. 2014. Optimum environment for maximixing heritability and genetic gain from selection. *Gowa stae .1.of sci.* 46(3):318-394.

Rai A., Wiranti, E. W dan Widyayanti S. 2016. Kemajuan genetik dan Heritabilitas karakter agronomi padi beras hitam pada populasi F2.*Penelitian tanaman pangan*. 35 (2): 119-124.

Saputra H.E., Syukur, M., dan Aisyah, S.I. 2014.Pendugaan daya gabung dan heritabilitas komponen hasil tomat pada persilangan dialel penuh.*J. Agron . Indonesia* 42(3): 203-209.

Sutaryo dan Sutaryono.*2010. Keragaman Fenotip Dan Beberapa Parameter Genetik Hasil Dan Karakter Agronomi Enam Padi Hibrida Di Lahan Kering Masam.* Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Yogyakarta.

Suwarno P., M. WirnasD., dan Junaedi A. 2016. Kendali Genetik Toleransi Kekeringan Padi Sawah (Oryza sativa L.). *J Agron*. 44(2): 119-125.

Syukur M., Sujiprihati S., Yunianti R. 2012. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Penebar Swadaya. Jakarta. 384 hlm.

PREDIKSI EFISIENSI INHIBISI KOROSI SENYAWA IMIDAZOL PADA BAJA KARBON BERDASARKAN TEORI FUNGSIONAL KERAPATAN

Prediction of Imidazole Corrosion Inhibition Efficiency on Carbon Steel Based on Density Functional Theory

Saprizal Hadisaputra[1*], Dina Asnawati [2], Zohrul Iskandar [2]

[1)]Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.
[2)] Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Univesitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, INDONESIA.

**corresponding author, email: rizal@unram.ac.id*

ABSTRAK

Korosi merupakan suatu proses perusakan logam, dimana logam akan mengalami penurunan mutu karena bereaksi dengan lingkungan. Proses korosi yang tidak terkontrol dapat menyebabkan kerugian yang besar. Salah satu upaya untuk mencegah korosi adalah dengan pemberian inhibitor senyawa organic. Inhibitor jenis ini memiliki toksisitas yang rendah, ramah lingkungan, mudah didapatkan dan ekonomis. Salah satu inhibitor organik yang digunakan pada penelitian ini yaitu senyawa imidazol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan substituen terhadap efisiensi inhibisi korosi senyawa imidazol pada baja karbon berdasarkan parameter kimia kuantum. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah teori fungsional kerapatan atau *density functional theory* DFT. Pemilihan metode karena memiliki akurasi dan kesesuaian dengan kajian eksperimen. Nilai efisiensi inhibisi korosi sangat dipengaruhi oleh penambahan substituen yaitu pendonor elektron (-CH_3, -$CHCH_2$, -NH_2, -CH_2OH dan -OH) dan penarik elektron (-CHO, -COOH, -NO_2, -F dan -Cl). Penambahan substituen -NH_2 memiliki nilai efisiensi tertinggi menjadi 91,3731 % sedangkan substituen -NO_2 memiliki efisiensi terendah menjadi 64,0275 %. Nilai efisiensi korosi memiliki korelasi yang linier dengan parameter kimia kuantum. Analisis fungsi *Fukui* menunjukkan bahwa senyawa imidazol memiliki sisi aktif pada atom C1 dan C3. Analisis NBO menunjukan bahwa adanya pola interaksi dari atom N5 mendonorkan elektron ke atom Fe13 pada substituen -NH_2 sebesar 8,67 kkal/mol. Kesimpulan bahwa penambahan gugus pendonor elektron meningkatkan efisiensi inhibisi senyawa imidazol.

Kata kunci : korosi; inhibitor organik; imidazol; DFT; substituen

ABSTRACT

Corrosion is a process of destruction of metals because it reacts with the environment. The uncontrolled corrosion process causes large losses. One effort to prevent corrosion is by administering inhibitors of organic compounds. This type of inhibitor has low toxicity, is environmentally friendly,

easy to obtain and economical. This research focuses on imidazole compounds. This study aims to determine the effect of adding substituents to the efficiency of corrosion inhibition of imidazole compounds in carbon steel based on quantum chemical parameters. DFT density functional theory method was applied in this study because DFT has accuracy and compatibility with experimental studies. Corrosion inhibition efficiency values are strongly influenced by the addition of substituents namely electron donors (-CH3, -CHCH2, -NH2, -CH2OH and -OH) and electron withdrawal (-CHO, -COOH, -NO2, -F and -Cl). The addition of NH2 increased the value of corrosion inhibition efficiency to 91.3731% while NO2 reduced the efficiency of corrosion inhibition to 64.0275%. Corrosion inhibition efficiency values have a linear correlation with quantum chemical parameters. Analysis of the Fukui function shows that imidazole has active sides on the C1 and C3 atoms. NBO analysis shows that there is an interaction of N5 atoms that donate electrons to Fe13 at 8.67 kcal / mol. In conclusion, the addition of an electron donor group increases the efficiency of corrosion inhibition of imidazole.

Keywords: corrosion; organic inhibitors; imidazole; DFT; substituent

PENDAHULUAN

Baja karbon merupakan logam paduan yang terdiri dari besi dan karbon. Baja karbon rendah biasanya sangat mudah mengalami korosi (Yufita dkk., 2018). Korosi baja karbon adalah masalah yang signifikan dalam produksi dan sistem transportasi migas yang menyebabkan kerugiaan ekonomi yang cukup besar (Lateef dkk., 2012) Kerugian yang dialami akibat korosi diperkirakan mencapai 2-5 persen dari produk bruto suatu negara (Edrie, 2017). Dampak negatif korosi dapat menyebabkan kerugian, sehingga perlu dilakukan kajian untuk menghambat laju korosi melalui pemberian inhibitor pada besi ataupun baja karbon (Yufita dkk., 2018). Inhibitor anorganik memiliki kelemahan utama yaitu bersifat toksik dan tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu, inhibitor yang digunakan yaitu inhibitor organik karena berasal dari tumbuhan yang bersifat aman dan ramah lingkungan (Irianty dan Khairat, 2013).

Inhibitor korosi organik sebagai alternatif karena memiliki sifat aman, mudah didapatkan, bersifat *biodegradable*, biaya murah dan ramah lingkungan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi penghambat korosi suatu senyawa organik adalah keberadaan heteratom seperti O, N, S dan P pada suatu molekul. Kehadiran kelompok fungsional yang tepat akan membantu pembentukan senyawa kompleks yaitu antara senyawa organik dan permukaan logam atau yang dapat membantu adsorpsi inhibitor molekul pada permukaan logam. Molekul inhibitor organik dapat membentuk lapisan dan dapat mencegah permukaan logam dari kontak dengan media korosif (Sundari, 2018).

Imidazol merupakan senyawa organik aromatik heterosiklik dengan rumus kimia $C_3H_4N_2$ (Sudiarti, 2017) dengan memiliki atom nitrogen terdapat gugus polar dan/atau elektron *phi* yang bisa menjadi kandidat kuat sebagai inhibitor korosi yang efisien dalam media asam. Hal ini dikarenakan, jenis molekul organik ini dapat diadsorpsi pada permukaan logam karena adanya ikatan yang dapat terbentuk antara pasangan elektron N dan/atau awan elektron phi, sehingga dapat mengurangi sifat korosif suatu logam dalam media asam (Bereket dkk., 2002). Imidazol dapat mencegah terjadinya korosi di lingkungan *petroleum* yang disebabkan oleh CO_2 pada sumur minyak, sumur gas dan sistem pipa (Sudiarti, 2017). Kajian eksperimen senyawa imidazol sebagai inhibitor korosi telah dilakukan Abdallah dkk. (2012) terhadap baja karbon dalam media asam sulfat 0,5 M dan menunjukkan nilai efisiensi

inhibisi imidazol sebesar 77,50%. Kajian teoritis senyawa imidazol sebagai inhibitor korosi telah dilakukan Bereket dkk. (2002) menggunakan metode *semi emipris* dan himpunan basis AM1 diperoleh nilai efisiensi sebesar 17,5%. Efisiensi inhibisi korosi tersebut masih bisa ditingkatkan dengan penambahan substituen menggunakan kajian teoritis dengan bantuan kimia komputasi.

Hadisaputra dkk telah melakukan kajian teoritis efisiensi inhibisi korosi senyawa organik seperti eter mahkota, antosianin, benzilmidazole mengunakan pendektaan teoritis. Laporan tersebut menujukkan bahwa kajian teoritis mampu menjembatani kesulitan yang dialami kajian eksperimental. Selain itu kajian teoritis mampu memprediksi efisiensi inhibisi senyawa tersebut dengan akurat dan cepat. Berdasarkan hal tersebut maka pada penelitian ini difokuskan pada kajian efisiensi inhibisi senyawa imidazol. Kajian teoritis ini menggunakan substituen pendorong elektron (CH_3, $CHCH_2$, NH_2, CH_2OH, OH) dan penarik elektron (CHO, COOH, NO_2, F dan Cl). Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti waktu pekerjaan yang singkat, aman untuk tubuh manusia dan tidak ada buangan bahan kimia (Hadisaputra, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019).

BAHAN DAN METODE

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Penelitian ini merupakan berupa kajian teoritis dilakukan dengan permodelan molekul senyawa inhibitor korosi menggunakan kimia komputasi. Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium komputer Universitas Mataram.

Prosedur Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kimia komputasi. Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi Gaussian 09W (Frisch, 2009). Secara teoritis perhitungan parameter kuantum seperti potensial ionisasi (I) dan afinitas elektron (A) menggunakan teorema dari Koopman (1934). Teorema Koopman dapat menjelaskan hubungan antara potensial ionisasi (I), afinitas elektron (A) dengan tingkatan energi (HOMO dan LUMO) dengan persamaan (1) (2) sebagai berikut:

$$I = -E_{HOMO} \quad (1)$$

$$A = -E_{LUMO} \quad (2)$$

Elektronegativitas (χ) dapat dihitung dengan persamaan (3) sebagai berikut (Musa dkk., 2012):

$$\chi = \frac{I+A}{2} \quad (3)$$

Hardness (η) dapat dihitung berdasarkan persamaan (4) sebagai berikut (Musa dkk., 2012):

$$\eta = \frac{I-A}{2} \quad (4)$$

Jumlah transfer elektron (ΔN) dapat dihitung berdasarkan persamaan (5) sebagai berikut (Fergachi dkk., 2018):

$$\Delta N = \frac{\chi Fe - \chi Inh}{2(\eta Fe + \eta inh)} \quad (5)$$

Efisiensi inhibisi korosi secara teoritis telah dihitung menggunakan persamaan (6), (7), 8) sebagai berikut (Hadisaputra, 2014):

$$I_{add}.\% = \frac{I_{Inh} - I_x - Inh}{I_{Inh}} X\ 100 \quad (6)$$

$$IE_{add}.\% = I_{add}.\% - I_{einh}.\% \quad (7)$$

$$IE_{teori}.\% = I_{eInh}.\% + IE_{add}.\% \quad (8)$$

dengan $I_{add}.\%$ adalah persentase potensial ionisasi, I_{Inh} adalah potensial ionisasi senyawa induk, I_x adalah potensial ionsisasi senyawa turunan, $IE_{add}.\%$ adalah persentase efisiensi inhibitor, $I_{eInh}.\%$ adalah efisiensi inhibitor, $IE_{teori}.\%$ adalah persentase efiesiensi inhibitor secara teori.

Analisis Fungsi *Fukui* dapat dihitung menggunakan persamaan (9), (10) sebagai berikut (Mahsoune dkk., 2018):

$$fk^+ = qk\ (N+1) - qk\ (N) \quad (9)$$

$$fk^- = qk\ (N) - qk\ (N-1) \quad (10)$$

dengan qk (N+1) adalah muatan atom (+1) dalam senyawa, qk (N) adalah muatan atom (0) dalam senyawa, qk (N-1) adalah muatan atom (-1) dalam senyawa, fk^+ adalah serangan nukleofilik, dan fk^- adalah serangan elektrofilik.

Energi stabilisasi (E^2) dapat dihitung menggunakan persamaan (11) sebagai berikut (Mahsoune dkk., 2018):

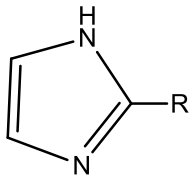
$$E^2 = \Delta E_{ij} = \left(\frac{F_{ij}^2}{E_j - E_i}\right) \quad (11)$$

dengan qi adalah orbital yang terisi elektron dari orbital pendonor, $E_{(i,j)}$ adalah donor akseptor , $F_{(i,j)}$ merupakan elemen *Fock matrix* antara orbital pendonor dan akseptor serta E^2 adalah energi stabilisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan dengan kajian teoritis dengan menggunakan kimia komputasi untuk dapat mengetahui pengaruh penambahan substituen terhadap nilai efisiensi inhibisi korosi senyawa imidazole dan turunan. Kajian teoritis ini dilakukan untuk mencari metode

terpilih, menghitung nilai efisiensi inhibisi korosi berdasarkan parameter kimia kuantum, memprediksi sisi aktif dan pola interaksi molekul dengan logam besi. Adapun struktur dari senyawa imidazol dan turunan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Struktur molekul senyawa imidazol dan turunan

Keterangan : R= -CH_3, -$CHCH_2$, -OH, -CH_2OH, -NH_2 (Pendonor elektron)

R= -CHO, -COOH, -F, -Cl, -NO_2 (Penarik elektron)

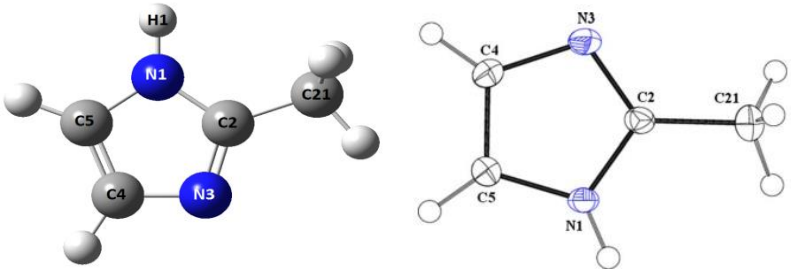
Penentuan himpunan basis ini dapat dilakukan untuk mencari metode terpilih dalam kimia komputasi. Penentuan himpunan basis yang dilakukan yaitu metode HF (*Hatree Fock)* dan DFT (*Density Functional Theory*). Ada beberapa syarat pemilihan himpunan basis yang sesuai seperti melihat nilai BSSE (*Basis Set Superposition Error*) yang terkecil atau kesesuaian dengan data spektroskopi atau teknik eksperimen lainnya (Pergolese dkk., 2006).

Tabel 1 Perhitungan nilai BSSE (*Basis Set Superposition Errror*) pada metode HF dan DFT

Metode	Himpunan Basis		BSSE (kkal/mol)
	Fe	Imidazol	
HF	LANL2DZ	STO-3G	58,6907
	LANL2DZ	6-31G (d)	-115,2475
	LANL2DZ	6-311G (d,p)	-114,5093
	LANL2DZ	6-311++G (d,p)	-113,3898
Metode	Himpunan Basis		BSSE (kkal/mol)
	Fe	Imidazol	
DFT	LANL2DZ	STO-3G	49,8119
	LANL2DZ	6-31G (d)	6,3505
	LANL2DZ	6-311G (d,p)	5,6134
	LANL2DZ	6-311++G (d,p)	4,5182

Penentuan himpunan basis senyawa imidazol dilakukan dengan 2 metode yaitu HF (*Hatree Fock*) dan DFT (*Density Funtional Theory*) dengan himpunan basis yaitu STO-3G, 6-31G(d), 6311G(d,p), 6-311++G(d,p) yang dikombinasikan dengan himpunan basis LANL2DZ untuk logam besi. Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan nilai terendah terdapat pada metode DFT pada himpunan basis 6-311++G(d,p) diperoleh nilai 4,5182 kkal/mol. Hal ini sesuai dengan Foresman (1996) yang menyatakan bahwa nilai *BSSE* yang terbaik adalah memiliki nilai kurang dari 10 kkal/mol dan digunakan nilai *BSSE* yang paling kecil karena tingkat keerroran sangat kecil. Molekul yang dihitung dengan melibatkan korelasi antar elektron sistem kompleks berelektron banyak serta waktu yang diperlukan semakin lama (Hadisaputra, 2014).

Struktur molekul 2-metil imidazol pada kajian teoritis dapat memberikan informasi mengenai jarak ikat dan sudut ikat sehingga dapat digunakan untuk membandingkan selisihnya dengan struktur kristal hasil eksperimen. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2.



(a) (b)

Gambar 2 Struktur (a) 2-metil imidazol (b) kristal 2-metil imidazol (Hachula dkk., 2010)

Tabel 2 Perbandingan panjang ikatan (Å) dan sudut ikat (º) hasil perhitungan teoritis menggunakan metode DFT 6-311++G (d,p) dengan eksperimen (Hachula dkk., 2010)

Jarak Ikat	Teoritis (Å)	Eksperimen (Å)	Sudut Ikat	Teoritis (º)	Eksperimen (º)
N1-C2	1,372	1,347	C2-N1-C5	107,71	107,40
N1-C5	1,382	1,370	N3-C2-N1	110,80	111,46
N1-H1	1,009	0,87	C2-N3-C4	105,80	105,02
N3-C2	1,319	1,327	C5-C4-N3	110,78	109,89
N3-C4	1,378	1,384	C4-C5-N1	104,89	106,22
C4-C5	1,370	1,356	N3-C2-C21	125,86	125,50
C2-C21	1,495	1,487	N1-C2-C21	123,33	123,03

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa hasil selisih antara data kajian eksperimen dengan teoritis senyawa 2-metil imidazol dari jarak ikat diperoleh 0,03 (Å) dan sudut ikat diperoleh 0,65 (º). Hasil yang baik menunjukkan bahwa memiliki selisih jarak ikat yaitu ~0.1 (Å) dan sudut ikat sekitar 0,1 – 0,2 (º) (Pongajow dkk., 2013). Metode terpilih yang digunakan adalah DFT dengan himpunan basis 6-311++G (d,p) untuk penentuan parameter kimia kuantum pada senyawa imidazol karena memiliki akurasi yang tinggi sehingga telah memenuhi syarat.

Parameter kuantum berfungsi untuk menentukan sifat struktur berdasarkan data kajian teoritis sehingga dapat memprediksi nilai efisiensi inhibisi senyawa imidazol dan turunan, seperti tingkatan energi HOMO, potensial ionisasi, elektronegativitas dan transfer elektron [34]. Nilai efisiensi inhibisi senyawa imidazol dan turunan secara teoritis dapat dihitung dengan persamaan persamaan (6), (7), 8) sebagai berikut (Hadisaputra, 2014)

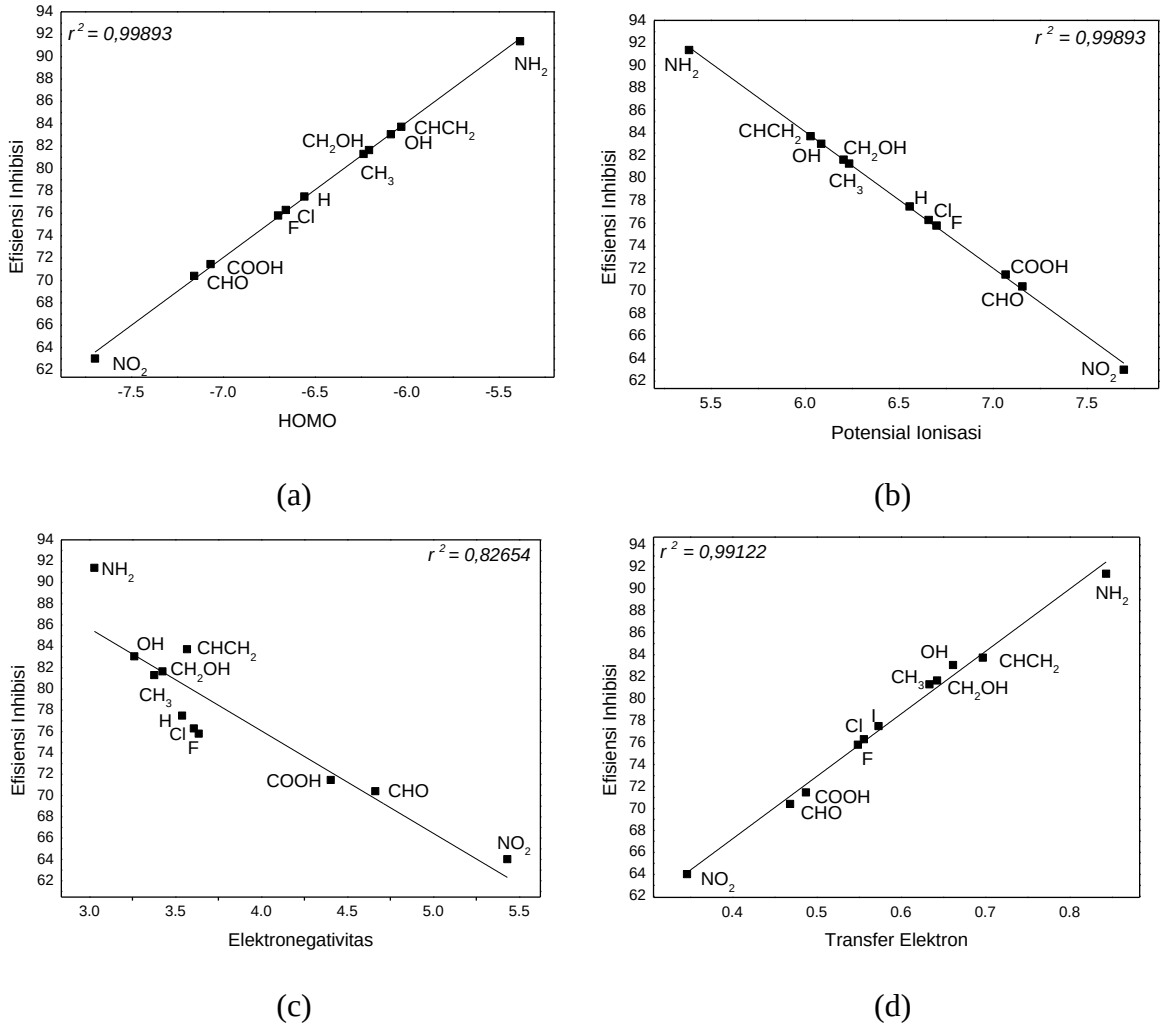
Tabel 3 Parameter kuantum dan persentase efisiensi inhibisi imidazol dan turunan

Substituen	E_{HOMO} eV	E_{LUMO} eV	E_{gap} eV	IP Ev	χ eV	ΔN eV	Teori Efisiensi inhibisi %	Eksperimen Efisiensi inhibisi %
NH_2	-5,3835	-0,6732	4,7103	5,3835	3,0284	0,8432	91,3713	-
$CHCH_2$	-6,0298	-1,1053	4,9244	6,0298	3,5676	0,6970	83,7329	-
OH	-6,0864	-0,4351	5,6513	6,0864	3,2607	0,6617	83,0640	-
CH_2OH	-6,2058	-0,6435	5,5623	6,2058	3,4247	0,6428	81,6521	-
CH_3	-6,2355	-0,5186	5,7168	6,2355	3,3771	0,6337	81,3015	-
H	-6,5571	-0,5206	6,0366	6,5571	3,5388	0,5734	77,5000	77,50*
Cl	-6,6584	-0,5551	6,1032	6,6584	3,6067	0,5560	76,3036	-
F	-6,7005	-0,5704	6,1302	6,7005	3,6354	0,5489	75,8051	-
COOH	-7,0679	-1,7388	5,3291	7,0679	4,4033	0,4873	71,4633	-
CHO	-7,1571	-2,1687	4,9884	7,1571	4,6629	0,4685	70,4083	-
NO_2	-7,6970	-3,1647	4,5323	7,6970	5,4309	0,3462	64,0275	-

*(Abdallah dkk., 2012)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa penambahan substituen gugus pendonor amina ($-NH_2$) dapat meningkatkan nilai efisiensi inhibisi menjadi 91,3713 % dibandingkan dengan penambahan substituen gugus penarik elektron nitro ($-NO_2$) mengalami penurunan efisiensi menjadi 64,0275 % pada senyawa imidazol memiliki efisiensi 77,5000%. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Hadisaputra dkk. (2019) dan Hamdiani dkk. (2016) substituen $-NH_2$ dapat meningkatkan nilai efisiensi sedangkan mengalami penurunan efisiensi inhibisi pada substituen $-NO_2$. Hal ini sesuai yang telah dilakukan oleh Obayes dkk. (2014) pada senyawa benzimdazol yang dapat menyebabkan berkurangnya nilai efisiensi inhbisi korosi pada gugus nitro ($-NO_2$). Sudarma (2014) menyatakan bahwa adanya pengaruh substituen nitro dapat memperlambat reaktivitas pada senyawa imidazol dan tidak baik digunakan sebagai efisiensi inhibitor.

Energi HOMO memiliki sifat molekul untuk dapat mendonasikan elektron yang dimilikinya, semakin besar nilai energi HOMO maka semakin kuat suatu senyawa organik untuk melekat pada permukaan logam sehingga memiliki efisiensi yang tinggi (Hamdiani dkk., 2016). Nilai energi HOMO yang besar pada senyawa dapat lebih mudah mendonasikan pasangan elektron bebasnya ke atom besi untuk dapat berinteraksi membentuk senyawa kompleks (Tüzün dkk., 2017). Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai energi HOMO tertinggi pada substituen $-NH_2$ yaitu -5,3835 eV karena memiliki sifat sebagai pendonor elektron sedangkan nilai energi HOMO terendah dibandingkan pada substituen $-NO_2$ yaitu -7,6970 eV karena memiliki sifat sebagai penarik elektron. Adapun dapat dilihat pada Gambar 3 hubungan antara energi HOMO dengan efisiensi inhibisi yang memiliki korelasi yang linier sebesar $r^2 = 0,99893$.



Gambar 3 Hubungan antara (a) energi HOMO (b) Potensial ionisasi (c) Elektronegativitas (d) Transfer elektron dengan efisiensi inhibisi

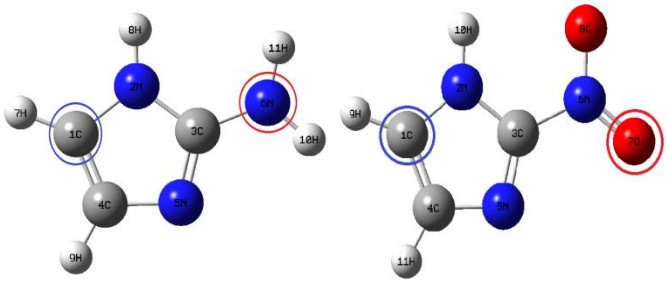
Potensial ionisasi memiliki nilai yang rendah menunjukkan bahwa mudahnya suatu atom melepaskan elektron terluarnya sehingga dapat mendonorkan elektron dari molekul ke permukaan logam. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan nilai potensial ionisasi yang tertinggi pada substituen -NH_2 yaitu 5,3835 eV sedangkan nilai potensial ionisasi terendah pada substituen -NO_2 yaitu 7,6970 eV. Nilai efisiensi inhibisi dapat diprediksikan bahwa nilai yang lebih tinggi dengan penambahan substituen -NH_2 sedangkan nilai efisiensi inhibisi yang lebih rendah dengan substituen -NO_2 pada senyawa imidazol. Hal ini disebabkan pada substituen -NH_2 lebih reaktif dibandingkan dengan logam besi sehingga suatu molekul organik semakin kuat untuk melekat pada kation logam. Nilai efisiensi inhibisi dapat dipengaruhi nilai potensial ionisasi dapat dilihat pada Gambar 3 memiliki korelasi sebesar r^2*=0,99893.*

Menurut Khaled (2010) interaksi antara inhibitor dengan logam akan bergerak elektronnya dari molekul yang memiliki nilai elekronegatifan rendah menuju molekul yang memiliki elektronegatifan yang tinggi. Secara teoritis nilai elektronegatifan pada besi 7 eV lebih tinggi dibandingkan nilai elektronegatifan pada -NH_2 yaitu 3,0284 eV sehingga lebih cenderung melepaskan elektronnya dari penambahan substituen -NH_2. Nilai elektronegatitas

pada Tabel 3 menunujukkan bahwa dapat diperediksi bahwa substituen -NH_2 memiliki efisiensi inhibisi yang tinggi dibandingkan dengan substituen -NO_2.

Nilai dari transfer elektron menunjukkan bahwa adanya pengaruh inhibitor yang dihasilkan dari sumbangan elektron. Apabila nilai $\Delta N < 3,6$ maka efisiensi inhibisi dapat meningkatkan kemampuan donor elektron pada permukaan logam (Lukovits dkk., 2001). Adanya gugus pendonor elektron (-NH_2, -CH_3, -$CHCH_2$, -OH dan -CH_2OH) dapat meningkatkan efisiensi inhibisi korosi dan jumlah transfer elektron ke permukaan logam lebih banyak. Berdasarkan Tabel 4.4 menunjukkan bahwa inhibitor korosi terbaik diperoleh pada substituen -NH_2 karena memiliki kemampuan jumlah transfer elektron lebih tinggi dibandinganken dengan substituen -NO_2 yang terendah. Transfer elektron sangat dipengaruhi nilai efisiensi sehingga memiliki nilai korelasi $r^2 = 0.99122$.

Analisis fungsi *fukui* dapat digunakan untuk memprediksi sisi aktif dari suatu molekul. Setiap molekul memililiki sisi aktif yang berbeda sehingga dapat mengetahui gambaran dari sisi aktif yang dapat digunakan dalam berinteraksi. Serangan nukleofilik dan elektrofilik dapat dikendalikan oleh nilai maksimum f^+ dan f^- (Saha dkk., 2014). Semakin besar nilai fungsi *fukui* maka semakin reaktif sisi aktif dari sebuah molekul. Fungsi *fukui* dapat menjelaskan bahwa nilai f^+ menunjukkan bahwa kemampuan untuk dapat menerima elektron atau mendonasikan balik dari permukaan logam sedangkan nilai f^- menunjukkan bahwa adanya donasi elektron atau donasi elektron ke orbital d kosong pada logam atau pada kondisi aktif yang memiliki kaya elektron (Yang dan Parr, 1985).



(a) (b)

Gambar 4 Prediksi sisi aktif imidazol dengan substituen (a) NH_2 (b) NO_2

Fungsi *Fukui* dapat menunjukkan bahwa adanya bagian sisi aktif dari setiap molekul. Nukleofilik *attact* sebagai sisi aktif yang menyerang atom-atom memiliki sedikit elektron Khaled (2010). Nilai f^+ maksimum menunjukkan bahwa tempat terjadinya reaktif nukleofilik yang mungkin mampu untuk menerima elektron dari atom logam akan membentuk ikatan donasi balik dengan atom logam (Adnani dkk., 2012). Nukleofilik *attact* terdapat substituen H pada atom C3; substituen -NH_2 pada atom C1; sedangkan substituen NO_2 pada atom C1. Nilai f^- maksimum menunjukkan tempat terjadinya atom-atom untuk dapat menyediakan elektronnya akan memebentuk ikatan koordinat dengan atom logam. Atom-atom ini dapat diprediksi tempat terjadinya reaktif nukleofilik selama penyerapan terjadi (Adnani dkk., 2012). Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan bahwa Elektrofilik *attact*

terdapat substituen H pada atom C1; substituen NH_2 pada atom N6 sedangkan substituen NO_2 pada atom O7.

Tabel 4 Fungsi *Fukui* senyawa imidazol dan turunan

Substituen	Atom	N-	N	N+	f^+	f^-
H	C1	0,0243	-0,1099	0,0243	0,1342	0,1342
	N2	-0,2313	-0,2057	-0,2313	0,0256	0,0256
	C3	1,2427	-0,1913	1,2427	1,4339	1,4339
	C4	0,9139	-0,0718	0,9139	0,9856	0,9856
	N5	0,0741	-0,1627	0,0741	0,2368	0,2368
NH_2	C1	0,3133	-0,1939	0,0182	0,2120	0,5072
	N2	0,0595	-0,2497	-0,2074	0,0423	0,3092
	C3	1,2790	0,1427	0,1339	0,0088	1,1363
	C4	0,3814	-0,1203	-0,0499	0,0705	0,5017
	N5	-0,1477	-0,2729	-0,1374	0,1355	0,1252
	N6	-0.6996	-0,4315	-0,2603	0,1711	0,2681
NO_2	C1	-0,2422	-0,1228	0,0425	0,1653	0,1193
	N2	-0,1915	-0,1586	-0,1103	0,0484	0,0328
	C3	-0,0495	-0,0120	0,0456	0,0576	0,0374
	C4	0,0213	0,0147	0,1336	0,1188	0,0066
	N5	-0,2251	-0,1321	-0,0318	0,1003	0,0930
	N6	-0,2996	-0,2591	-0,2551	0,0040	0,0405
	O7	-0,2180	0,0237	0,1319	0,1082	0,2417
	O8	-0,2975	-0,0582	0,0562	0,1144	0,2393

Pengaruh substituen dalam intensitas donor-akseptor elektron dapat dipelajari lebih lanjut menggunakan energi stabilisasi (E^2) didasarkan pada analisis NBO. Analisis NBO (*Natural Bonding Orbital*) sebagai energi stabalisasi (E^2) yang dapat digunakan untuk mengetahui interaksi antara orbital tipe NBO *occupied* dan *unoccupied* yang berkontribusi terhadap delokalisasi elektron dari bonding (BD) atau lone pair orbital (LP) ke anti-ikatan (BD*) (Rahmawati dkk., 2018) .

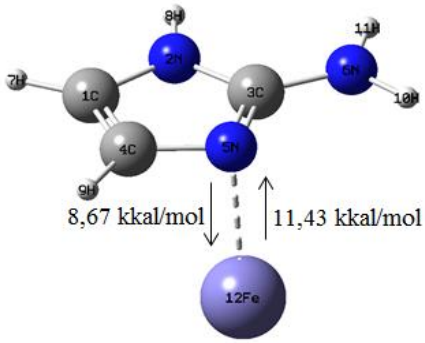
Simbol pada BD (Bonding) menunjukkan bahwa keadaan atom yang berikatan antara satu sama lain. Simbol LP (Lone Pair) menunjukkan bahwa adanya pasangan elektron bebas pada atom yang bersangkutan dengan simbol RY (Rydeberg) yaitu jenis orbital pada atom yang memiliki bilangan kuantum dan energi yang tinggi (Balachandran dkk., 2013). Hal ini dapat terjadi dengan adanya donor elektron dari inhibitor ke besi, begitupun sebaliknya logam besi dapat mendonorkan kembali elektronnya ke atom (*back bonding).*

Nilai-nilai yang dipilih untuk energi stabilisasi (E^2) menunjukkan bahwa adanya pasangan elektron bebas (LP) dari atom nitrogen pada senyawa imidazol dan substituennya, sehingga adanya pasangan elektron bebas anti-bonding (LP*) pada logam Fe yang berinteraksi untuk mendapatkan nilai energi stabilisasi. Semakin besar nilai energi stabilisasi maka ikatannya paling kuat sehingga dapat menyebabkan ikatannya lebih stabil. Berdasarkan

Tabel 5 menunjukkan bahwa dalam hasil analisis NBO (*Natural Bonding Orbital*) untuk senyawa pada imidazol dan substituennya memiliki energi stabilisasi paling maksimum pada substituen -NH_2 yaitu sebesar 11,43 kkal/mol sedangkan nilai energi stabilisasi terendah terdapat pada substituen -COOH yaitu 0,97 kkal/mol. Adanya donasi elektron secara bersamaan atom nitrogen sehingga dapat mengalami donasi elektron balik dari besi yang memiliki nilai energi stabilisasi yang tinggi.

Tabel 5 Energi stabilisasi (E^2) senyawa imidazol dan turunan

Substituen	Donor(i)	→	Akseptor(j)	E^2 (kkal/mol)
H	LP N2	→	LP* Fe10	8,89
	LP N5	→	LP* Fe10	0,90
	LP* Fe10	→	RY* N2	7,55
	LP* Fe10	→	RY* N5	2,18
CH_3	LP N2	→	LP* Fe13	0,62
	LP N5	→	LP* Fe13	8,14
	LP* Fe13	→	RY* N5	9,62
	LP* Fe13	→	RY* N2	5.68
NH_2	LP N2	→	LP* Fe12	0,57
	LP N5	→	LP* Fe12	8,67
	LP* Fe12	→	RY* N2	7,48
	LP* Fe12	→	RY* N5	11,43
COOH	LP N5	→	LP* Fe13	0,97
	LP Fe13	→	RY* N2	1,79
NO_2	LP N5	→	LP* Fe12	5,13
	LP Fe12	→	RY* N2	3,36
	LP Fe12	→	RY* N5	2,81



Gambar 5 Struktur energi stabilisasi substituen -NH_2

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun dari atom pusat dan ligan. Atom pusat berupa logam transisi, alkali atau alkali tanah. Ion atau molekul netral yang memiliki atom-atom donor dikoordinasikan dengan atom pusat disebut dengan ligan.

Senyawa kompleks terbentuk akibat terjadinya ikatan kovalen koordinasi antara ion logam atom pusat dengan suatu ligan (Lestari dan Sanova, 2014). Senyawa kompleks terbentuk dari interaksi atom pusat sebagai asam *Lewis* dan ligan sebagai basa *Lewis* atau interaksi didasarkan pada teori HSAB (*Hard and soft acid bases*). Logam besi (Fe) sebagai atom pusat berdasarkan HSAB termasuk dalam kelompok "keras", sementara logam dari senyawa kompleks tersebut senyawa imidazol dan turunan dengan atom nitrogen (N) sebagai basanya. Teori HSAB berkaitan erat dalam menjelaskan ikatan kovalen dan kovalen koordinasi, kecendrungan ikatan yang akan terbentuk adalah ikatan kovalen dan kovalen koordinasi. Hal ini disebabkan adanya orbital kosong pada atom logam besi sehingga pasangan elektron dimiliki oleh atom nitrogen dan oksigen pada ligan imidazol dan turunan akan dapat menempati orbital kosong tersebut untuk dapat membentuk ikatan kovalen koordinasi (Saputra dan Sanjaya, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahahasan dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa: Penambahan substituen pendorong elektron (NH_2, $CHCH_2$, CH_3, CH_2OH) dapat meningkatkan nilai efisiensi inhibisi korosi senyawa imidazol sedangkan penambahan substituen penarik elektron (CHO, COOH, NO_2, F, Cl) dapat menurunkan nilai efisiensi. Berdasarkan parameter kuantum menunjukkan bahwa nilai efisiensi inhibisi mengalami peningkatan pada substituen -NH_2 menjadi 91,37 %. Analisis Fungsi *Fukui* menunjukkan bahwa senyawa imidazol memiliki sisi aktif pada atom C1 dan C3 serta analisis NBO (*Natural Bonding Orbital*) menununjukan bahwa adanya pola interaksi dari atom N5 mendonorkan elektron ke atom Fe13 pada substituen NH_2 sebesar 8,67 kkal/mol.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan mendapat dukungan dana dari Hibah Penelitian Dasar RISTEKDIKTI 2019

DAFTAR PUSTAKA

Abdallah, M., Zaafarany, I., Khairou, K. S., dan Sobhi, M. (2012). Inhibition of Carbon Steel Corrosion by Iron (III) and Imidazole in Sulfuric Acid. *Int. J. Electrochem. Sci*, *7*, 1564-1579.

Adnani, Z. E., Mcharfi, M., Sfaira, M., Benzakour, M., Benjelloun, A. T., Ebn Touhami, M., Hammouti, B. dan Taleb, M. (2012). DFT study of 7-R-3methylquinoxalin-2 (1H)-ones (R= H; CH3; Cl) as corrosion inhibitors in hydrochloric acid. *Int. J. Electrochem. Sci*, *7*, 6738-6751.

Balachandran, V., Karthick, T., Perumal, S., dan Nataraj, A. (2013). Comparative Theoretical Studies on Natural Atomic Orbitals, Natural Bond Orbitals and Simulated UV-Visible Spectra of N-(Methyl) Phthalimide And N-(2 Bromoethyl) Phthalimide. Vol. 51, pp. 178-184.

Bereket, G., Hür, E., dan Öğretir, C. (2002). Quantum Chemical Studies on Some Imidazole Derivatives as Corrosion Inhibitors for Iron in Acidic Medium. *Journal of Molecular Structure: THEOCHEM*, *578*(1-3), 79-88.

Edrie, F. M. (2017). Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Fluida pada Kondisi Lingkungan Kering dan Basah terhadap Karakteristik Korosi Pipa Baja Terinsulasi Berbahan Glasswool dan Aluminium Foil (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

El-Lateef, H. A., Abbasov, V. M., Aliyeva, L. I., dan Ismayilov, T. A. (2012). Corrosion Protection of Steel Pipelines Against CO_2 Corrosion-a Review. *Chem. J*, *2*(2), 52-63.

Fergachi, O., Benhiba, F., Rbaa, M., Touir, R., Ouakki, M., Galai, M., Lakhrissi, B., Oudda, H. dan Touhami, M. E. (2018). Experimental and Theoretical Study of Corrosion Inhibition of Mild Steel in 1.0 M HCl Medium by 2 (-4 (hloro phenyl-1H-benzo [d] imidazol)-1-yl) phenyl) methanone. *Materials Research*, *21*(6).

Foresman, J., dan Frish, E. (1996). Exploring Chemistry. *Gaussian Inc., Pittsburg, USA*.

Frisch, A. (2009). Gaussian 09W Reference. *Wallingford, USA, 25p*.

Hachuła, B., Nowak, M., dan Kusz, J. (2010). Crystal and Molecular Structure Analysis of 2-methylimidazole. *Journal of Chemical Crystallography*, *40* (3), 201-206.

Hadisaputra, S., Canaval, L. R., Pranowo, H. D., & Armunanto, R. (2014). Theoretical Study on the Extraction of Alkaline Earth Salts by 18-Crown-6: Roles of Counterions, Solvent Types and Extraction Temperatures. *Indonesian Journal of Chemistry*, *14*(2), 199-208.

Hadisaputra, S., Hamdiani, S., dan Junaidi, E. (2015). Theoretical Study of Corrosion Inhibitor Performance of 2-iswopropyl-5-metilfenol. *Alchemy*, 11,1:1-7.

Hadisaputra, S., Purwoko, A. A., Hamdiani, S., dan Prananto, Y. P. (2019). Theoretical Study on The Corrosion Inhibition Performance of Dibenzo-18-crown-6 and Its Derivatives. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 546, No. 3, p. 032011). IOP Publishing.

Hamdiani, S., Arduha, J., Purwoko, A. A., dan Hadisaputra, S. (2016). Optimasi Sifat Inhibitor Korosi Senyawa Thiaamida-Pirazolindol Berdasarkan Teori Fungsional Kerapatan. *Jurnal Pijar Mipa*, *11*(1).

Canaval, L. R., Hadisaputra, S., & Hofer, T. S. (2015). Remarkable conformational flexibility of aqueous 18-crown-6 and its strontium (II) complex–ab initio molecular dynamics simulations. *Physical Chemistry Chemical Physics*, *17*(25), 16359-16366.

Hadisaputra, S., Purwoko, A. A., Hamdiani, S., & Nuryono, N. (2019, April). Which anthocyanin is the best corrosion inhibitor?. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 509, No. 1, p. 012129). IOP Publishing.

Hadisaputra, S., Hamdiani, S., Kurniawan, M. A., & Nuryono, N. (2017). Influence of macrocyclic ring size on the corrosion inhibition efficiency of dibenzo crown ether: a density functional study. *Indonesian Journal of Chemistry*, *17*(3), 431-438.

Hadisaputra, S., Canaval, L. R., Pranowo, H. D., & Armunanto, R. (2014). Theoretical study of substituent effects on Cs+/Sr 2+–dibenzo-18-crown-6 complexes. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*, *145*(5), 737-745.

Irianty, S. R., dan Khairat (2013). Ekstrak Daun Pepaya sebagai Inhibitor Korosi pada Baja AISI 4140 Dalam Medium Air laut. *Jurnal Teknobiologi*, *2*, 77-82.

Khaled, K. F. (2010). Studies of Iron Corrosion Inhibition using Chemical, Electrochemical and Computer Simulation Techniques. *Electrochimica Acta*, *55*(22), 6523-6532.

Koopmans, T. (1934). Über die Zuordnung von Wellenfunktionen und Eigenwerten zu den einzelnen Elektronen eines Atoms. *Physica*, *1*(1-6), 104-113.

Lestari, I., dan Sanova, A. (2014). Sintensis Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Logam Kadmium (II) dengan Ligan Kufperon. *Jurnal Penelitian Universitas Jambi: Seri Sains*, *16*(1).

Lukovits, I., Kalman, E., dan Zucchi, F. (2001). Corrosion Inhibitors-correlation Between Electronic Structure and Efficiency. *Corrosion*, *57*(1), 3-8.

Mahsoune, A., Sadik, K., Belghiti, M. E., Bahadur, I., dan Aboulmouhajir, A. (2018). Toward a Theoretical Understanding of the Corrosion Inhibitive Performance on Iron Surface by Some Macrocyclic Polyether Compounds Containing 1, 3,4-thiadiazole Entity. *International Journal of Electrochemical Science*, *13*(9), 8396-8427.

Musa, A. Y., Mohamad, A. B., Kadhum, A. A. H., Takriff, M. S., dan Ahmoda, W. (2012). Quantum Chemical Studies on Corrosion Inhibition for Series of Thio Compounds on Mild Steel in Hydrochloric Acid. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, *18*(1), 551-555.

Obayes, H. R., Alwan, G. H., Alobaidy, A. H. M., Al-Amiery, A. A., Kadhum, A. A. H., dan Mohamad, A. B. (2014). Quantum Chemical Assessment of Benzimidazole Derivatives as Corrosion Inhibitors. *Chemistry Central Journal*, *8*(1), 21.

Pergolese, B., Marchesan, D., Muniz–Miranda, M., dan Bigotto, A. (2006). The Influence of The Basis Set Size on DFT Calculations of Surface Complexes for The Assignment of SERS Spectra. *Internet Electronic Journal of Molecular Design*, *5*(5), 287-295.

Pongajow, N. T., dan Hastiawan, I. (2013). Density Functional Theory untuk Penentuan Geometri dan Karakteristik Ikatan dari Kompleks Ni(II)-Dibutilditiokarbamat dan Co(II)-Dibutilditiokarbamat.

Rahmawati, S., Radiman, C. L., dan Martoprawiro, M. A. (2018). Density Functional Theory (DFT) and Natural Bond Orbital (NBO) Analysis of Intermolecular Hydrogen Bond Interaction in" Phosphorylated Nata De Coco-Water". *Indonesian Journal of Chemistry*, *18*(1), 173-178.

Saha, S. K., Hens, A., RoyChowdhury, A., Lohar, A. K., Murmu, N. C., dan Banerjee, P. (2014). Molecular Dynamics and Density Functional Theory Study on Corrosion Inhibitory Action of Three Substituted Pyrazine Derivatives on Steel Surface. *Can Chem Trans*, *2*(4), 489-503.

Saputra, A. S., dan Sanjaya, I. G. M. (2014). Kajian Teoritis untuk Menentukan Celah Energi Kompleks 8-Hidroksiquinolin Terkonjugasi Logam Besi dengan Menggunakan Teori Kerapatan Fungsional. *UNESA Journal of Chemistry*, *3*(2).

Sudarma, I. M. (2014). Kimia Bahan Alam (Ekstraksi, Isolasi, dan Transformasi).

Sudiarti, T. (2017). Adsorpsi Senyawa 2,3-Difenil-Imidazo[1, 2-A]Piridin sebagai Inhibitor Korosi Baja Karbon dalam Larutan Elektrolit Jenuh Karbon Dioksida. *Jurnal Istek*, *10*(2).

Sundari, C. D. D., Setiadji, S., Nuryadin, B. W., Syafia, R., Huda, A. F., dan Ivansyah, A. L. (2018, September). Ab Initio Study on Electronic Structure of Some Imidazole Derivatives and Its Correlation with Corrosion Inhibition Properties. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1090, No. 1, p. 012054). IOP Publishing.

Tüzün, B., Kaya, S., dan Kaya, C. (2017). Conceptual Density Functional Theoretical Investigation of The Corrosion Inhibition Efficiencies of Some Molecules Containing Mercapto (-SH) group. *Current Physical Chemistry*, *7*(2), 147-153.

Wiratama, A. D. (2016). Pemodelan Molekul Berdasarkan Metoda Perhitungan Semiempirik AM1 untuk Sintesis Polimer Tercetak Molekul Asam Kafeat. *Skripsi, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*.

Yang, W., dan Parr, R. G. (1985). Hardness, Softness, and the *Fukui* Function in The Electronic Theory of Metals and Catalysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *82*(20), 6723-6726.

Yufita, E., Fitriana, D., dan Zulfalina, Z. (2018). Control of Corrosion Rate on A36 Black Plate Steel in Corrosive Medium Using Salam Leaf Extract Inhibitor. *Journal of Aceh Physics Society*, *7*(2), 67-71.

BIOAKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK METANOL KULIT BATANG GAHARU (*GYRINOPS VERSTEEGII* (GILG.) DOMKE)

Antibacterial Bioactivity of Methanol Extract of Stembark Agarwood (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke)

Dian Lestari[1], Ni Made Sudewianingsih[2], Surya Hadi[1], dan Ni Komang Tri Dharmayani[1*]

[1)]ProgramStudi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram
[2)] Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.Telp. +62-0370-633007, Fax. +62-0370-636041

[*]*emai*l : tri_dharmayani@unram.ac.id

ABSTRAK

Gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) merupakan salah satu tanaman endemik di pulau Lombok. Masyarakat setempat menggunakan tanaman ini sebagai obat tradisional, diantaranya untuk mengobati gangguan ginjal, perangsang nafsu birahi, penghilang rasa sakit, kanker, diare, penghilang stres, asma, hepatitis, malaria, pembengkakan liver dan limpa serta merawat dan menghaluskan wajah. Namun demikian, kajian mengenai spesies ini terutama bioaktivitasnya belum banyak dilaporkan. Dari hasil uji pendahuluan diketahui bahwa ekstrak metanol kulit batang tanaman ini mengandung golongan senyawa flavonoid, alkaloid, dan terpenoid kelompok seskuiterpen. Metode ekstraksi yang digunakan adalah maserasi menggunakan pelarut metanol hingga diperoleh ekstrak kental metanol. Ekstrak metanol yang didapatkan selanjutnya diuji bioaktivitasnya terhadap bakteri patogen *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dengan menggunakan metode difusi sumuran. Hasil penelitian diperoleh rata-rata diameter zona hambat ekstrak metanol kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) terhadap *Staphylococcus aureus* dengan konsentrasi 100 ppm, 50 ppm, 25 ppm dan 12,5 ppm berturut-turut yaitu 16 mm, 14 mm, 11,33 mm dan 3,33 mm. Sedangkan terhadap *Escherichia coli* dengan konsentrasi yang sama berturut-turut yaitu 14,67 mm, 13 mm, 9,33 mm, dan 2,67 mm. Hasil uji antibakteri tersebut menunjukkan bahwa ekstrak metanol kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) aktif sebagai antibakeri.

Kata kunci : *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke, antibakteri, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*.

ABSTRACT

Agarwood (Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke) is an endemic plants on the island of Lombok. The local community use this plant as a traditional medicine, including for treatingrenal disorder, aphrodisiacs, painkillers, cancer, diarrhea, relieving stress, asthma, hepatitis, malaria, swelling of the liver and spleen as well as caring for and soften the face, However, a review of this species has not

been widely reported, especially bioactivity. From the preliminary test results known that the methanol extract of the bark of this plant contain a class of flavonoids, alkaloids, and terpenoids sesquiterpene group. The extraction method used is maceration using methanol to obtain a methanol extract thick. The methanol extracts obtained were tested for bioactivity against pathogenic bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* by using a diffusion method pitting. Results showed an average diameter of inhibitory zone methanol extract of the bark of aloes (Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke) against *Staphylococcus aureus* at a concentration of 100 ppm, 50 ppm, 25 ppm and 12.5 ppm, respectively, are 16 mm, 14 mm, 11.33 mm and 3.33 mm. While against *Escherichia coli* with the same concentration, respectively, are 14.67 mm, 13 mm, 9.33 mm, and 2.67 mm. The antibacterial test results showed that the fraction of the methanol extract of the bark of aloes (Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke) was active as an antibacterial.

Keywords: Gyrinops versteegii (Gilg.) Domke, antibacterial, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli*.

PENDAHULUAN

Gaharu merupakan komoditas hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang bernilai ekonomi tinggi. Pemanfaatan gaharu digunakan sebagai alat upacara keagaman, bahan wewangian/parfum, kosmetik, pengawet, dan aroma terapi. Selain itu, tanaman gaharu digunakan dalam pengobatan tradisional seperti mengobati gangguan ginjal, penghilang rasa sakit, kanker, diare, penghilang stres, asma hepatitis, malaria, pembengkakan liver dan limpa. Terdapat 27 jenis tanaman gaharu di Indonesia diantaranya, yaitu *Aquilaria dan Gyrinops* (Santoso, 2012). Tanamana gaharu jenis *Aquilaria* dilaporkan memiliki aktivitas farmakologi berupa antiinflamasi, antioksidan, analgesik, antiasma, antikanker, antifungal dan antibakteri (Wang *et al.*, 2018). Penelitian yang telah dilakukan oleh Yasmin (2016) menunjukkan hal yang sama yang disebabkan terdapat kandungan senyawa kimia berupa alkoloid, fenol, terpenoid, kuinon dan flavonoid dalam tanaman tersebut.

Satu jenis tanaman gaharu yang tumbuh endemik di pualu Lombok yaitu jenis *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke. Gaharu jenis *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke sebagian besar memanfaatkan gubal dan minyak dari gubal untuk diekspor tanpa diolah terlebih dahulu. Selain dari gubal, bagian dari tanaman ini seperti daun, kulit batang, bunga dan buah tidak dimanfaatkan. Jenis *Gyrinops wallla* diketahui memiliki senyawa golongan asam lemak, kromon, dan seskuiterpen (Subasinghe and Hettiarachchi, 2015). Namun kajian aktivitas dari kulit batang spesies *Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke belum pernah dilakukan, khususnya aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait metabolit sekunder yang terdapat pada kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dan adanya aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli* menggunakan metode difusi sumuran.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya kulit batang gaharu gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) varietas buaya yang diperoleh di dusun Kerujuk desa Pemenang Barat, metanol teknis, DMSO, plat KLT, aseton, alkohol 70%, biakan bakteri, NaCl 0,9%, suspensi 0,5 Mc Farland dan spiritus.

Preparasi sampel

Sampel kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) varietas buaya diberihkan dari kotoran yang menempel. Kemudian dikering anginkan dan dipotong kecil-kecil yang selanjutnya diblender untuk memperbesar luas permukaan.

Pembuatan ekstrak

Simplisia kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) varietas buaya diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol selama 3x24 jam sambil diaduk sesekali. Setelah 24 jam disaring hingga diperoleh filtrat. Filtrat diuapkan dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak pekat metanol.

Uji aktivitas antibakteri

Ekstrak metanol kulit batang gaharu gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) diuji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran. Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* diinokulasi ke dalam media NA secara merata. Kemudian dibuat sumuran untuk masing-masing larutan uji beserta kontrol positif dan kontrol negatif menggunakan pelubang steril. Pengamatan aktivitas antibakteri dilakukan setelah diinkubasi selama 24 jam. Aktivitas antibakteri dari ekstrak uji ditandai dengan ada atau tidaknya zona bening yang terbentuk disekeliling sumuran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstrak kental kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) menggunakan metode maserasi diperoleh 43,156 g dari 500 g simplisia. Hasil pengujian ekstrak kental kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* menunjukkan kemampuan yang berbeda disetiap konsentrasi yang diberikan.

Tabel 1 Hasil pengujian ekstrak kental kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) berbagai konsentrasi terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*

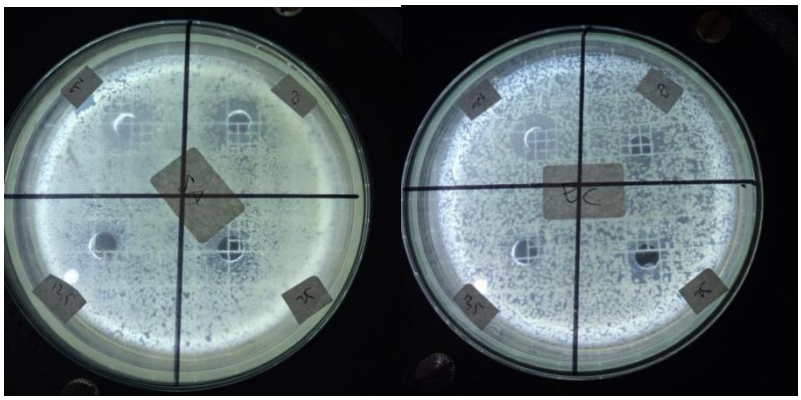
Diameter Zona Hambat Bakteri *Staphylococcus aureus* (mm)						
Replikasi	Kontrol (-) DMSO	Kontrol (+) Korofenikol	Ekstrak metanol kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke			
			12,5 ppm	25 ppm	50 ppm	100 ppm
1	0	40	10	12	14	16
2	0	40	0	11	14	16
3	0	40	0	11	14	16
Rata-rata	0	40	3,33	11,33	14	16

Tabel 2 Hasil pengujian ekstrak kental kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) berbagai konsentrasi terhadap daya hambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*

Diameter Zona Hambat Bakteri *Escherichia coli* (mm)						
Replikasi	Kontrol (-)	Kontrol (+)	Ekstrak metanol kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke			
	DMSO	Korofenikol	12,5 ppm	25 ppm	50 ppm	100 ppm
1	0	40	8	10	14	15
2	0	40	0	10	13	15
3	0	40	0	8	12	14
Rata-rata	0	40	2,67	9,33	13	14,67

Berdasarkan data diatas, diameter zona hambat diukur dalam waktu 24 jam dengan empat konsentrasi serta 3 kali pengulangan terhadap masing-masing konsentrasi menunjukkan ekstrak tersebut aktif sebagai antibakteri terhadap kedua bakteri tersebut. Zona hambat yang dihasilkan semakin besar seiring dengan meningkatnya konsentrasi, sehingga hubungan antara konsentrasi dan zona hambat berbanding lurus.

Hasil pengujian menunjukkan zona hambat untuk bakteri *Staphylococcus aureus* lebih besar dibandingkan dengan bakteri *Escherichia coli*. Hal tersebut dikarenakan bakteri gram positif *Staphylococcus aureus* lebih sensitif terhadap antibakteri karena struktur sel bakteri gram positif lebih sederhana dibandingkan struktur sel bakteri gram negatif *Escherichia coli* (Yunita, 2012). Kontrol negatif, DMSO tidak menunjukkan daya hambat disekitar sumuran sehingga tidak memiliki aktivitas sebagai antibakteri sehingga zona hambat yang didapatkan dari ekstrak tersebut murni dari ekstrak tersebut dan tidak dipengaruhi pelarut. Klasifikasi daya hambat pertumbuhan bakteri mengikuti Grennwood (1995) diketahui diameter zona hambat >20 mm (kuat), 16-20 mm (sedang), 10-15mm (lemah), <10 mm (tidak ada).



(a) (b)

Gambar 1 Zona hambat yang terbentuk oleh ekstrak kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) bakteri (a) *Staphylococcus aureus* dan (b) *Escherichia coli* berbagai konsentrasi

KESIMPULAN

Ekstrak metanol kulit batang gaharu (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri *S. aureus* dan *E. coli*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimaksih kepada PKM Hibah Kemenristekdikti 2019, Laboratorium Kimia Bahan Alam, Laboratorium Sintesis Organik, Laboratorium Biologi Dasar, Universitas Mataram.

DAFTAR PUSTAKA

Chen, H.; Yang, Y.; Xue, J.; Wei, J.; Zhang, Z.; Chen, H. Comparison of compositions and antimicrobial activities of essential oils from chemically stimulated agarwood, wild agarwood and healthy *Aquilaria sinensis* (Lour.) Gilg trees. *Molecules* **2011**, *16*, 4884–4896.

Dong, C., Dan, B., Yue-Lin, S. O. N. G., & Peng-Fei, T. U. (2012). Flavanoids from the stems of Aquilaria sinensis. *Chinese journal of natural medicines*, *10*(4), 287-291.

Greenwood. 1995. Antibiotics, Susceptibility (Sensitivity) Test Antimicrobial And Chemoterapy. Mc. Graw Hill Company, USA.

Hashim, Y. Z. H. Y., Kerr, P. G., Abbas, P., & Salleh, H. M. (2016). Aquilaria spp.(agarwood) as source of health beneficial compounds: A review of traditional use, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology*, *189*, 331-360.

Kamonwannasit, S.; Nantapong, N.; Kumkrai, P.; Luecha, P.; Kupittayanant, S.; Chudapongse, N. Antibacterial activity of Aq*uilaria crassna* leaf extract against *Staphylococcus epidermidis* by disruption of cell wall. *Ann. Clin. Microbiol. Antimicrob.* **2013**, *12*, 20.

Kristanti, A. N., Tanjung, M., & Aminah, N. S. (2018). Secondary Metabolites of Aquilaria, a Thymelaeaceae Genus. *Mini-reviews in organic chemistry*, *15*(1), 36-55.

Li, W.; Cai, C.H.; Dong, W.H.; Guo, Z.K.; Wang, H.; Mei, W.L.; Dai, H.F. 2-(2-phenylethyl)chromone derivatives from Chinese agarwood induced by artificial holing. *Fitoterapia* **2014**, *98*, 117–123.

Li, W.; Cai, C.H.; Guo, Z.K.; Wang, H.; Zuo, W.J.; Dong, W.H.; Mei, W.L.; Dai, H.F. Five new eudesmane-type sesquiterpenoids from Chinese agarwood induced by artificial holing. *Fitoterapia* **2015**, *100*, 44–49

Misna, M., & Diana, K. (2016). Aktivitas antibakteri ekstrak kulit bawang merah (Allium cepa l.) terhadap bakteri Staphylococcus aureus. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)*, *2*(2), 138-144.

Muhani, M., Sari, R., & Fajriaty, I. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Gaharu (Aquilaria microcarpa Baill.) Terhadap Bakteri Staphylococcus aureus dan Proteus mirabilis. *Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, *4*(3), 143-154.

Septiani, S., Dewi, E. N., & Wijayanti, I. (2017). AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK LAMUN (Cymodocea rotundata) TERHADAP BAKTERI Staphylococcus aureus DAN Escherichia coli (Antibacterial Activities of Seagrass Extracts (Cymodocea rotundata) Against Staphylococcus aureus and Escherichia coli). *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, *13*(1), 1-6.

Subasinghe, S. M. C. U. P., & Hettiarachchi, D. S. (2015). Characterisation of agarwood type resin of Gyrinops walla Gaertn growing in selected populations in Sri Lanka. *Industrial Crops and Products*, *69*, 76-79.

Wang, S., Yu, Z., Wang, C., Wu, C., Guo, P., & Wei, J. (2018). Chemical constituents and pharmacological activity of agarwood and Aquilaria plants. *Molecules*, *23*(2), 342.

PENDEKATAN FAKTOR PARAMETER TANAH DAN BEBAN REPETISI KENDARAAN DALAM MENANGANI KERUSAKAN JALAN PASKA GEMPA 7.0 SR DI KABUPATEN LOMBOK UTARA

The approach of Soil Parameter Factors and Vehicle Axle Load in Road Demage Handling Post-Earthquake SR 7.0 at North Lombok Regency

Wayan Suteja[1], IAO Suwati Sideman[1], I D G Wira Pariangga[2]

[1)] Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

**email: w.suteja@gmail.com*

ABSTRAK

Bencana Gempa Lombok dengan magnitudo 7,0 SR pada Minggu (5/8/2018 dan 19/8/2018) memberikan dampak yang sangat luas. Lebih dari 500 orang meninggal dunia, 1.033 orang mengalami luka berat dan puluhan ribu bangunan roboh serta kerusakan infrastruktur jalan dan jembatan. Gempa ini mengakibatkan juga terjadinya pergeseran tanah (liquifaksi atau shear mechanism). Kerusakan jalan berupa retak melintang dalam dimensi lebih dari 3-10cm dengan kedalaman <2m, sampai pada sisi diluar badan jalan (damija), berbeda dengan ciri kerusakan jalan akibat beban lalulintas berlebih (excessive vehicle axle load), sehingga patut diduga sebagai kerusakan spesifik akibat gaya lain, yang salah satunya terjadinya pergeseran tanah (shear mechanism of soil) akibat gaya gempa yang terjadi sebelumnya. Pengukuran faktor parameter tanah digunakan sebagai variabel pendekatan dalam menemukenali atau menentukan variable penyebab khusus kerusakan jalan spesifik tersebut. Tingkat kerusakan jalan dan jembatan yang terjadi wilayah Kabupaten Lombok Utara pasca gempa, membutuhkan evaluasi cepat agar penetapan penanganan pemeliharaan jaringan jalan dapat segera, sehingga jalan tetap mampu memberikan pelayanan yang optimal pada pengguna jalan (masyarakat). Inventarisasi kerusakan pada 59 jaringan jalan dilakukan dalam penelitian ini, selanjutnya di kaji berdasarkan parameter beban repetisi kendaraan (vehicle axle load) dan parameter tanah. Hasil survai dan analisis lapangan menunjukkan kondisi perkerasan jaringan jalan nasional (11 ruas), dan jalan kabupaten (48 ruas) di Kabupaten Lombok Utara akibat beban repetisi kendaraan, membutuhkan bentuk penanganan sedang (PR dan PB). Sementara pendekatan parameter tanah pada 3 ruas jalan dengan kerusakan retak melintang spesifik, diperoleh bahwa telah terjadi pergeseran tanah permukaan akibat gempa yang ditunjukkan oleh nilai sudut geser tanah lapangan (Θ_L) lebih besar dari nilai sudut geser (Θ_S) berdasarkan ketentuan pada jenis tanah pasir, sehingga memerlukan bentuk penanganan khusus

Kata kunci: kerusakan jalan, kondisi jalan, penanganan jalan, axle load, parameter tanah

ABSTRACT

The Lombok earthquake with magnitude of 7.0 on Sunday (5/8/2018 and 19/8/2018) had a very wide impact. More than 500 people died, 1,033 people were seriously injured and tens of thousands of buildings collapsed and damage to road and bridge infrastructure. This earthquake also caused a shift in the ground (liquifaction or shear mechanism). Road damage in the form of transverse cracks in dimensions of more than 3-10cm with a depth of <2m, to the outside of the road body (damija), is different from the road damage characteristic due to excessive vehicle axle load, so it should be suspected as a specific damage due other forces, one of which is the shifting of the soil shear mechanism due to the earthquake force that occurred before. Measurement of soil parameter factors is used as an approach variable in identifying or determining the specific causes of the specific road damage. The level of damage to roads and bridges that occurred in the North Lombok Regency area after the earthquake, requires rapid evaluation so that the determination of the handling of road network maintenance can be immediate, so that the road is still able to provide optimal services to road users (citizen). Inventory damage on 59 road networks was carried out in this study, then reviewed based on the parameters of the vehicle axle load and soil parameters. The results of the survey and field analysis show the pavement conditions of the national road network (11 roads), and district roads (48 roads) in North Lombok Regency due to the burden of vehicle repetition, requiring moderate forms of handling (PR and PB). While the approach to soil parameters on 3 road sections with specific transverse crack damage, it was found that there has been a shift in surface soil due to earthquake as indicated by the value of the ground shear angle (Ɵ) is greater than the value of the shear angle (Ɵ) based on the provisions on the type of sand soil, so it requires a special form of handling.

Key words: road damage, road conditions, road handling, axle load, soil parameters

PENDAHULUAN

Sistem Evaluasi kerusakan jalan dan penanganannya merupakan suatu sistem yang dapat digunakan untuk mendukung pengambilan suatu keputusan spasial yang mampu mengintegrasikan deskripsi-deskripsi lokasi dengan karakteristik-karakteristik fenomena yang ditemukan di suatu lokasi. Bentuk keputusan penanganan jalan adalah untuk mendukung perencanaan transportasi baik wilayah maupun bagian perkotaanya, sehingga didapat pilihan yang tepat terhadap alternatif rencana yang didukung oleh, data dan informasi visual yang tersaji secara memadai, cepat dan akurat.

Kabupaten Lombok Utara sebagai sebuah kawasan yang memilki keragaman kehidupan sosial ekonomi mengalami suatu perkembangan yang sangat pesat. Seiring dengan hal tersebut terjadi suatu efek domino dimana mobilitas angkutan orang dan barang merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan. Semakin padatnya arus lalu lintas yang terjadi akan berdampak pada sarana dan prasarana transportasi yang memerlukan suatu infrastruktur lalu lintas (jaringan jalan) yang lebih memadai dalam melayani mobiltas masyarakat.

Setelah berdirinya Kabupaten Lombok Utara sejak tahun 2008, kawasan ini sudah memiliki kondisi infrastruktur jalan yang cukup baik dari sisi kemantapan jalan. Namun terjadinya gempa dengan magnitudo 7.0 SR sebanyak 2 kali diikuti dengan gempa susulan yang cukup banyak, menyebabkan robohnya ribuan bangunan dan kerusakan struktur jalan, sehingga membutuhkan inventarisasi segera dan menganalisis kebutuhan bentuk penanganan

yang memadai. Evaluasi kebutuhan penanganan pada 59 ruas jalan dilakukan berdasarkan beban repetisi lalulintas (axle load), juga akibat perkiraan terjadinya likuifaksi atau shear mechanism yang ditinjau berdasarkan bentuk kerusakan segmental yang terjadi dan keruntuhan struktur yang teramati.

Melihat pada kondisi yang terjadi saat ini maka perencanaan jaringan jalan harus diatur dengan sangat hati-hati dan tepat guna agar memberikan suatu rasa nyaman bagi masyarakat. Selain itu pemeliharaan jaringan jalan merupakan suatu kewajiban yang bersifat rutin dalam jangka waktu tertentu untuk tetap memastikan kondisinya tetap dalam keadaan baik dan mampu memberikan pelayanan yang optimal pada pengguna jalan.

Menggunakan data hasil pengukuran lapangan sederhana untuk penentuan kondisi permukaan jalan, nilai kerusakan dan bentuk penanganannya, merupakan hasil justifikasi yang kurang dapat dipertanggung jawabkan keakuratannya. Oleh karena itu inventarisasi jaringan jalan dengan pengukuran secara detail dan teliti perlu dilakukan, karena informasi rinci yang dibutuhkan untuk penanganan jalan seperti data geometrik hingga kondisi jalan (lokasi dan tipe kerusakan) harus dapat disajikan secara cepat dan akurat serta mampu menampilkan berbagai data yang ada (*database*) secara visual dalam kesatuan yang komprehensif, yang tentu saja akan membantu proses pengambilan keputusan penanganan jaringan jalan, khususnya penentuan kebijakan pilihan penanganan kerusakan pada perkerasan jalan.

Permasalahan yang akan dibahas dalam makalah ini meliputi, kondisi jaringan jalan pada 59 ruas jalan pada jaringan jalan nasional, jalan provinsi dan jalan kabupaten di Kabupaten Lombok Utara yang diinventarisir menggunakan sistem data input rinci, dan penetapan dalam penentuan prioritas penanganan jalan pada lokasi yang ditinjau didasarkan pada penilain kondisi perkerasan jalan, kondisi drainase, type kerusakan khusus (akibat gempa) serta nilai beban volume lalu lintas, sesuai dengan Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota No. 018/T/ BNKT/ 1990 yang dikeluarkan Direktorat Jenderal Bina Marga.

TINJAUAN PUSTAKA

Program Penanganan Jalan

Program/kegiatan penanganan jalan ditentukan oleh tingkat kerusakan jalan. Klasifikasi program penanganan adalah sebagai berikut:

1. Pemeliharaan Rutin (PR) adalah penanganan yang diberikan hanya terhadap lapis permukaan yang sifatnya untuk meningkatkan kualitas berkendara (Riding Quality), tanpa meningkatkan kekuatan struktural, dan dilakukan sepanjang tahun.
2. Pemeliharaan Berkala (PB) adalah pemeliharaan yang dilakukan terhadap jalan pada waktu-waktu tertentu (tidak menerus sepanjang tahun) dan sifatnya meningkatkan kemampuan struktural.

3. Peningkatan Jalan (PK) adalah penanganan jalan guna memperbaiki pelayanan jalan yang berupa peningkatan struktural dan atau geometriknya agar mencapai tingkat pelayanan yang direncanakan.

Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melalui suatu titik pada suatu jalur gerak persatuan waktu dan biasanya diukur dalam satuan kendaraan per satuan waktu, yang dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Q = n / T \quad (1)$$

dimana:

Q = Volume lalu lintas yang melewati suatu titik (Kendaraan/jam).
n = Jumlah kendaraan yang melewati titik tersebut dalam interval waktu.
T = Interval waktu pengamatan.

Kerusakan-Kerusakan Pada Perkerasan Lentur Jalan Raya

Menurut manual Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota kerusakan jalan dapat dibedakan atas:

1. Kekasaran Permukaan (*surface texture*) adalah kondisi permukaan perkerasan dilihat dari keadaan bahan batuan, aspal dan ikatan antar kedua bahan tersebut. Terdiri dari:
   a. Disiintegrasi (pengelupasan)
   b. Pelepasan Butiran (*reveling*)
   c. Kekurusan (*hungry*)
   d. Kegemukan (*fatty*)
   e. Permukaan rapat (*close texture*)
2. Retak (*cracking*), tipe retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan diantaranya :
   a. Retak kulit buaya (*alligator crack*)
   b. Retak acak
   c. Retak melintang
   d. Retak memanjang
3. Alur (*rutting*) adalah jenis kerusakan jalan yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan.
4. Amblas (*grade depression*) adalah kerusakan yang terjadi setempat, dengan atau tanpa retak, amblas dapat diidentifikasi dengan adanya air yang menggenang.
5. Lubang (*pot holes*) adalah jenis kerusakan yang menampung dan meresapkan air ke dalam lapisan permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan.

Penentuan Program Penanganan Berdasar Tingkat Kerusakan Jalan

Rumusan Penentuan Prioritas Penanganan Jalan Berdasarkan Kondisi Perkerasan Eksisting

$$\text{Urutan Prioritas} = 17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan}) \quad (2)$$

Jika nilai urutan prioritas:

1. Antara 0 – 3 maka, jalan yang terletak pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program peningkatan atau perbaikan struktur jalan (PK).
2. Antara 4 – 6 maka, jalan yang berada pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program Pemeliharaan Berkala (PB).
3. Bernilai >7 maka, jalan yang berada pada urutan prioritas ini dimasukkan ke dalam program Pemeliharaan Rutin (PR).

Nilai Kerusakan Perkerasan Jalan Raya.

Berdasarkan type kerusakan dan tingkat kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan, bahu jalan serta kuantitas kerusakan yang terjadi, maka penlaian angka kerusakan jalan disajikan dalam Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1 Penilaian kondisi jalan eksisting

Kelas Lalu Lintas	LHR
0	< 20
1	20 - 50
2	50 - 200
3	200 - 500
4	500 - 2.000
5	2.000 - 5.000
6	5.000 - 20.000
7	20.000 - 50.000
8	> 50.000
Penilaian Kondisi Keseluruhan	
Angka	Nilai
26 - 29	9
22 - 25	8
19-21	7
16 - 18	6
13 - 15	5
10 - 12	4
7 - 9	3
4 - 6	2
0 - 3	1
Retak-retak	
Tipe	Angka
E. Buaya	5
D. Acak	4
C. Melintang	3
B. Memanjang	1
A. Tidak Ada	0
Lebar	Angka
D. > 2mm	3
C. 1 -2mm	2
B. < 1mm	1
A. Tidak Ada	0
Luas	Angka
D. > 30 %	3
C.10 - 30%	2
B.<10%	1
A. 0	0
Alur	
Kedalaman	Angka
E. > 20 mm	7
D. 11 - 20 mm	5
C . 6 - 10 mm	3
B. 0 – 5 mm	1
A.. Tidak Ada	0

Tambalan dan Lubang	
Luas	Angka
D. > 30 %	3
C. 20 - 30 %	2
B. 10 - 20 %	1
A.< 10%	0
Kekasaran Permukaan	
Tipe	Angka
E. Desintegration	4
D. Pelepasan Butir	3
C. Rough (Hungry)	2
B. Fatty	1
A. Close Texture	0
Amblas	
Jumlah/bentang	Angka
D. > 5 /100 m	4
C . 2 – 5 / 100 m	2
B. 0 – 2 / 100 m	1
A. Tidak Ada	0

Sumber : Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota No.018/T/BNKT/1990

Nilai Kerusakan Drainase Jalan Raya.

Nilai kerusakan struktur pelengkap jalan khususnya drainase juga di kuantitifikasi karena kerusakannya dapat berdampak pada perkerasan.

Tabel 2 Penilaian kondisi sistem drainase

Saluran Samping	
Kondisi	Angka
Ada	0
Tidak Ada	7
Tersumbat	2
Tidak Tersumbat	0
Teratur	0
Tidak Teratur	2
Memadai	0
Tidak Memadai	3
Penghubung	
Kondisi	Angka
Ada	0
Tidak Ada	3
Tersumbat	2
Tidak Tersumbat	0
Bahu	
Kondisi	A n g k a
Terlalu Tinggi	2
Sama Tinggi	0
Terlalu Rendah	2
Miring	0
Tidak Rata	2
Diperkeras	0
Tidak Diperkeras	1

Jalur Pejalan Kaki	
Kondisi	A n g k a
Ada	0
Tidak Ada	3
Rata	0
Tidak Rata	1
Rusak	2
Baik	0
Tepian / Kereb	
Kondisi	A n g k a
Ada	0
Tidak Ada	1
Rusak	2
Baik	0

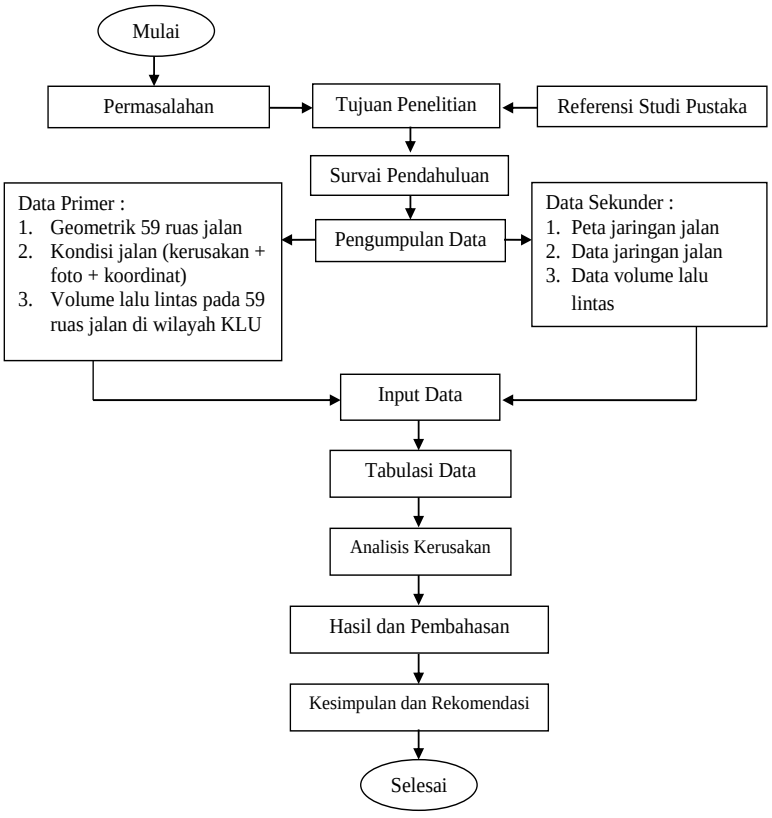
Sumber : Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota No.018/T/BNKT/1990

Model kelompok penanganan didasarkan atas total perolehan nilai dengan urutan:

a. Penilaian >15 maka, perlu dilakukan peningkatan (PK) terhadap sistem drainase.
b. Penilaian 10 - 15 maka, perlu dilakukan perbaikan yang berarti pada komponen sistim drainase dengan memasukkan ke dalam program pemeliharaan berkala (PB).
c. Penilaian <10 maka, hanya diperlukan pemeliharaan rutin (PR) terhadap komponen-komponen drainase guna menjaga kelancaran sistem drainase.

BAHAN DAN METODE

Tahapan yang akan dilaksanakan dalam kegiatan penelitian ini adalah mengikuti diagram alur kegiatan sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Survai Lalu lintas

Survai pendahuluan yang dilakukan dalam studi ini berupa pengamatan arus lalu lintas pada ruas-ruas jalan di lokasi 59 ruas yang di teliti untuk menentukan pembebanan ruas-ruas jalan yang akan digunakan sebagai acuan penilaian nilai lalulintas dalam penentuan prioritas penanganan jalan

Pengumpulan Data Kerusakan Jalan

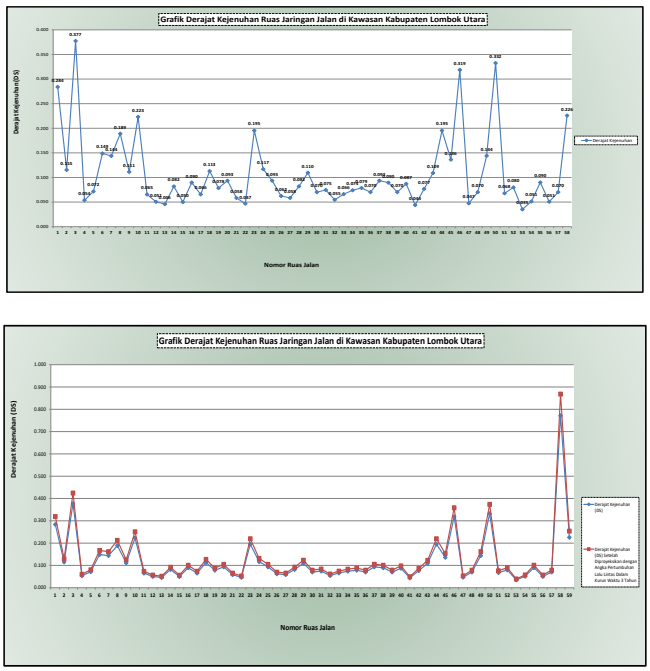
Terbagi menjadi:

1. Survai Sekunder, dilakukan dengan mendatangi instansi-instansi terkait untuk meminta sejumlah dokumentasi data, data sekunder yang diperoleh antara lain: data jaringan jalan nasional, jalan provinsi dan jalan kabupaten, peta batas administrasi wilayah, peta jaringan jalan, Kabupaten Lombok Utara dan data volume lalu lintas (jika ada untuk kontrol data lapangan).

2. Survai Primer, berupa survai kondisi jalan untuk mengetahui jenis perkerasan, jenis kerusakan yang terjadi, dimensi kerusakannya, geometrik jalan, dan kondisi sistem drainase jalan yang ada.

Data Volume Laluintas Kendaraan

Data jumlah pembebanan selama tahun 2017 dan 2018 relatif tidak berbeda jauh, dimana masih didominasi pada lalulintas jalan utama (backbone), sementara pada jaringan cabang tidak terlalu besar. Berikut grafik kemampuan jalan berdasarkan volume kendaraan dan kapasitas jalan:



Grafik 1. kemampuan 59 ruas jalan di KLU

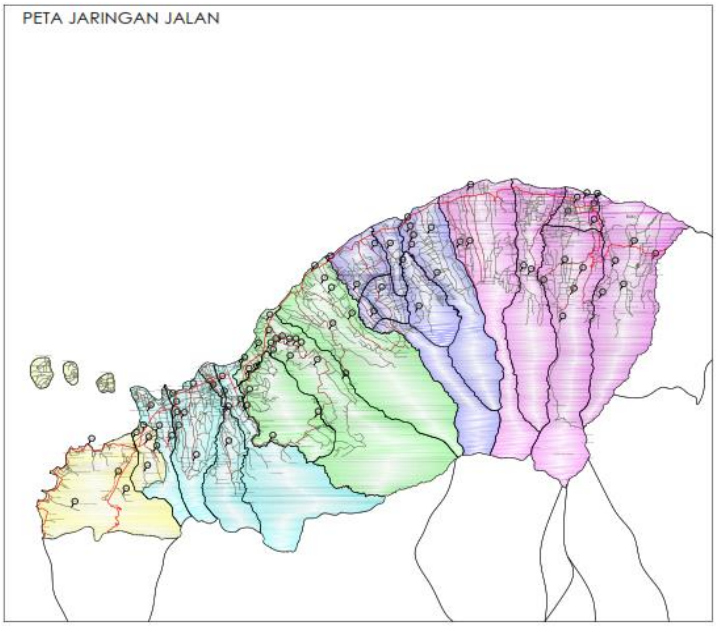
Analisis Data

Terdapat dua jenis analisis yang dilakukan, yaitu analisis data volume lalu lintas untuk mencari nilai LHR eksisting 59 ruas jalan di lokasi penelitian, dan analisis kondisi eksisting jalan (kerusakan jalan) untuk mencari nilai kondisi jalan yang kemudian hasil kedua analisis tersebut digunakan sebagai parameter untuk penentuan urutan prioritas penanganan 59 ruas jalan pada jaringan jalan di wilayah Kabupaten Lombok Utara

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Jaringan Jalan KLU

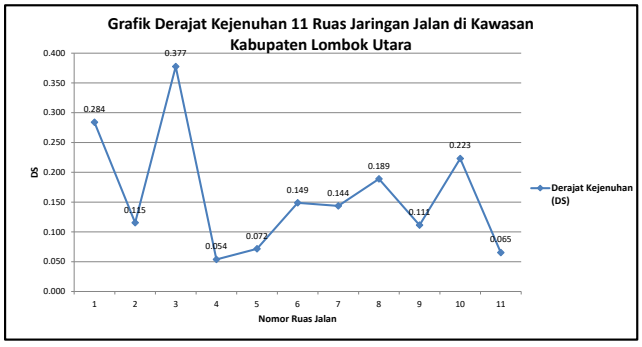
Peta Jaringan Jalan di Kabupaten Lombok Utara dan 59 lokasi pengamatan kerusakan jalan disajikan dalam peta berikut:



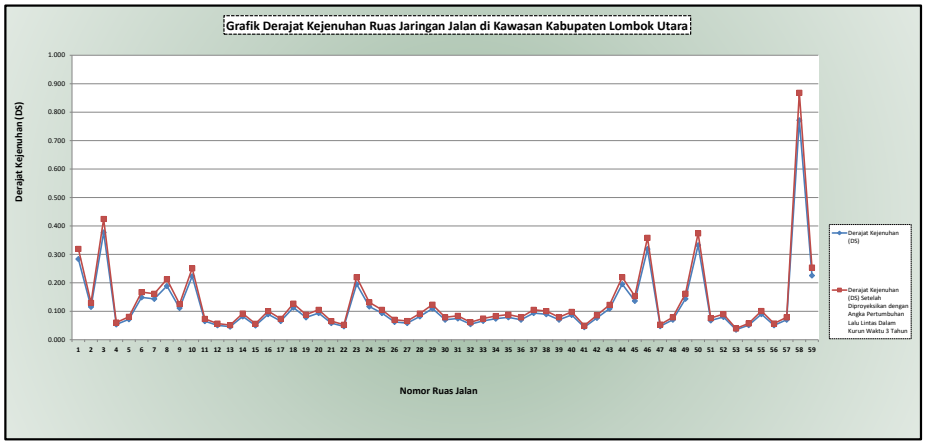
Gambar 2. Peta jaringan jalan di KLU

Hasil Analisis Data Volume Lalu Lintas

Setelah melakukan survai volume pada 59 ruas jalan, kemudian dilakukan penetapan nilai LHR pada 59 ruas jalan tersebut, dengan menggunakan nilai/faktor yang ada, disajikan dalam grafik berikut:

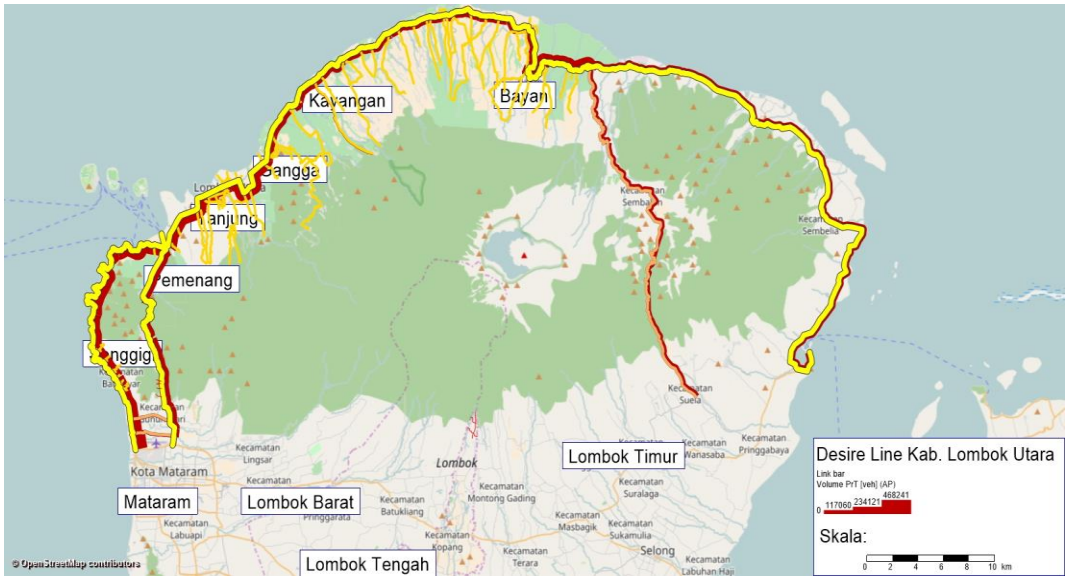


Grafik 2.kemampuan jalan pada 11 ruas utama



Grafik3. kemampuan 11 ruas utama dengan 48 ruas pendukung di wilayah KLU

Berdasarkan hasil perhitungan nilai LHR terhadap pembebanan jalan di 59 ruas di jalan KLU diperoleh pembebanan rencana tiap ruas dengan program vissim dan vissum sebagai berikut:



Gambar 3. Peta Pembebanan Lalulintas

Analisis Kerusakan Jalan

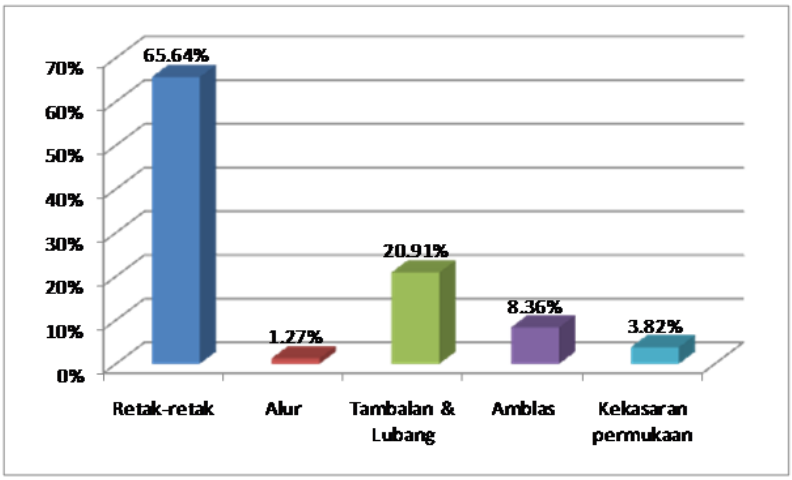
Berdasarkan hasil survai kondisi jalan, terkumpul data kerusakan jalan eksisting yang kemudian penilaian pada masing-masing jenis dan tipe kerusakannya maupun tingkat keparahannya berdasarkan tabel (1), disajikan dalam Tabel 3.

Analisis Kerusakan Jalan berdasarkan type

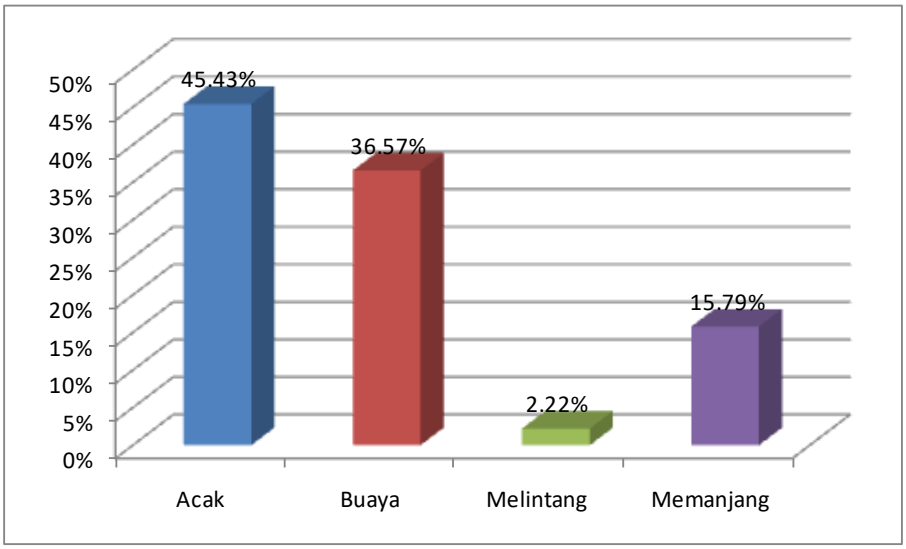
Berdasarkan type kerusakan struktur perkerasan jalan diperoleh hasil analisis data lapangan sebagai berikut :



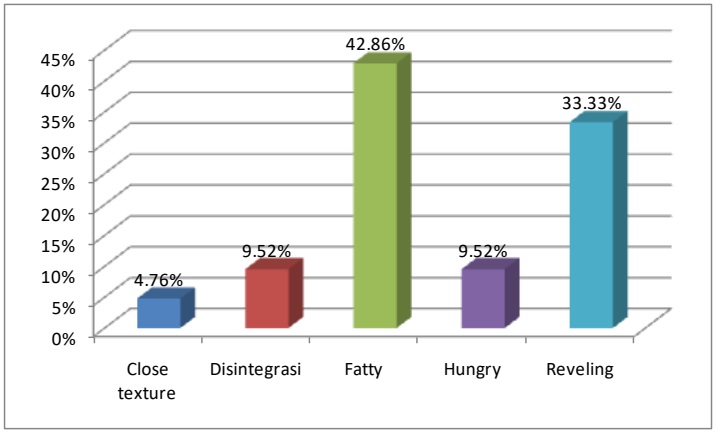
Gambar 4. Retak kulit buaya (*aligator crack*)



Gambar 5. Grafik persentase jenis kerusakan perkerasan jalan pada jaringan jalan di KLU



Gambar 6. Grafik persentase tipe kerusakan jenis retak pada jaringan jalan di KLU



Gambar 7. Grafik persentase tipe kerusakan jenis kekasaran permukaan pada jaringan jalan di KLU

Dari hasil evaluasi / penilaian kerusakan pada masing-masing ruas jalan dari 59 ruas jalan disajikan dalam Tabel 4. Kemudian dengan menggunakan Persamaan (2) ditentukan urutan penentuan prioritas penanganannya berdasarkan kondisi eksisting ruas jalan tersebut. Hasil penetapan prioritas penanganan berdasarkan pembebanan volume (LHR) dan penilaian kerusakan perkerasan akibat axle loading, disajikan dalam tabel 5,

Hasil Analisis Kondisi Drainase

Secara rinci analisis penilaian kondisi drainase mengacu pada tabel 2, diperoleh data hasil analisis kerusakan drainase di 59 ruas jalan di KLU, kemudian hasil analisis penanganan jalan berdasarkan drainase disajikan dalam tabel 6.

Analisis Kerusakan Jalan akibat Likuifaksi

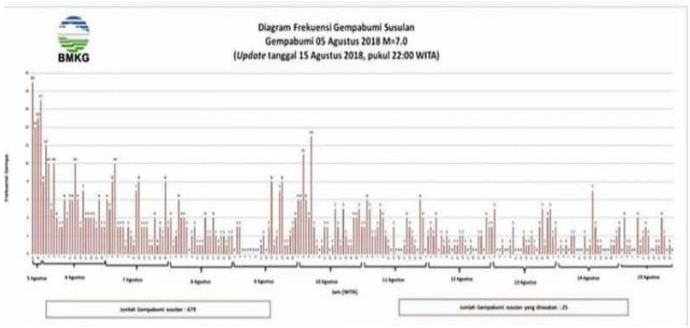
Beberapa hasil peninjauan (survey) lapangan pada 59 ruas jalan di wilayah KLU, diperoleh beberapa fakta kerusakan struktur perkerasan jalan yang tidak sebagai ciri kerusakan akibat bebab lalulintas (axle loading), keruntuhan perkerasan yang terjadi secara memanjang dan atau melintang diduga akibat terjadinya keruntuhan tanah dasar yang ciri-ciri keruntuhan mendekati kesamaan dengan keruntuhan akibat likuifaksi atau terjadinya shear mechanism tanah dasar dibawah badan jalan secara luas dan dalam. Kondisi keruntuhan yang ditunjukkan oleh perkerasan jalan terjadi pada bagian segmen tertentu dari jalan. Kondisi lain juga diperoleh data lapangan pola-pola kondisi permukaan tanah yang menunjukkan terjadinya likuifaksi terutama di daerah Selengan dan Sambik Bengkol di Kecamatan Bayan.



Gambar 8. ciri-ciri terjadinya likuifaksi

Kementerian ESDM juga pernah merilis terkait gempa bumi Lombok yang telah mengakibatkan kerusakan luar biasa yang disebabkan oleh goncangan yang menimbulkan *surface rupture* (retakan tanah) dan bahaya ikutan dalam hal ini ***likuifaksi*** atau pelulukan tanah. Fenomena likuifaksi atau pelulukan tanah atau dalam bahasa bahasa Inggris dinamakan *soil liquefaction* adalah suatu proses yang membuat tanah kehilangan kekuatannya dengan cepat dikarenakan getaran yang diakibatkan oleh gempa bumi kuat pada kondisi tanah berbutir halus dan jenuh air, dan adanya zona lemah yang mengakibatkan muncul ke permukaan tanah.

Dari informasi BMKG data kejadian gempa, selain gempa dengan Magnitudo 7.0 SR, juga terjadi ribuan gempa susulan dengan Magnitudo lebih kecil, tetapi karena jumlahnya banyak dan beruntun juga dijustifikasi dapat menyebabkan likuifaksi.



Gambar 9. Gempa Lombok Juli – Agustus 2018



Gambar 10. Jalan terbelah akibat dugaan Likuifkasi

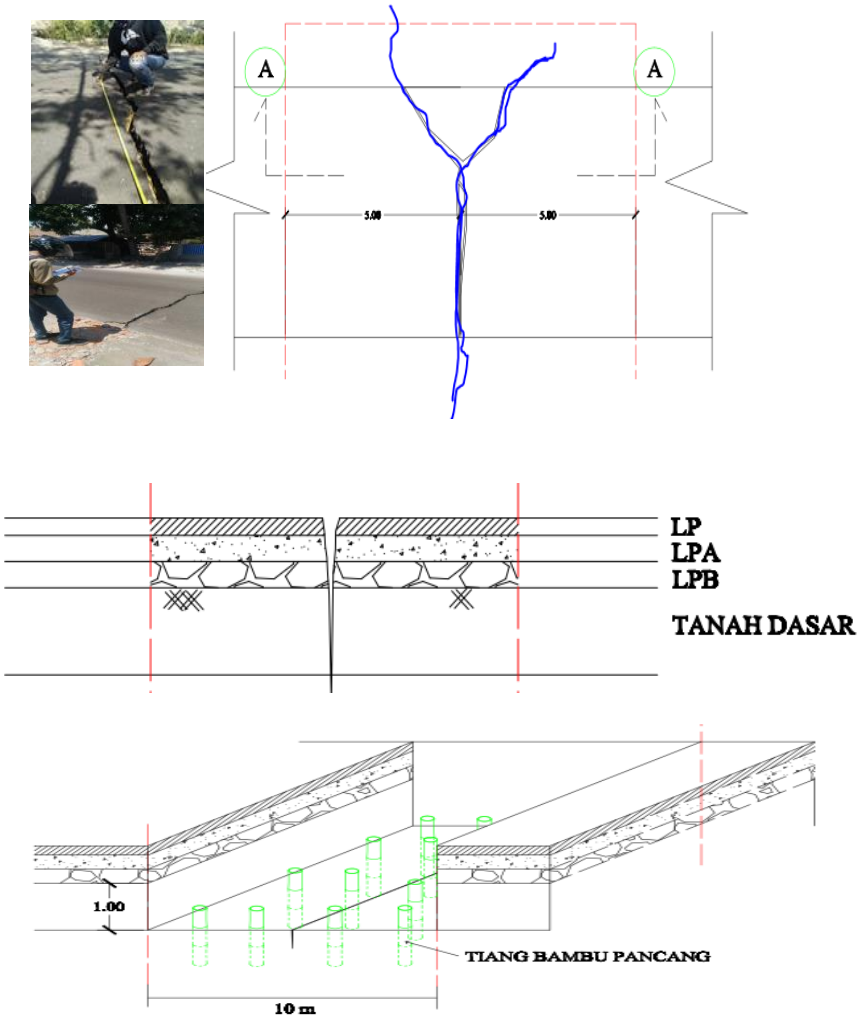


Gambar 11. Kerusakan Jalan Melintang dan Memanjang akibat dugaan Likuifaksi

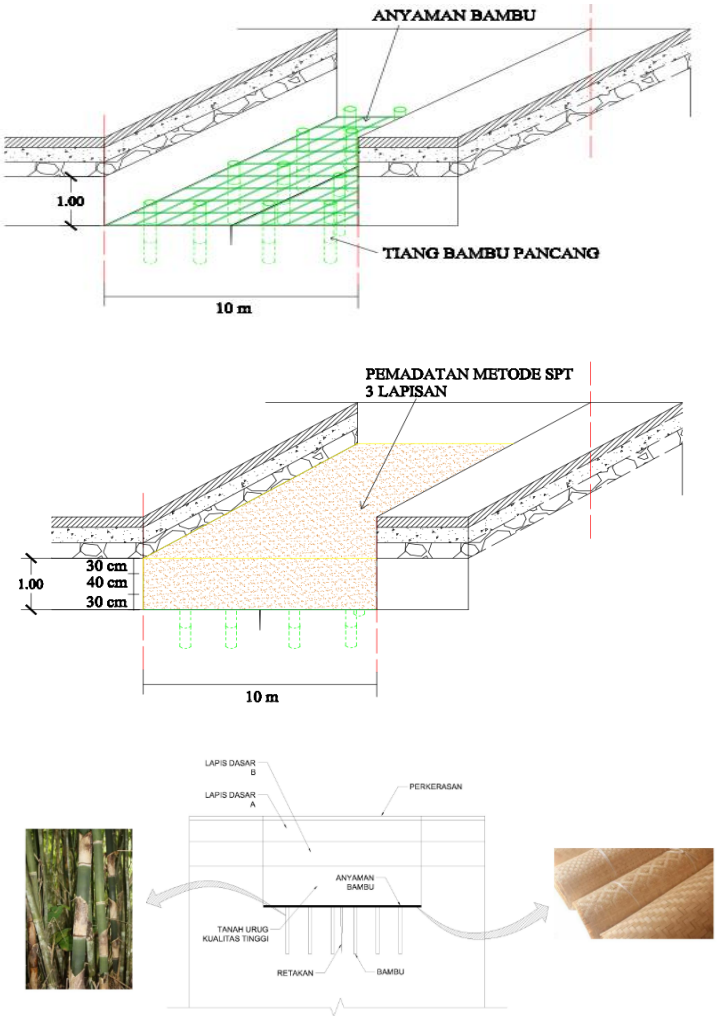
Penanganan Kerusakan Jalan akibat Dugaan Terjadinya Likuifkasi

Penanganan kerusakan struktur perkerasan jalan pada bagian segmen jalan yang mengalami keruntuhan struktur yang diduga akibat terjadinya *soil liquifaction* dan atau *shear mechanism* pada bagian tanah dasar, dilakukan secara segmental dengan mempertimbangkan bentuk penanganan jalan yang memiliki kondisi tanah dasar dengan CBR rendah dan tersusun atas butiran *sand clay*.

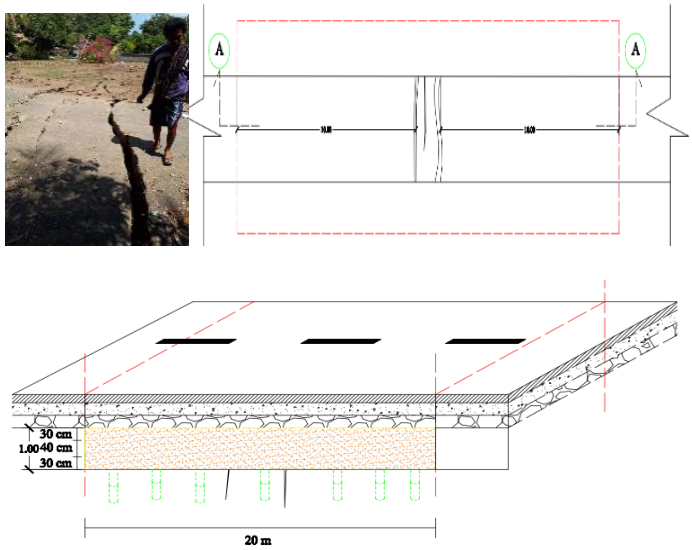
Bentuk penanganan kerusakan segmental ini dilakukan secara khusus dengan metode penempatan cerucuk bambu yang diikuti dengan anyaman bambu pada kedalaman 1-2 m, kemudian diatasnya ditimbun dengan tanah urug pilihan yang dipadatkan sesuai dengan standar proctor test (SPT) sedalam 1-2m. Bagian diatas tanah urug tersebut baru disusun struktur perkerasan lentur dengan susunan LPB, LPA dan LP sesuai dengan kebutuhan beban axle.



Gambar12. Penanganan retak akibat likuifaksi kecil



Analog dengan kodisi retak amblas dengan lingkup yang luas. Dengan belahan yang banyak :



Gambar 13 Penanganan retak likuifaksi luas

Kondisi penanganan retak amblas akibat dugaan likuifaksi type memanjang dapat dilakukan dengan metode yang sama seperti type melintang diatas.

Analisis Pendekatan Faktor Parameter Tanah dalam menetukan terjadinya Pergeseran Tanah (shear mechanism of soil)

Dari hasil evaluasi / penilaian kerusakan pada retak spesifik pada 3 (tiga) ruas jalan diperloeh hasil bahwa memang telah terjadi pergeseran tanah yang ditunjukkan oleh nilai sudut geser tahan lapangan (Θ_L) > sudut geser (Θ_s) berdasarkan ketentuan pada jenis tanah pasir, sehingga memerlukan bentuk penanganan khusus, seperti disajikan dalam tabel 6

Tabel 6 Nilai Parameter Tanah

Pada DAMIJA		Di luar DAMIJA	
0,0 m		0,0 m	
φ = 50˚ c = 0	1. Ukuran butir terbesar : 2,7 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,009 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 93,19 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 2,35 % (kerikil)	φ = 59˚ c = 0	1. Ukuran butir terbesar : 3 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,0013 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 91,22 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 1,9 % (lanau)
0,2 m		0,2 m	
φ = 57˚ c = 0	1. Ukuran butir terbesar : 3,1 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,075 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 95,65 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 1,44 % (lanau)	φ = 60˚ c = 0,04	1. Ukuran butir terbesar : 1,6 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,075 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 94,86 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 5,14 % (kerikil)
0,3 m		0,3 m	
φ = 58˚ c = 0,02	1. Ukuran butir terbesar : 1,9 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,075 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 98,1 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 0,57% (lanau)	φ = 56˚ c = 0	1. Ukuran butir terbesar : 2,2 cm (kerikil) 2. Ukuran butir terkecil : 0,075 mm (lanau) 3. Persen butiran terbesar : 91,56 % (pasir) 4. Persen butiran terkecil : 1,78% (lanau)
1,0 m		1,0 m	

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil analisa data lapangan dan hasil observasi pada 59 ruas di wilayah KLU, maka dapat simpulkan beberapa hal antara lain :

Berdasarkan hasil analisis kerusakan jalan dan beban volume kendaraan (*axle load*), kondisi perkerasan pada jaringan jalan di Kabupaten Lombok Utara masih dalam keadaan cukup baik, masih mampu memberikan pelayanan yang baik pada pengguna jalan, walaupun terdapat beberapa ruas jalan yang mengalami penurunan kondisi structural, sehingga penanganan PR.

Berdasarkan analisis kondisi darinase beberapa ruas jalan membutuhkan penanganan PR dan beberapa ruas membtuhkan penanganan PB atau (prioritas penanganan pemeliharaan berkala, dan sebagian memerlukan pemeliharaan rutin.

Penanganan khusus pada beberapa ruas jalan yang mengalami keruntuhan struktur akibat dugaan terjadi dugaan likuifaksi dan atau shear mechanism, perlu penanganan segera secara segmental dengan metode mengadopsi penanganan jalan pada struktur tanah dasar yang memiliki CBR rendah dengan butiran *sand clay*.

Penanganan retak amblas dengan skala luas perlu penanganan dengan interval bebas lebih dari 5-10 meter agar potensi pergeseran butiran tanah dapat tereliminasi, dan pemasangan cerucuk bambu juga dilakukan secara lebih mendalam dengan jaringan susunan yang rapat.

Penanganan retak amblas akibat dugaan likuifaksi dengan type memanjang dapat dilakukan dengan cara yang sama seperti retak amblas untuk type melintang jalan.

Saran

Dari hasil penelitian ini, beberapa rekomendasi dapat disampaikan antara lain :

Diperlukan dukungan data primer dan sekunder yang baik khususnya data tanah terkait informasi dugaan likuifaksi dan atau shear mechanism, dengan melakukan penyelidikan tanah secara lebih detail baik lapangan maupun laboratorium.

Perlu dilakukan penelitian serupa pada kabupaten lainnya ataupun lingkup yang lebih luas khususnya pada wilayah Kabupaten Lombok Timur yang mengalami kondisi yang hampir sama dengan Lombok Utara, dimana beberapa ruas jalan mengalami retak amblas skala kecil dan sekala luas.

Penyajian informasi rekomendasi penanganan jalan dapat dilakukan dengan pemanfaatan program GIS agar secara utuh jalan dapat tergambarkan lebih komprehensif segmen per segmen berdasarkan data input yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1990.No.016/T/BNKT/1990.Tata Cara Pelaksanaan Survai Inventarisasi Jalan Dan Jembatan Kota. Direktorat Jenderal Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Anonim. 1990.No.018/T/BNKT/1990.Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota. Direktorat Jenderal Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Anonim. 1990.SK No.77/KPTS/Db/1990.Petunjuk Teknis Perencanaan dan Penyusunan Program Jalan Kota. Direktorat Jenderal Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Anonim. 1991.No.05/T/BNKT/1991.Tata Cara Survai Kondisi Jalan Kota. Direktorat Jenderal Bina Marga. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Anonim. 1997.Indonesian Highway Capacity Manual. Direktorat Jenderal Bina Marga.Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Anonim. 2004.Undang-Undang Republik Indonesia No.38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Dewan Perwakilan Rakyat. Jakarta.

Anonim, 2011. Bimbingan Teknis Pelaksanaan Penataan Ruang Kabupaten di Wilayah Kalimantan, Sulawesi, Bali dan Nusa Tenggara serta Maluku dan Papua. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta

Prahasta, Eddy. 2009. Konsep-Konsep Dasar Sistem Informasi Geografi.Informatika. Bandung.

Regin, J. F, 2003, GIS and GPS Application In Tranportation Research In The Philippine Setting. University of the Philippines

Sukirman, S, 1999, Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan, Nova. Bandung.

Sukirman, S, 2010, Perencanaan Tebal Strukur Perkerasan Lentur , Nova. Bandung.

Zhong-Ren, P, 1998, Internet GIS and Its Applications in Transportation. University of Wisconsin – Milwaukee : Ph.D Thesis.

Tabel 3. Volume Lalulintas di 59 ruas dan pertumbuhannya

No	No Ruas Jalan	Nama Ruas Jalan		Kecamatan yang dilalui	Kondisi Geometrik Jalan		Arus Lalu Lintas (Q)			
		Pangkal Ruas	Ujung Ruas		Lebar (m)	Perkerasan	Tertinggi (smp/jam)	i =2% (smp/jam)	i =3% (smp/jam)	i =4% (smp/jam)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Pusuk	Pemenang	Pemenang	6	Aspal Hotmix	579.05	614.49	632.74	651.35
2	2	Senggigi	Pemenang	Pemenang	6	Aspal Hotmix	235.25	249.65	257.06	264.62
3	3	Tanak Song	Tanjung	Tanjung	6	Aspal Hotmix	769.70	816.81	841.07	865.81
4	4	Kr.Kates	Anjah	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	69.00	73.22	75.40	77.62
5	5	Lendang Bagian	Gangga	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	92.00	97.63	100.53	103.49
6	6	Luk	Lokok Piko	Gangga	6	Aspal Hotmix	303.50	322.08	331.64	341.40
7	7	Sesait	Santong	Kayangan	4.5	Aspal Hotmix	188.65	200.20	206.14	212.21
8	8	Lokok Rangan	Selengen	Kayangan	6	Aspal Hotmix	385.20	408.78	420.92	433.30
9	9	Akar-Akar	Anyar	Bayan	6	Aspal Hotmix	227.25	241.16	248.32	255.63
10	10	Ancak	Senaru	Bayan	3.5	Aspal Hotmix	286.70	304.25	313.28	322.50
11	11	Bayan	Loloan	Bayan	4.5	Aspal Hotmix	83.90	89.04	91.68	94.38
12	12	Anjah	Lokok Mate	Gangga	3.50	Aspal Burda	65.00	68.98	71.03	73.12
13	13	Sesia	Selelos	Gangga	3.50	Tanah	58.85	62.45	64.31	66.20
14	14	Upak Manyung	Dangiang	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	105.10	111.53	114.85	118.22
15	15	Lebari	Dangiang	Kayangan	2.50	Aspal Hotmix	64.25	68.18	70.21	72.27
16	16	Sukadana	Batu Rakit	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	115.10	122.15	125.77	129.47
17	17	Luk	Rempek	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	84.25	89.41	92.06	94.77
18	18	Lokok Rangan	Upak Manyung	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	145.10	153.98	158.55	163.22
19	19	Upak Manyung	Santong	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	100.75	106.92	110.09	113.33
20	20	Tampes	Sambik Jengkel	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	120.10	127.45	131.24	135.10
21	21	Tanjung	Leong	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	75.00	79.59	81.95	84.36
22	22	Gangga	Selelos	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	60.05	63.73	65.62	67.55
23	23	Ancak	Senaru	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	250.90	266.26	274.17	282.23
24	24	Cupek	Sire	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	150.05	159.23	163.96	168.79
25	25	Belly	Pekatan	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	120.10	127.45	131.24	135.10
26	26	Panggung	Salud	Kayangan	3.50	Aspal Burda	80.01	84.91	87.43	90.00
27	27	Prawira	Batu Lilir	Tanjung	3.50	Aspal Burda	75.12	79.72	82.09	84.50
28	28	Cupek	Rangsot	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	105.15	111.59	114.90	118.28
29	29	Gondang	Tiu Pupus	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	140.90	149.52	153.97	158.49
30	30	Jugil	Sambik Bangkol	Gangga	3.50	Aspal Burda	90.05	95.56	98.40	101.29
31	31	Lengkukun	Dangiang	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	95.75	101.61	104.63	107.71
32	32	Sidutan	Pendua	Kayangan	3.50	Aspal Burda	70.15	74.44	76.65	78.91
33	33	Lokok Mumbul	Munder	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	85.00	90.20	92.88	95.61
34	34	Lading-Lading	Kapu	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	95.05	100.87	103.86	106.92
35	35	Kr. Desa	Kr. Jero	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	100.90	107.08	110.26	113.50
36	36	Kr. Penasan	Kr. Baru	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	90.05	95.56	98.40	101.29
37	37	Tanjung	Kanang Kaok	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	120.12	127.47	131.26	135.12
38	38	Bayan	Teres Genit	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	115.00	122.04	125.66	129.36
39	39	Gondang	Pantai	Gangga	3.50	Aspal Burda	90.25	95.77	98.62	101.52
40	40	Jenggala / Gubuk Baru	Kandang Kaok / Sorong Jukun	Tanjung	3.50	Aspal Hotmix	111.90	118.75	122.28	125.87
41	41	Sukadana	Pantai	Bayan	3.50	Tanah	56.50	59.96	61.74	63.55
42	42	Embar-Embar	Baban Kuta / Batu Jangkiran	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	98.50	104.53	107.63	110.80
43	43	Anyar	Dasan Ancak	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	140.15	148.73	153.15	157.65
44	44	Pemenang	Medana / Bangsal	Pemenang	4.50	Aspal Hotmix	250.90	266.26	274.17	282.23
45	45	Pemenang	Terengan	Pemenang	3.50	Aspal Hotmix	175.10	185.82	191.34	196.96
46	46	Teluk Dalem	Tembobor	Tanjung	6.00	Aspal Hotmix	650.05	689.84	710.33	731.22
47	47	Pemenang	Tebango Bolot	Pemenang	3.50	Tanah	60.90	64.63	66.55	68.50
48	48	Boyotan	Boyotan Asli / Lenggorong	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	90.00	95.51	98.35	101.24
49	49	Anyar	Labuan Carik	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	185.00	196.32	202.15	208.10
50	50	Cupek	Bangsal	Pemenang	6.00	Aspal Hotmix	678.05	719.55	740.92	762.71
51	51	Dangiang	Melepah	Kayangan	3.50	Aspal Hotmix	87.00	92.33	95.07	97.86
52	52	Luk	Senjajak	Gangga	3.50	Aspal Hotmix	102.50	108.77	112.00	115.30
53	53	Kerta	Monggal	Gangga	3.50	Rabat	45.05	47.81	49.23	50.68
54	54	Sambik Elen	Batu Santek	Bayan	3.50	Aspal Burda	65.70	69.72	71.79	73.90
55	55	Mageling	Kebaloan	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	115.50	122.57	126.21	129.92
56	56	Amor-Amor	Boyotan Asli / Lenggorong	Kayangan	3.50	Aspal Burda	65.05	69.03	71.08	73.17
57	57	Sri Menganti	Lendang Mamben	Bayan	3.50	Aspal Hotmix	90.05	95.56	98.40	101.29
58	58	Medana	Tanjung	Tanjung	6.00	Aspal Hotmix	1540.70	1635.00	1683.56	1733.08
59	59	Tembobor	Pantai Medana / Oboroi	Tanjung	4.50	Aspal Hotmix	290.05	307.80	316.95	326.27

Tabel 4. Nilai Kerusakan Jalan dan klas beban lalulintas

No.	Ruas Jalan	Panjang Ruas	Lebar Jalan	Luas Perkerasan	Arus Lalu Lintas	Kelas Lalu Lintas Rata-rata
		km	m	m²	smp/jam	
1	Pusuk - Pemenang	10.3	6	61800	651.35	4
2	Senggigi - Pemenang	23.8	6	142800	264.62	3
3	Tanak Song - Tanjung	5.9	6	35400	865.81	4
4	Kr.Kates - Anjah	1.6	3.50	5600	77.62	2
5	Lendang Bagian - Gangga	1.5	3.50	5250	103.49	2
6	Luk - Lokok Piko	1	6	6000	341.40	3
7	Sesait - Santong	3.3	4.5	14850	212.21	3
8	Lokok Rangan - Selengan	3.4	6	20400	433.30	3
9	Akar-akar - Anyar	9	6	54000	255.63	3
10	Ancak - Senaru	0.8	3.5	2800	322.50	3
11	Bayan - Loloan	1.4	4.5	6300	94.38	2
12	Anjah - Lokok Mate	1.3	3.50	4550	73.12	2
13	Sesia - Selelos	2.3	3.50	8050	66.20	2
14	Upak Manyung - Dangiang	1.5	3.50	5250	118.22	2
15	Lebari - Dangiang	3.4	2.50	8500	72.27	2
16	Sukadana - Batu Rakit	3.7	3.50	12950	129.47	2
17	Luk - Rempek	7	3.50	24500	94.77	2
18	Lokok Rangan - Upak Manyung	4.1	3.50	14350	163.22	2
19	Upak Manyung - Santong	3.5	3.50	12250	113.33	2
20	Tampes - Sambik Jengkel	2.2	3.50	7700	135.10	2
21	Tanjung - Leong	2.1	3.50	7350	84.36	2
22	Gangga - Selelos	4.4	3.50	15400	67.55	2
23	Ancak - Senaru	0.8	3.50	2800	282.23	3
24	Cupek - Sire	7	3.50	24500	168.79	2
25	Belly - Pekatan	4	3.50	14000	135.10	2
26	Panggung - Salud	1.7	3.50	5950	90.00	2
27	Prawira - Batu Lilir	7.2	3.50	25200	84.50	2
28	Cupek - Rangsot	3.7	3.50	12950	118.28	2
29	Gondang - Tiu Pupus	4	3.50	14000	158.49	2
30	Jugil - Sambik Bangkol	3.8	3.50	13300	101.29	2
31	Lengkukun - Dangiang	2.4	3.50	8400	107.71	2
32	Sidutan - Pendua	3.9	3.50	13650	78.91	2
33	Lokok Mumbul - Munder	6	3.50	21000	95.61	2
34	Lading-lading - Kapu	3.8	3.50	13300	106.92	2
35	Kr.Desa - Kr.Jero	0.4	3.50	1400	113.50	2
36	Kr. Penasan - Kr.Baru	3.8	3.50	13300	101.29	2
37	Tanjung - kanang Kaok	5.8	3.50	20300	135.12	2
38	Bayan - Teres Genit	4.2	3.50	14700	129.36	2
39	Gondang - Pantai	6.1	3.50	21350	101.52	2
40	Jenggala - Kandang Kaok	0.9	3.50	3150	125.87	2
41	Sukadana - Pantai	0.4	3.50	1400	63.55	2
42	Embar-embar - Baban Kuta	2.5	3.50	8750	110.80	2
43	Anyar - Dasan Ancak	5.1	3.50	17850	157.65	2
44	Pemenang - Medana	5.8	4.50	26100	282.23	3
45	Pemenang - Terengan	1.5	3.50	5250	196.96	2
46	Teluk Dalem - Tembobor	0.7	6.00	4200	731.22	4
47	Pemenang - Tebango Bolot	3.4	3.50	11900	68.50	2
48	Boyotan - Lenggorong	5.8	3.50	20300	101.24	2
49	Anyar - Labuan Carik	1.3	3.50	4550	208.10	3
50	Cupek - Bangsal	2	6.00	12000	762.71	4
51	Dangiang - Melepah	3.7	3.50	12950	97.86	2
52	Luk - Senjajak	3.8	3.50	13300	115.30	2
53	Kerta - Monggal	3.9	3.50	13650	50.68	2
54	Sambik Elen - Batu Santek	2.3	3.50	8050	73.90	2
55	Mageling - Kebaloan	4.2	3.50	14700	129.92	2
56	Amor-amor - Lenggorong	2.6	3.50	9100	73.17	2
57	Sri Menganti - Lendang Mamben	1.3	3.50	4550	101.29	2
58	Medana - Tanjung	4	6.00	24000	1733.08	4
59	Tembobor - Pantai Medana	2.3	4.50	10350	326.27	3

Tabel 5. Prioritas Penanganan Jalan beradarkan Nilai kerusakan jalan

No.	Ruas Jalan	Panjang Ruas	Lebar Jalan	Luas Perkerasan	Arus Lalu Lintas	Kelas Lalu Lintas Rata-rata	Nilai Kondisi Jalan	Urutan Prioritas	Prioritas Penanganan
		km	m	m²	smp/jam				
1	Pusuk - Pemenang	10.3	6	61800	651.35	4	3	10	PR
2	Senggigi - Pemenang	23.8	6	142800	264.62	3	1	13	PR
3	Tanak Song - Tanjung	5.9	6	35400	865.81	4	1	12	PR
4	Kr.Kates - Anjah	1.6	3.50	5600	77.62	2	5	10	PR
5	Lendang Bagian - Gangga	1.5	3.50	5250	103.49	2	5	10	PR
6	Luk - Lokok Piko	1	6	6000	341.40	3	2	12	PR
7	Sesait - Santong	3.3	4.5	14850	212.21	3	1	13	PR
8	Lokok Rangan - Selengan	3.4	6	20400	433.30	3	1	13	PR
9	Akar-akar - Anyar	9	6	54000	255.63	3	5	9	PR
10	Ancak - Senaru	0.8	3.5	2800	322.50	3	1	13	PR
11	Bayan - Loloan	1.4	4.5	6300	94.38	2	2	13	PR
12	Anjah - Lokok Mate	1.3	3.50	4550	73.12	2	2	13	PR
13	Sesia - Selelos	2.3	3.50	8050	66.20	2	1	14	PR
14	Upak Manyung - Dangiang	1.5	3.50	5250	118.22	2	2	13	PR
15	Lebari - Dangiang	3.4	2.50	8500	72.27	2	5	10	PR
16	Sukadana - Batu Rakit	3.7	3.50	12950	129.47	2	2	13	PR
17	Luk - Rempek	7	3.50	24500	94.77	2	3	12	PR
18	Lokok Rangan - Upak Manyung	4.1	3.50	14350	163.22	2	3	12	PR
19	Upak Manyung - Santong	3.5	3.50	12250	113.33	2	4	11	PR
20	Tampes - Sambik Jengkel	2.2	3.50	7700	135.10	2	1	14	PR
21	Tanjung - Leong	2.1	3.50	7350	84.36	2	4	11	PR
22	Gangga - Selelos	4.4	3.50	15400	67.55	2	3	12	PR
23	Ancak - Senaru	0.8	3.50	2800	282.23	3	1	13	PR
24	Cupek - Sire	7	3.50	24500	168.79	2	5	10	PR
25	Belly - Pekatan	4	3.50	14000	135.10	2	3	12	PR
26	Panggung - Salud	1.7	3.50	5950	90.00	2	2	13	PR
27	Prawira - Batu Lilir	7.2	3.50	25200	84.50	2	2	13	PR
28	Cupek - Rangsot	3.7	3.50	12950	118.28	2	4	11	PR
29	Gondang - Tiu Pupus	4	3.50	14000	158.49	2	1	14	PR
30	Jugil - Sambik Bangkol	3.8	3.50	13300	101.29	2	4	11	PR
31	Lengkukun - Dangiang	2.4	3.50	8400	107.71	2	2	13	PR
32	Sidutan - Pendua	3.9	3.50	13650	78.91	2	2	13	PR
33	Lokok Mumbul - Munder	6	3.50	21000	95.61	2	1	14	PR
34	Lading-lading - Kapu	3.8	3.50	13300	106.92	2	3	12	PR
35	Kr.Desa - Kr.Jero	0.4	3.50	1400	113.50	2	1	14	PR
36	Kr. Penasan - Kr.Baru	3.8	3.50	13300	101.29	2	1	14	PR
37	Tanjung - kanang Kaok	5.8	3.50	20300	135.12	2	4	11	PR
38	Bayan - Teres Genit	4.2	3.50	14700	129.36	2	4	11	PR
39	Gondang - Pantai	6.1	3.50	21350	101.52	2	3	12	PR
40	Jenggala - Kandang Kaok	0.9	3.50	3150	125.87	2	1	14	PR
41	Sukadana - Pantai	0.4	3.50	1400	63.55	2	1	14	PR
42	Embar-embar - Baban Kuta	2.5	3.50	8750	110.80	2	3	12	PR
43	Anyar - Dasan Ancak	5.1	3.50	17850	157.65	2	4	11	PR
44	Pemenang - Medana	5.8	4.50	26100	282.23	3	4	10	PR
45	Pemenang - Terengan	1.5	3.50	5250	196.96	2	3	12	PR
46	Teluk Dalem - Tembobor	0.7	6.00	4200	731.22	4	1	12	PR
47	Pemenang - Tebango Bolot	3.4	3.50	11900	68.50	2	3	12	PR
48	Boyotan - Lenggorong	5.8	3.50	20300	101.24	2	2	13	PR
49	Anyar - Labuan Carik	1.3	3.50	4550	208.10	3	4	10	PR
50	Cupek - Bangsal	2	6.00	12000	762.71	4	3	10	PR
51	Dangiang - Melepah	3.7	3.50	12950	97.86	2	3	12	PR
52	Luk - Senjajak	3.8	3.50	13300	115.30	2	3	12	PR
53	Kerta - Monggal	3.9	3.50	13650	50.68	2	2	13	PR
54	Sambik Elen - Batu Santek	2.3	3.50	8050	73.90	2	4	11	PR
55	Mageling - Kebaloan	4.2	3.50	14700	129.92	2	4	11	PR
56	Amor-amor - Lenggorong	2.6	3.50	9100	73.17	2	3	12	PR
57	Sri Menganti - Lendang Mamben	1.3	3.50	4550	101.29	2	2	13	PR
58	Medana - Tanjung	4	6.00	24000	1733.08	4	2	11	PR
59	Tembobor - Pantai Medana	2.3	4.50	10350	326.27	3	1	13	PR

Tabel 6. Prioritas Penanganan jalan berdasarkan nilai kondisi drainase

No.	Nama ruas	Saluran Samping				Total Angka	Penanganan
		Ada/ Tidak ada	Tersumbat/Tidak tersumbat	Teratur/Tidak teratur	Memadai/Tidak memadai		
		Angka	Angka	Angka	Angka	Angka	
1	Pusuk - Pemenang	0	2	2	0	4	PR
2	Senggigi - Pemenang	0	2	0	0	2	PB
3	Tanak Song - Tanjung	0	2	0	2	4	PR
4	Kr.Kates - Anjah	0	2	2	2	6	PR
5	Lendang Bagian - Gangga	0	2	2	2	6	PR
6	Luk - Lokok Piko	0	2	0	2	4	PR
7	Sesait - Santong	0	2	0	2	4	PR
8	Lokok Rangan - Selengan	0	2	0	0	2	PB
9	Akar-akar - Anyar	0	2	0	0	2	PB
10	Ancak - Senaru	0	0	2	0	2	PB
11	Bayan - Loloan	0	0	2	0	2	PB
12	Anjah - Lokok Mate	7	0	0	0	7	PR
13	Sesia - Selelos	7	0	0	0	7	PR
14	Upak Manyung - Dangiang	0	2	0	2	4	PR
15	Lebari - Dangiang	0	2	2	2	6	PR
16	Sukadana - Batu Rakit	7	0	0	0	7	PR
17	Luk - Rempek	7	0	0	0	7	PR
18	Lokok Rangan - Upak Manyung	0	2	2	2	6	PR
19	Upak Manyung - Santong	0	2	2	2	6	PR
20	Tampes - Sambik Jengkel	0	2	0	0	2	PB
21	Tanjung - Leong	0	2	0	0	2	PB
22	Gangga - Selelos	0	2	2	2	6	PR
23	Ancak - Senaru	0	2	0	0	2	PB
24	Cupek - Sire	0	2	0	0	2	PB
25	Belly - Pekatan	0	2	2	0	4	PR
26	Panggung - Salud	0	2	2	2	6	PR
27	Prawira - Batu Lilir	0	2	0	2	4	PR
28	Cupek - Rangsot	0	2	2	2	6	PR
29	Gondang - Tiu Pupus	0	2	0	2	4	PR
30	Jugil - Sambik Bangkol	0	2	2	2	6	PR
31	Lengkukun - Dangiang	0	2	0	2	4	PR
32	Sidutan - Pendua	0	2	0	0	2	PB
33	Lokok Mumbul - Munder	0	2	0	0	2	PB
34	Lading-lading - Kapu	0	2	2	2	6	PR
35	Kr.Desa - Kr.Jero	0	2	0	0	2	PB
36	Kr. Penasan - Kr.Baru	0	2	2	2	6	PR
37	Tanjung - kanang Kaok	0	2	0	2	4	PR
38	Bayan - Teres Genit	0	2	0	0	2	PB
39	Gondang - Pantai	0	2	0	2	4	PR
40	Jenggala - Kandang Kaok	0	2	2	2	6	PR
41	Sukadana - Pantai	7	0	0	0	7	PR
42	Embar-embar - Baban Kuta	7	0	0	0	7	PR
43	Anyar - Dasan Ancak	0	2	2	2	6	PR
44	Pemenang - Medana	0	2	0	0	2	PB
45	Pemenang - Terengan	0	2	0	0	2	PB
46	Teluk Dalem - Tembobor	0	2	2	0	4	PR
47	Pemenang - Tebango Bolot	0	2	2	0	4	PR
48	Boyotan - Lenggorong	0	2	0	0	2	PB
49	Anyar - Labuan Carik	0	2	2	2	6	PR
50	Cupek - Bangsal	0	2	2	0	4	PR
51	Dangiang - Melepah	0	2	2	0	4	PR
52	Luk - Senjajak	7	0	0	0	7	PR
53	Kerta - Monggal	0	0	0	0	0	PR
54	Sambik Elen - Batu Santek	0	2	0	2	4	PR
55	Mageling - Kebaloan	7	0	0	0	7	PR
56	Amor-amor - Lenggorong	0	2	0	0	2	PB
57	Sri Menganti - Lendang Mamben	7	0	0	0	7	PR
58	Medana - Tanjung	0	2	2	0	4	PR
59	Tembobor - Pantai Medana	0	2	2	0	4	PR

IDEAL PRIMA PADA BILANGAN BULAT GAUSS MODULO $\mathbb{Z}_{12}[i]$

Prime Ideal on Gaussian Integer Modulo $\mathbb{Z}_{12}[i]$

Wahyu Ulyafandhie Misuki[1],I Gede Adhitya Wisnu Wardhana[2, *)]

[1)] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia.
[2) *] Program Studi Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mataram, Mataram, 83125, Indonesia.

**corresponding author, email:*
**email:* adhitya.wardhana@unram.ac.id

ABSTRAK

Maulana dkk telah memberikan sifat-sifat ideal prima pada Gelanggang bilangan bulat Gauss, hasil tersebut membuka permasalahan baru terkait sifat-sifat ideal prima pada bilangan bulat Gauss modulo. Pada artikel ini akan diberikan sifat-sifat dari ideal prima pada gelanggang bilangan bulat Gauss modulo $\mathbb{Z}_{12}[i]$.

Kata kunci : *ideal prima, bilangan bulat Gauss, bilangan bulat Gauss modulo*

ABSTRACT

Maulana et all gives properties of prime ideal on Gaussian integer ring, the result open new problem about prime ideal on Gaussian integer modulo ring. In this article we give some properties of prime ideal on Gaussian integer modulo $\mathbb{Z}_{12}[i]$.

Keywords*: prime ideal, Gaussian integer, Gaussian integer modulo*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Masalah keprimaan adalah topik yang penting dalam kriptografi, terutama dalam enkripsi atau keamanan dunia internet. Salah satu algoritma penting dalam enkripsi internet adalah algoritma RSA, dan untuk membuat algoritma RSA ini perlu pemahaman matematika yang dalam, salah satunya adalah terkait keprimaan. Prinsip algoritam RSA ini adalah dengan

membuat gembok dan kunci keamanan berdasarkan bilangan prima yang sangat besar. Saat komputer semakin pintar, algoritma semakin lemah, sehingga kriptografi harus terus membuat algoritma baru yang lebih kompleks. Salah satu harapan matematikawan adalah dengan abstraksi bilangan prima.

Abstraksi bilangan prima pertama kali dilakukan oleh Richard Dedekind, Dedekind membawa konsep bilangan prima ke dalam sistem matematika yang lebih kompleks, teori gelanggang, dan dikenal dengan nama ideal prima. John Dauns pada tahun 1978 juga mengenalkan abstraksi bilangan prima dalam sistem matematika lain, yakni pada teori modul, dan dikenal dengan istilah submodul prima. Ideal prima dan submodul prima kemudian menjadi dasar untuk beberapa konsep keprimaan yang lebih umum, diantaranya adalah ideal hampir prima yang dikenalkan Bhatwadekar-Sharma pada tahun 2005 dan submodul hampir prima yang dikenalkan Khashan pada tahun 2012.

Maulana dkk pada tahun 2019 berhasil memberikan karakteristik ideal prima dan ideal hampir prima pada bilangan bulat Gauss $\mathbb{Z}[i]$. Penulis tertarik untuk melihat karakteristik dari ideal prima dan ideal hampir prima pada sistem matematika yang lebih kompleks, yakni pada gelanggang bilangan bulat Gauss modulo. Dalam artikel ini penulis akan memberikan beberapa sifat-sifat ideal prima pada gelanggang bilangan bulat Gauss modulo pada kasus khusus, yakni pada modulo dua belas.

Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mencari sifat-sifat dari ideal prima pada bilangan bulat Gauss modulo dua belas ($\mathbb{Z}_{12}[i]$).

METODE

Metode

Metode yang digunakan adalah *deductive proof*. Dari karakteristik ideal prima pada gelanggang bilangan bulat Gauss akan dibuat *conjecture* untuk kasus gelanggang bilangan bulat Gauss modulo. Kemudian dengan *rigorus proof* akan dibuktikan *conjecture* tersebut sehingga menjadi sebuah *theorem*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ideal Prima

Pada artikel ini, gelanggang yang digunakan adalah gelanggang komutatif. Konsep ideal dari suatu gelanggang analog dengan subgroup dari sebuah Grup, definisi ideal diberikan sebagai berikut

Definisi 1

Misalkan $\boldsymbol{R}$ adalah suatu gelanggang komutatif, maka subhimpunan $\boldsymbol{I} \subset \boldsymbol{R}$ dikatakan ideal dari $\boldsymbol{R}$ apabila $\boldsymbol{I}$ membentuk grup komutatif dengan operasi tambah, dan $\boldsymbol{ri} \in \boldsymbol{I}$ untuk setiap $\boldsymbol{r} \in \boldsymbol{R}$ dan untuk setiap $\boldsymbol{i} \in \boldsymbol{I}$.

Ideal memiliki beberapa karakteristik yang menarik, seperti ideal utama atau ideal maksimal. Ideal prima merupakan salah satu ideal yang penting dalam teori gelanggang.

Definisi 2

Misalkan $\boldsymbol{R}$ adalah suatu gelanggang komutatif, maka ideal sejati $\boldsymbol{I} \subset \boldsymbol{R}$ dikatakan ideal prima dari $\boldsymbol{R}$ apabila setiap $\boldsymbol{a}, \boldsymbol{b} \in \boldsymbol{R}$ dimana $\boldsymbol{ab} \in \boldsymbol{I}$ berakibat $\boldsymbol{a} \in \boldsymbol{I}$ atau $\boldsymbol{b} \in \boldsymbol{I}$.

Definisi ideal prima ini analog dengan konsep bilangan prima.

Gelaggang Bilangan Bulat Gauss Modulo

Gelanggang bilangan bulat Gauss modulo adalah bilangan bulat Gauss dengan konstanta dari bilangan bulat modulo yang dedefinisikan sebagai berikut:

Definisi 3

Himpunan $\{\boldsymbol{a} + \boldsymbol{ib} | \boldsymbol{a}, \boldsymbol{b} \in \mathbb{Z}_{\boldsymbol{n}}\}$ adalah bilangan bulat Gauss modulo, dan disimbolkan dengan $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{n}}[\boldsymbol{i}]$.

Ideal pada bilangan bulat Gauss modulo memiliki karakteristik yang mirip dengan gelanggang yang diperumumnya karena sama-sama merupakan daerah ideal utama. Contohnya jika $\boldsymbol{a} \in \mathbb{Z}$, maka $\langle \boldsymbol{a} \rangle$ merupakan ideal di $\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{n}}$, $\mathbb{Z}[\boldsymbol{i}]$ dan $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{n}}[\boldsymbol{i}]$. Tapi tidak demikian dengan ideal primanya, contohnya untuk kasus $\boldsymbol{n} = \boldsymbol{12}$.

Table 1: Ideal Prima pada berbagai Gelanggang

Ideal	$\mathbb{Z}$	$\mathbb{Z}_{\boldsymbol{12}}$	$\mathbb{Z}[\boldsymbol{i}]$	$\mathbb{Z}_{\boldsymbol{12}}[\boldsymbol{i}]$
$\langle \boldsymbol{2} \rangle$	Ideal prima	Ideal prima	Bukan ideal prima	Bukan ideal prima
$\langle \boldsymbol{5} \rangle$	Ideal prima	Bukan ideal prima	Bukan ideal prima	Bukan ideal prima
$\langle \boldsymbol{7} \rangle$	Ideal prima	Bukan ideal prima	Ideal prima	Bukan ideal prima

Pada Tabel 1 terlihat ideal prima di gelanggang $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{12}}$ dan $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{12}}[\boldsymbol{i}]$ memiliki karakteristik yang sama, tapi secara umum tidak. Hal ini bisa dilihat saat $\boldsymbol{n} = \boldsymbol{10}$, maka $\langle \overline{\boldsymbol{5}} \rangle$ adalah ideal prima di $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{10}}$ tapi bukan ideal prima di $\mathbb{Z}_{\boldsymbol{10}}[\boldsymbol{i}]$.

Pada gelanggang bilangan bulat Gauss, telat ditunjukkan Maulana dkk bahwa suatu ideal merupakan ideal prima jika dan hanya jika pembangunnya merupakan bilangan prima. Karena

gelanggang bilangan bulat Gauss modulo juga merupakan daerah ideal utama, menarik dilihat sifat serupa di gelanggang bilangan bulat Gauss modulo, hal ini ditulis dalam Teorema berikut.

Teorema 1

Misalkan I ideal dari $\mathbb{Z}_n[i]$ dengan $n = p_1^{k_1}p_2^{k_2} \dots p_l^{k_l}$ dengan p_i adalah bilangan prima di $\mathbb{Z}$. Ideal $I = \langle \bar{p} \rangle$ adalah ideal prima jika dan hanya jika $p = p_i$ untuk suatu $i \in \{1, \dots, l\}$ dan p bilangan prima di $\mathbb{Z}[i]$.

Bukti:

Misalkan $p = p_i$ untuk suatu $i \in \{1, \dots, l\}$ dan p bilangan prima di $\mathbb{Z}[i]$. Misal $\bar{a}, \bar{b} \in \mathbb{Z}_n[i]$ dengan $\overline{ab} \in I$, akibatnya $ab = kp_i + ln$ untuk suatu $k, l \in \mathbb{Z}[i]$ dan $i \in \{1, \dots, l\}$. Karena $p_i | n$ maka diperoleh $p_i | ab$, akibatnya $p_i | a$ atau $p_i | b$. Sehingga diperoleh I ideal prima dari $\mathbb{Z}_n[i]$.

Sebaliknya, misalkan $I = \langle \bar{p} \rangle$ adalah ideal prima. Andaikan p bukan bilangan prima, maka $p = ab$ dengan a, b bukan unit dan $a, b \notin I$. Dengan perkataan lain terdapat $\bar{a}$, $\bar{b} \notin I$ dengan $\overline{ab} \in I$, akibatnya I bukan ideal prima. Sehingga haruslah p bilangan prima di $\mathbb{Z}[i]$. Andaikan $p \neq p_i$ untuk semua $i \in \{1, \dots, l\}$, akibatnya (p, n) relatif prima, sehingga $1 = kp + ln$ untuk suatu $l, n \in \mathbb{Z}[i]$. Jadi diperoleh $I = \mathbb{Z}[i]$, sehingga I bukan ideal prima. Jadi haruslah $p = p_i$ untuk suatu $i \in \{1, \dots, l\}$ dan p bilangan prima di $\mathbb{Z}[i]$.

Berdasarkan Teorema diatas maka pada gelanggang $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$**,** ideal yang dibangun oleh $\bar{2}$ bukan merupakan ideal prima di $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ karena 2 bukan bilangan prima di $\mathbb{Z}[i]$**.** Lebih detail tentang semua ideal prima pada $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ diberikan oleh Teorema di bawah**.**

Teorema 2

Misalkan $\langle \bar{p} \rangle$ suatu ideal dari $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$**.** Ideal $\langle \bar{p} \rangle$ adalah ideal prima dari $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ jika dan hanya jika $p = 3$.

Bukti:

Berdasarkan Teorema 1 dan fakta bahwa $n = 2^2 3$, maka diperoleh $\langle \bar{p} \rangle$ adalah ideal prima dari $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ jika dan hanya jika $p = 3$.

Teorema diatas menunjukkan bahwa $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ hanya memiliki satu ideal prima**.**

KESIMPULAN

Berdasarkan dua teorema di atas, dapat disimpulkan bahwa ideal prima pada gelanggang $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ memiliki lebih sedikit koleksi ideal prima daripada ideal prima pada $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}$ yang diberikan Wardhana dkk. Jika pada gelanggan $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}$ ada dua ideal prima, maka pada $\mathbb{Z}_{\mathbf{12}}[i]$ terdapat hanya satu ideal prima seperti yang diberikan oleh Teorema 2**.**

DAFTAR PUSTAKA

Bhatwadekar, S. M. and Sharma, P. K. (2005): Unique factorization domain and birthof almost primes, *Comm. in Algebra, 33, 43–49*.

Dauns, J. (1994): Modules and Rings, Cambridge University Press, New York.

Khashan, H. A. (2012): On Almost Prime Submodules, *Acta Mathematica Scientia, 32B(2), 645 – 651*.

Kleiner, I. (2007): A History of Abstract Algebra, Springer, New York.

Maulana, F., Wardhana, I. G. A. W., Switrayni, N. W., Aini, Q. (2018). Bilangan Prima dan Bilangan tak Tereduksi pada Bilangan bulat Gauss. *Prosiding Seminar Nasional APPPI II: 383-387*.

Maulana, F., Wardhana, I. G. A. W., Switrayni, N. W., Aini, Q. (2019). Ekivalensi Ideal Hampir Prima dan Ideal Prima pada Bilangan Bulat Gauss. *Eigen Mathematics Journal, 2(1): 1-5*.

Roman, S. (2007): Advance Linier Algebra: Graduated Text In Mathematics, Vol. 135, Birkhauser Boston, New York.

Wardhana, I. G. A. W., Astuti, P. and Muchtadi-Alamsyah, I. (2016): On Almost Prime Submodules of a Finitely Generated Free Module Over a Principal Ideal Domain, *AJP Journal of Algebra, Number Theory and Aplication, 38(2), 121–128*.

Wardhana, I G. A. W. , Astuti, P. (2014) Karakteristik Submodul Prima Lemah dan Submodul Hampir Prima Pada $\mathbb{Z}$-Modul $\mathbb{Z}_n$, *Jurnal Matematika dan Sains, Vol.19 No 1, 16-20.*

Seminar Nasional Saintek 2019
Teknologi dan Rekayasa Ilmu Pengetahuan Berkelanjutan
dalam Menghadapi Era Industri 4.0

PENGARUH UKURAN PARTIKEL DAN TEKANAN KEMPA TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET ARANG BAMBU DURI (*Bambusa blumeana BI. Ex Schult. F*)

The Effect of Particle Size and Pressure on Characteristic of Charcoal Briquette from Spiny Bamboo (*Bambusa blumeana BI. Ex Schult. F*)

Dwi Sukma Rini*, Febriana Tri Wulandari, Andi Tri Lestari, Kornelia Webliana

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram
**email: dwisukmarini@gmail.com*

ABSTRAK

Pemanfatan bambu sebagai bahan baku briket arang sudah banyak dilakukan dengan hasil nilai kalor yang cukup tinggi. Namun, pemanfaatan biomasa bambu duri sebagai bahan baku briket arang hingga saat ini belum pernah dilakukan, sehingga karakteristik dari briket arang bambu duri belum diketahui dengan pasti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ukuran partikel, tekanan kempa dan interaksi antara tekanan kempa dan ukuran partikel terhadap karakteristik briket arang bambu duri. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan faktor ukuran partikel (S) terdiri dari 3 aras, yaitu: -20 +40 mesh (S1), -40 +60 mesh (S2), -60 +80 mesh (S3), dan faktor tekanan kempa (P), terdiri dari 2 aras, yaitu: 100 N/cm^2) dan 150 N/cm^2 (P2). Konversi biomasa bambu menjadi arang dilakukan dengan metode karbonisasi menggunakan *drum kiln*. Pengujian dilakukan mengikuti standar SNI No 01-6235-2000, meliputi kadar air, nilai kalor, kadar abu, dan zat mudah menguap. Nilai rata-rata hasil pengujian setiap parameter tersebut secara berurutan adalah 6,93%, 6698,51 cal/gr, 11,66%, 31,39%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kadar abu, sementara tekanan dan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh pada semua parameter uji.

Kata kunci: arang, bambu, briket, duri, tekanan

ABSTRACT

The utilization of bamboo as a raw material of charcoal briquette has been done with a high heat value result, but the utilization of spiny bamboo biomass as a raw material of charcoal briquette until now has been done yet. So, the characteristic of spiny bamboo charcoal briquette is not known with certainty. This study aims to determine the effect of particle size, pressure, and interaction between the pressure and particle size on a characteristic of spiny bamboo charcoal briquette. This study employs factorial completely randomized design (CRD) with two factors, the first factor (S) is particle size, which is -20 +40 mesh (S1), -40 +60 mesh (S2), -60 +80 mesh (S3), while the second factor (S) is pressure uses 100 N/cm^2 (P1) dan 150 N/cm^2 (P2). Conversion of bamboo biomass to charcoal was done by carbonization method using drum kiln. Parameter testing was conducted following SNI No 01-623-2006, including moisture content, heat value, ash content, dan volatile matter. The average value of the test result of each parameter is 6.93%, 6698.51 cal/gr, 11.66%, dan 31.39% respectively. The results of variance analysis show that only particle size significantly affects the value of ash content, while the pressure and interaction between two factors does not affect all test parameters.

Keywords: bamboo, briquette, charcoal, pressure, spiny

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sumber bahan bakar yang berasal dari energi fosil merupakan sumber yang tidak bisa diperbaharui, seiring dengan banyaknya kebutuhan energi membuat energi fosil lama kelamaan akan habis. Untuk mengatasi hal ini mulai digalakkan penggunaan energi terbarukan yang ramah lingkungan. Sumber bahan baku energi terbarukan dapat diperoleh dari biomasa yang berada di sekitar kita. Biomasa dapat menghasilkan energi panas yang bepotensi sebagai sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi). Energi dari biomassa memiliki beberapa sifat yang menguntungkan yaitu sumber energi ini dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), sumber energi ini relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Syafi'i, 2003 *cit.* Ghandi, 2009).

Jenis hasil hutan bukan kayu yang banyak dimanfaatkan di masyarakat dan memiliki biomasa dalam jumlah besar adalah bambu, karena tumbuh berumpun dan sebagian memiliki cabang yang panjang dan rimbun. Salah satu jenis bambu yang tumbuh di daerah NTB adalah bambu duri (*Bambusa blumeana)* dengan habitus batang yang besar dan cabang berduri. Pemanfaatan bambu duri terutama di NTB hanya terbatas pada bagian batang dengan panjang tertentu yang dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi dan kerajinan, sementara bagian batang lainnya dan bagian cabang bambu, hanya dibuang begitu saja bahkan dibakar di lokasi penebangan. Sisa-sisa pemanfaatan batang bambu duri tersebut merupakan salah satu jenis biomasa yang berpotensi untuk dijadikan bahan bakar karena bambu duri memiliki kandungan holoselulosa 74,45%-83,47%, alphaselulosa 49,44%-58,24%, ekstraktif 3,10%-4,80%, lignin 23,20-24,32 %, pentosan 13,91-20,90 %, dan abu 2,59-4,52 % (Chandra & Susi, 2018).

Penelitian terkait pembuatan briket arang dari bambu duri penting dilakukan karena selain dapat mengatasi limbah biomasa dari pemanfaatan batang utama bambu duri, penelitian ini juga merupakan salah satu upaya untuk mendapatkan alternatif bahan bakar ramah lingkungan yang berasal dari biomasa. Proses karbonisasi pada pembuatan briket arang akan membuat komponen kimia biomasa terdekomposisi, sehingga dalam pemanfaatannya sebagai bahan bakar tidak banyak mengeluarkan polusi asap yang mencemari udara. Penelitian pembuatan bambu duri sebagai briket arang belum pernah dilakukan, sehingga perlu diteliti lebih dalam terkait faktor-faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik briket arang bambu duri yang dihasilkan.

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik briket arang dari bambu duri dan pengaruh faktor tekanan kempa dan ukuran partikel serta interaksi antara kedua faktor terhadap karakteristik briket arang yang dihasilkan

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Gelas ukur, Timbangan, Drum kiln, Lumpang, Saringan ukuran 40 mesh, 60 mesh, dan 80 mesh, Pengaduk perekat, Alat pencetak briket, Desikator, Bomb calorimeter, Oven, Kempa hidrolik, Cawan *crucible*, Pipet tetes, dan *Furnace*. Bahan yang digunakan adalah bagian batang dan cabang bambu duri yang dipanen di desa Pengembur, Kabupaten Lombok tengah. Selain itu juga digunakan tepung tapioka dan air sebagai perekat briket.

Metode

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah ukuran partikel (S) terdiri dari 3 aras, yaitu: -20 +40 mesh (S1), -40 +60 mesh (S2) dan -60 +80 mesh (S3). Faktor kedua adalah tekanan kempa (P), terdiri dari 3 aras, yaitu: 100 N/cm2 (P1) dan 150 N/cm2 (P2). Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 18 sampel pengujian.

Pembuatan arang dilakukan dengan metode drumkiln pada bambu yang telah dikering udarakan dengan ukuran panjang 5 cm. Arang yang dihasilkan dihaluskan sesuai ukuran yang ada pada rancangan penelitian, kemudian pencetakan briket arang dilakukan menggunakan kempa hidrolik. Karakteristik briket arang diuji berdasarkan SNI No 01-6235-2000 meliputi parameter Kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, dan nilai kalor. Data yang diperoleh kemudian dianalisis/diolah secara statistik dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan bantuan software SPSS 16 untuk menentukan keragamannya. Jika H0 ditolak, berarti tekanan kempa, ukuran partikel, dan interaksi tekanan dan ukran partikel berpengaruh terhadap karakteristik (mutu) briket arang maka selanjutnya dilakukan uji lanjut dengan uji BNJ

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan briket arang dari sisa pemanfaatan bambu duri yang tidak terpakai diawali dengan mengarangkan bambu menggunakan drum kiln pada suhu 400°C selama 2 jam. Rendemen arang yang dihasilkan sebanyak 28,52%. Arang yang telah dijadikan briket selanjutnya diuji karakteristik berdasarkan SNI No 01-6235-2000, meliputi sifat fisika yaitu kadar air, dan nilai kalor; sifat kimia meliputi kadar zat mudah menguap, dan kadar abu. Rata-rata hasil perhitungan nilai setiap parameter disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa dari empat parameter yang diuji hanya dua parameter yang memenuhi standar SNI No 01-6235-2000, yaitu kadar air dan nilai kalor, sementara sifat kimia briket belum mampu memenuhi standar tersebut.

Tabel 1. Karakteristik Briket Arang Bambu Duri (*Bambusa blumeana*)

Perameter pengujian	Nilai*)	SNI No 01-6235-2000
Kadar air (%)	6,93	≤ 8
Kadar abu (%)	11,66	≤ 8
Kadar Volatil (%)	31,39	≤ 15
Nilai Kalor (kal/gr)	6698,52	5000

*) Hasil penelitian

Pembahasan lengkap setiap parameter dan pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap parameter uji dijabarkan berikut ini.

Kadar air

Kadar air menunjukkan air yang terkandung dalam briket arang. Kadar air merupakan salah satu parameter yang penting untuk menentukan kualitas briket arang (Alfajriandi, *et al.*, 2017). Semakin tinggi nilai kadar air akan menurunkan nilai kalor (Patandung, 2015) dan dapat meningkatkan nilai *shatter index* (Ghandi, 2009). Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa nilai rata-rata kadar air pada penelitian ini memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yaitu mensyaratkan kadar air maksimal 8%. Rata-rata nilai kadar air dalam penelitian ini terlihat cenderung meningkat seiring dengan penambahan tekanan. Sementara dalam pelitian ini kadar air meningkat dari ukuran partikel 40 mesh ke 60 mesh dan sedikit menurun pada ukuran partikel 80 mesh.

Tabel 2. Nilai Kadar Air Briket Arang Cabang Bambu Duri

Tekanan	Ukuran Partikel			Rata-rata
	S1	S2	S3	
P1	5,31	7,23	7,25	6,59
P2	6,69	8,04	7,05	7,26
Rata-rata	6,00	7,63	7,15	6,93

Berdasarkan hasil analisis keragaman diketahui bahwa baik faktor tunggal maupun interaksi antara kedua faktor yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kadar air briket bambu duri. Walaupun hasil analisis keragaman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata, namun peningkatan nilai kadar air akibat penambahan tekanan dapat terjadi karena semakin tinggi tekanan yang diberikan dapat mengakibatkan partikel arang semakin terdesak mengisi ruang kosong pada briket arang, sehingga menyebabkan pori-pori pada biket arang semakin sempit. Menurut Permatasari & Utami (2015), pori-pori briket semakin kecil akan menyebabkan pada saat proses pengeringan air yang terperangkap di dalam pori briket arang susah untuk menguap, sehingga kadar airnya akan semakin tinggi. Hasil dari penelitian ini juga menunjukkan bahwa ukuran partikel yang semakin kecil dari ukuran 40 mesh ke 60 mesh dapat meningkatkan nilai kadar air. Namun, pada ukuran partikel 60 mesh ke 80 mesh mengalami penurunan nilai kadar air.

Kadar abu

Abu adalah komponen biomasa yang tidak terbakar. Nilai kadar abu yang tinggi mengakibatkan nilai kalor menjadi rendah (Tamilvanan, 2013). Abu dibentuk dari kandungan mineral yang berikatan dalam ikatan karbon pada biomasa selama proses pembakaran, abu dapat dilihat dari sisa pembakaran yang berupa debu yang mengumpul pada dasar tungku pembakaran. Hasil penelitian briket arang bambu duri menunjukkan bahwa rata-rata nilai kadar abu yang diperoleh, yaitu 11,66%, nilai ini melebihi nilai yang disyaratkan dalam SNI No 01-6235-2000. Nilai rata-rata untuk setiap perlakuan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata Nilai Kadar Abu Briket Arang Bambu Duri

TEKANAN	UKURAN PARTIKEL			Rata-rata
	S1	S2	S3	
P1	10,96	12,22	12,31	11,83
P2	10,52	12,04	11,91	11,49
Rata-rata	10,74	12,13	12,11	11,66

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa kadar abu terendah diperoleh dari perlakuan P2S1, sedangkan kadar abu tertinggi diperoleh dari perlakuan P1S3. Semakin besar tekanan yang diberikan dalam penelitian ini diperoleh hasil kadar abu yang cenderung semakin rendah, sementara ukuran partikel yang semakin kecil cenderung meningkat nilai kadar abu. Beberapa penelitian yang telah dilakukan juga menunjukkan hasil yang serupa, dimana peningkatan tekanan menurunkan nilai kadar abu dan ukuran partikel yang terlalu kecil dapat meningkatkan kadar abu (Rinayu, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Ratri dan Yamtinah (2012) juga menunjukkan hasil yang sama, dimana hasil pengujian kadar abu briket arang beberapa biomasa ukuran 40 mesh memiliki nilai yang lebih rendah dari kadar abu briket arang ukuran 60 mesh.

Tabel 4. Analisis Keragaman Kadar Abu Briket Arang Cabang Bambu Duri

Sumber keragaman	Jumlah Kuadrat	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Partikel	7,593	2	3,796	18,044	0,000
Tekanan	0,526	1	0,526	2,502	0,140
partikel * tekanan	0,060	2	0,030	0,142	0,869
galat	2,525	12	0,210		
total	10,704	17			

Hasil uji keragaman pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hanya faktor tekanan pastikel yang mempengaruhi nilai kadar abu briket arang bambu duri, sementara faktor tekanan kempa dan interaksi keduanya tidak berpengaruh. Setelah dilakukan uji lanjut menggunakan Tukey.s HSD diketahui bahwa perlakuan S1 (ukuran partikel -20 +40 mesh) berbeda dengan dengan perlakuan S2 (ukuran partikel -40 +60 mesh) dan perlakuan S3 (-60 +80 mesh), sementara perlakuan S2 dan S3 tidak berbeda nyata. Tidak banyak yang bisa dilakukan secara maksimal agar kadar abu briket yang dihasilkan bisa sesuai dengan standar. Karena kadar abu ini terkait dengan karakteristik bahan baku yang digunakan (Rinayu, 2013)

Kadar volatile

Zat terbang atau *volatile matter* pada briket arang merupakan senyawa-senyawa selain air, abu dan karbon, terdiri dari unsur hidrokarbon, metana dan karbon monoksida. Keberadaan zat terbang pada briket arang dapat menghambat proses pembakaran briket arang, akibatnya nilai kalor briket arang akan menurun (Rinayu, 2013). Kadar zat terbang briket arang bambu duri pada penelitian ini disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Kadar Zat Terbang Briket Arang Bambu Duri

TEKANAN	UKURAN PARTIKEL			Rata-rata
	S1	S2	S3	
P1	31,01	32,67	30,34	31,34
P2	33,99	31,97	28,35	31,44
Rata-rata	32,50	32,32	29,34	31,87

Rata-rata kadar zat terbang pada briket arang bambu duri ini tidak memenuhi SNI 01-6235-2000 yang mensyaratkan kadar zat terbang maksimal 15%. Kadar zat terbang bambu duri ini meningkat sering dengan bertambahnya tekanan kempa yang diberikan. Hal ini diduga disebabkan oleh penambahan tekanan yang semakin tinggi akan mendesak perekat untuk mengisi pori-pori arang, sehingga pemberian tekanan yang semakin tinggi akan menyebabkan pori-pori arang terisi penuh oleh perekat. Perekat yang semakin banyak masuk ke pori-pori akan menyebabkan kadar zat terbang semakin tinggi pada saat pengujian. Selain itu, pada Tabel 5 diketahui bahwa ukuran partikel yang semakin kecil dapat menurunkan kadar zat terbang briket arang. Hal ini mungkin disebabkan karena semakin kecil ukuran partikel pada penelitian ini menyebabkan nilai kerapatan semakin tinggi. Nilai kerapatan yang semakin tinggi menyebabkan pori-pori arang terisi penuh oleh perekat, sehingga pada saat pengujian kadar zat terbangnya belum teruapkan secara sempurna.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa walaupun terjadi perbedaan angka pada nilai kada zat terbangm, namun penurunan dan peningkatan kadar zat terbang pada penelitian

ini tidak berbeda signifikan. Semua perlakuan yang diberikan belum mampu menurunkan kadar zat terbang dari briket bambu duri tersebut.

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik karakteristik bahan bakar tersebut (Ghandi, 2009). Nilai kalor atau nilai panas adalah salah satu sifat yang penting untuk menentukan kualitas arang terutama yang berhubungan dengan penggunaannya. Untuk mengetahui sejauh mana nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan briket arang, maka harus diketahui terlebih dahulu nilai kalornya (Rinayu, 2013). Nilai kalor briket arang bambu duri pada penelitian ini berkisar antara 6606,15 kal/gr sampai 6806,43 kal/gr. Rata-rata setiap perlakuan nilai kalor briket arang dari bamboo duri disajikan pada Tabel 6. Nilai kalor pada penelitian ini memenuhi SNI 01-6235-2000 yang mensyaratkan nilai kalor minimal 5000 kal/gr. Nilai kalor briket arang bambu duri pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai kalor briket arang batok kelapa sekitar 6497 kal/gr sampai 8317 kal/gr (Seo, 2015) dan briket arang tempurung nyamplung sekitar 5773,84 kal/gr sampai 5841,60 kal/gr (Hardi, 2019).

Tabel 6. Nilai Kalor Briket Arang Cabang Bambu Duri (kal/gr)

Tekanan	Ukuran Partikel			Rata-rata
	S1	S2	S3	
P1	6806,43	6675,23	6606,15	6695,94
P2	6783,37	6681,09	6638,81	6701,09
Rata-rata	6794,90	6678,16	6622,48	6698,52

Berdasarkan Tabel 6, diketahui bahwa nilai kalor tertinggi 6806,43 kal/gr dihasilkan oleh perlakuan P1S1, sedangkan nilai kalor terendah 6606,15 kal/gr dihasilkan oleh perlakuan P1S3. Nilai kalor briket arang bambu duri ini semakin tinggi seiring dengan bertambahnya tekanan kempa. Peningkatan nilai kalor bambu duri ini diduga karena pemberian tekanan kempa yang semakin tinggi menyebabkan ikatan antar partikel semakin rapat. Ikatan antar partikel yang semakin rapat dapat menyebabkan peyaluran panas antar partikel pada saat pembakaran semakin cepat, sehingga kalornya akan semakin tinggi. Menurut Sudrajat, (1984) *cit.* Cory (2001), kemapuan kayu kering udara dalam memberikan panas saat pembakaran berbanding lurus dengan keraptannya, semakin tinggi kerapatan briket arang, maka semakin tinggi nilai kalornya. Nilai kerapatan briket arang pada penelitian ini juga meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan kempa.

Meskipun tekanan kempa dan ukuran partikel menyebabkan variasi dalam nilai kalor, penurunan dan peningkatan nilai kalor briket arang bambu duri ini tidak berbeda signifikan setelah dilakukan analisis sidik ragam. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan nilai kalor optimal dari briket bambu duri dapat digunakan bamboo duri dengan perlakuan tekanan kempa terendah yaitu 100 N/cm2 dan ukuran partikel -20 +40 mesh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Karakteristik briket arang bambu duri belum memenuhi semua standar dalam SNI 01-6235-2000.
2. Faktor ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kadar abu, sementara tekanan dan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh pada semua parameter uji.

Saran

Perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan kualitas briket arang bambu duri agar dapat menurunkan nilai abu dan zat mudah menguap, karena kedua parameter tersebut masih memiliki nilai diluar batasan nilai SNI padahal nilai kalor sudah cukup tinggi bahkan melebihi nilai yang disyaratkan dalam SNI.

DAFTAR PUSTAKA

Alfajriandi, Hamzah, F., Hamzah, F.H. 2017. Perbedaan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Daun Pisang Kering. *JOM Faperta* 4: 1-13.

Chandra, A. P., & Susi, S. 2018. Pembuatan dan Karakterisasi Dissolving Pulp Serat Panjang dari Bambu Duri (*Bambusa blumeana*). *Jurnal Selulosa* 8:21-32.

Cory, Y. D. 2001. Pengaruh Kadar Perekat dan Tekanan Kempa Terhadap Sifat Fisis dan Kimia Briket Arang dari Serasah Daun *Acacia mangium* Wild. [skripsi, *unpublished*]. Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor, Indonesia.

Ghandi, B.A. 2009. *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung.* [skripsi, *unpublished*]. Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Semarang, Indonesia.

Hardi, L.A. 2019. Pengaruh Konsentrasi Perekat Dan Tekanan Kempa Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Nyamplung (*Calophyllm inophyllum* L.*).* [skripsi, *unpublished*]. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Mataram: Indonesia.

Patandung, P. 2015. Pengaruh Penambahan Perekat Tepung Sagu dan Bentonid Briket Limbah Arang Tempurung Kelapa. Jurnal Riset Teknologi Industri (9): 13-19.

Permatasari, I.Y., dan Utami, B. 2015. Pembuatan dan Karakteristik Briket Arang dari Limbah Tempurung Kemiri (*Aleurites moluccana)* dengan Menggunakan Variasi Jenis Bahan Perekan dan Jumlah Bahan Perekat. Di dalam: Prosiding *Seminar Nasional Kimia.* Yogyakarta, 14 November 2015. Hal. 59 – 69.

Ratri, M.C., dan Yamtinah, S. 2012. Pembuatan Briket Arang Dari Limbah Organik dengan Meggunakan Variasi Komposisi dan Ukuran Bahan. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia IV. Surakarta 31 Maret 2012. Hal 102-110.

Rinayu, H. 2013. Pengaruh Komposisi Dan Ukuran Serbuk Briket Yang Terbuat Dari Batubara Dan Jerami Padi Terhadap Karakteristik Pembakaran. Jurnal Autindo Politeknik Indonusa Surakarta 1: 10-27.

Seo, B. 2015. *Pengaruh Kadar Amilum Dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Tempurung Kelapa.* [skripsi, *unpublished*]. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuana Tunggadewi. Malang, Indonesia.

SNI-01-6235-2000. Tentang Standar Mutu Briket Arang Kayu.

Tamilvanan, A. 2013. Preparation of Biomass Briquettes using Various Agro-Residues and Waste Papers. *Journal of Biofuels.* 4: 47-55.

RASIO BOBOT BENIH YANG DILAPISI PUPUK ORGANOMINERAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL KACANG TANAH

Seed Weight Ratios Coated by Organomineral Fertilizers on Growth and Results of Groundnut

A A K Sudharmawan[1], Joko Priyono[1], Amrul Wahyudi[2*)]

[1]Dosen Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
[2]Mahasiswa Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

**email: a_agungk@yahoo.com*

ABSTRAK

Seed coating (pelapisan benih) dengan bahan organomineral merupakan inovasi baru yang diharapkan bisa menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan petani dalam melakukan budidaya tanaman kacang tanah di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan dan hasil kacang tanah varietas Lokal Lombok dan Kelinci pada *seed coating* pupuk organomineral dan menentukan perlakuan perlakuan *coating* yang paling baik. Percobaan ini dilaksanakan bulan September sampai Desember 2018 di Desa Akar-akar Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat, menggunakan metode eksperimental di lapangan, dengan rancangan petak terbagi. Petak utama adalah kacang tanah varietas Lokal Lombok (v1) dan varietas Kelinci (v2). Anak petak, ukuran *coating* yaitu tanpa *coating* (c1), *coating* kecil (c2), sedang (c3), dan besar (c3) yang dihitung dengan $A_{1\ (Lokal)}$ = 40,9 gram, B_b = 336,1 gram, B_s = 302,2 gram, B_k = 188,6 gram. $A_{2\ (Kelinci)}$ = 36,6 gram, B_b = 481,1 gram, B_s = 362,5 gram, B_k = 267,3 gram. Seluruh perlakuan diulang tiga kali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Seed coating* pupuk organomineral secara umum dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang tanah varietas Lokal dan Kelinci dan perlakuan *coating* yang paling baik untuk pertumbuhan dan hasil kacang tanah adalah *coating* ukuran sedang.

Kata kunci: kacang tanah, pelapisan benih, organomineral, ukuran lapisan

ABSTRACT

Seed coating with organomineral materials is a new innovation that is expected to be a solution in overcoming the problems of farmers in conducting groundnut cultivation in Indonesia. This study aims to evaluate the growth and yield of Local Lombok and Kerinci varieties on organomineral fertilizer seed coating and determine the best coating treatment. This experiment was carried out from September to December 2018 in Akar-akar Village, Bayan District, North Lombok Regency, West Nusa Tenggara, using experimental methods in the field, with split plot designs. The main plot are Lombok local peanut (v1) and Kelinci variety (v2). For subplots, the size of the coating is without coating (c1), small coating (c2), medium (c3), and large (c3) calculated by A1 (Local) = 40.9 grams, Bb = 336.1 grams, Bs = 302.2 grams, Bk = 188.6 grams. A2 (Kerinci) = 36.6 grams, Bb = 481.1

grams, Bs = 362.5 grams, Bk = 267.3 grams. All treatments were repeated three times. The results showed that the seed coating of organomineral fertilizers in general can increase the growth and yield of Local Lombok and Kelinci varieties and the best coating treatment for growth and yield of groundnut is a medium size coating.

Key words: groundnut, seed coating, organomineral, ratios coated

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.) adalah tanaman leguminoseae yang yang bernilai ekonomi tinggi dan merupakan salah satu sumber protein dalam pola pangan penduduk Indonesia (Gafur, 2013). Kebutuhan kacang tanah tahun 2014 mencapai 856,1 ribu ton dan terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan gizi masyarakat, diversifikasi pangan, serta meningkatnya kapasitas industri pakan dan makanan di Indonesia (Juliaonto, 2014).

Tanaman kacang tanah membutuhkan unsur hara P dan K. Fosfor merupakan unsur hara esensial yang dibutuhkan dalam jumlah yang cukup banyak oleh kacang tanah, Fosfat yang tersedia cukup pada tanaman akan mempercepat proses pembungaan dan pemasakan buah, dan biji serta dapat meningkatkan hasil produksi biji-bijian. Masalah yang kerap terjadi di tingkat petani adalah daya simpan benih dan biaya tenaga kerja (input) yang melebihi hasil produksi kacang tanah. Untuk mengatasi masalah tersebut, dalam mencapai usaha tani yang produktif, menguntungkan, dan pertanian berkelanjutan, diperlukan terobosan baru berupa pelapisan benih (*seed coating*)

Seed coating selain berguna sebagai peningkatan mutu benih, diharapkan mampu mempertahankan daya simpan benih, mengurangi biaya tenaga petani dan memberikan kemudahan petani saat penanaman. *Seed coating* juga diharapkan dapat menjadi pengganti polong untuk melindungi benih kacang tanah dari pengaruh buruk lingkungan selama penyimpanan. Bahan coating yang umumnya sering digunakan adalah bahan kimia sintetis yang harganya relatif tinggi, Sehingga produk hasil penerapan *seed coating* ini, relatif memiliki nilai jual mahal. Pengembangan *seed coating* dengan pupuk organomineral merupakan jenis pupuk yang terdiri dari limbah organik (kotoran sapi, kotoran unggas, sampah pasar, sampah rumah tangga, dan residu tanaman) dan bahan organik (batuan atau mineral). Jenis pupuk tersebut adalah campuran limbah organik, yang diperkaya dengan urea sebagai sumber N (Oladipoet dkk., 2009).

Tujuan

1. Mengevaluasi pertumbuhan dan hasil kacang tanah varietas Lokal dan Kelinci pada *seed coating* pupuk organomineral.
2. Menentukan perlakuan seed coating yang paling baik untuk pertumbuhan dan hasil kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan antara lain: ember, penggaris, cangkul, timbangan, alat tulis menulis dan rumah kaca seluas 4x6 meter. Bahan yang digunakan antara lain: benih kacang tanah yang dilapis pupuk Organomineral yang terdiri dari dua varietas (Varietas Lokal, dan Varietas Kelinci), pupuk SP 36 (kontrol) dan tanah.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan bulan September sampai Desember 2018 di Desa Akar-akar Kecamatan Bayan Kabupaten Lombok Utara, Nusa Tenggara Barat, menggunakan metode eksperimental di Laboratorium dan lapangan, dengan rancangan Petak terbagi. Petak utama adalah kacang tanah varietas Lokal Lombok (v1) dan varietas Kelinci (v2). Anak petak, ukuran *coating* yaitu tanpa *coating* (c1), *coating* kecil (c2), sedang (c3), dan besar (c3) yang dihitung dengan $\frac{Ai}{Bb-Ai}$; $A_{1\ (Lokal)}$ = 40,9 gram, B_b = 336,1 gram, B_s = 302,2 gram, B_k = 188,6 gram. $A_{2\ (Kelinci)}$ = 36,6 gram, B_b = 481,1 gram, B_s = 362,5 gram, B_k = 267,3 gram. Seluruh perlakuan diulang tiga kali, sehingga diperoleh 24 unit percobaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 sifat tinggi tanaman menunjukkan hanya pada umur 12 minggu setelah tanam (MST) ukuran *coating* berpengaruh nyata terhadap kontrol.

Tabel 1. Rerata Tinggi Tanaman pada Perlakuan *Seed Coating*

Ukuran *coating*	Tinggi tanaman								
	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
Kontrol	14,1	14,6	20,0	25,7	28,3	33,0	36,6	43,1b	53,3
Kecil	10,9	11,5	20,0	26,8	28,3	35,0	40,5	46,5ab	51,5
Sedang	13,5	14,2	21,0	26,5	29,2	32,6	37,0	46,5ab	53,3
Besar	10,6	11,6	18,0	24,3	30,1	36,6	41,3	47,8a	52,2
BNJ 5%	-	-	-	-	-	-	-	4,38	-

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi (huruf) pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%, M: Minggu ke.

Salah satu aspek penting yang berhubungan dengan hasil adalah tinggi tanaman. Menurut Sitompul dan Guritno (1995), bahwa tinggi tanaman merupakan ukuran pertumbuhan yang mudah dilihat. Dikatakan juga oleh Gardner at el., (1991) bahwa tinggi tanaman sering digunakan sebagai indikator pengaruh faktor genetik pertumbuhan. Perbedaan tinggi tanaman pada kontrol dan masing-masing ukuran *coating* diduga disebabkan oleh waktu perkecambahan yang berbeda dan ketersediaan pupuk antara benih *coating* dengan kontrol. Perbedaan tinggi tanaman juga disebabkan oleh sifat genetik dan kondisi lingkungan tempat tumbuh tanaman. Hal ini sesuai pernyataan Lingga (2001) bahwa tinggi tanaman dipengaruhi oleh sifat genetik dan kondisi lingkungan tumbuh tanaman.

Tabel 2 sifat jumlah daun menunjukkan jumlah daun tetinggi pada perlakuan kontrol namun tidak berbeda dengan ukuran *coating* sedang, kecuali pengamatan minggu ke 6.

Tabel 2. Rerata Jumlah Daun Tanaman pada Perlakuan *Seed Coating*

Ukuran *Coating*	Jumlah Daun					
	M4	M5	M6	M7	M8	M9
Kontrol	61,8a	84,8a	110,8a	137,8a	148,5a	186,5a
Kecil	41,3b	56,6ab	80.6bc	120,8ab	138,3ab	159,6bc
Sedang	49,5ab	67.3ab	85.3b	129,3a	141,0a	184,8ab
Besar	38,5b	49,6b	66,5c	95,6b	119,1b	157,1c
BNJ 5%	20,3	28,3	17,6	32,4	20,4	25,3

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi (huruf) pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Daun merupakan bagian tanaman yang mempunyai fungsi yang sangat penting, karena fungsi yang lain tergantung pada daun, baik secara langsung ataupun tidak. Daun secara umum dipandang sebagai organ produsen fotosintat utama karena fungsinya sebagai penerima sinar matahari dan alat fotosintesis langsung. Semakin banyak jumlah daun, maka jumlah fotosintat yang dihasilkan semakin banyak. Kuantitas fotosintat pada fase generatip juga akan menentukan kemampuan tanaman untuk membentuk organ, sehingga akan berdampak pada hasil (Dwidjosepputra, 1994).

Hasil analisis penelitian menunjukkan bahwa *seed coating* ukuran sedang tidak berbeda dengan kontrol. Menurut Sitompul & Guritno (1995) bahwa jumlah daun dan ukuran daun dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang berpengaruh adalah tanah, air, cahaya, dan unsur hara. Apabila tanaman memperoleh unsur hara yang cukup maka fotosintesis akan berlangsung dengan baik, sehingga penumpukan bahan-bahan organik hasil fotosintat ke dalam biji lebih banyak atau produksinya tinggi (Fransiscus, 2006). Tentu sangat bertentangan dengan fakta di lapangan, sehingga perlu dipelajari lebih lanjut terkait dengan jumlah daun tertinggi pada perlakuan kontrol, apakah karena genetik tanamannya yang sangat adaptip.

Berdasarkan hasil penelitian ini, varietas lokal dan kelinci pada semua ukuran *coating* benih menunjukkan bahwa dari 1 MST sampai 9 MST mengalami peningkatan jumlah daun, kemudian pada minggu selanjutnya sampai (13 MST) mengalami penurunan jumlah daun. Turunnya jumlah daun ini disebabkan oleh daun yang gugur dan menguning.

Tabel 3. Rerata Jumlah Cabang Tanaman dengan Perlakuan *Seed Coating* pada Varietas Lokal Lombok dan Kelinci

Umur Tanaman (MST)	**Varietas**	**Ukuran coating**				**Rerata**
		Kontrol	**Kecil**	**Sedang**	**Besar**	
5	Lokal	5,6	4,3	5,0	3,3	**4,5**
	Kelinci	5,0	3,6	3,6	3,0	**3,8**
	Rerata	**5,3a**	**4b**	**4,3ab**	**3,1b**	
	Lokal	6,3	5,3	5,0	3,3	**5**

6	Kelinci	5,0	4,0	3,6	3,6	**4**
	Rerata	**5,6a**	**4,6ab**	**4,3ab**	**3,5b**	
	Lokal	7,3	5,3	6,0	4,3	**5,7a**
7	Kelinci	5,0	5,0	5,3	5,0	**5b**
	Rerata	**6,1**	**5,1**	**5,6**	**4,6**	
	Lokal	8,3	5,3	6,3	5,0	**6,25a**
8	Kelinci	5,0	5,0	5,3	5,0	**5,08b**
	Rerata	**6,6a**	**5,1b**	**5,8ab**	**5b**	
	Lokal	9,6	5,6	7,0	5,6	**7a**
9	Kelinci	5,0	5,3	5,3	5,0	**5,1b**
	Rerata	**7,3**	**5,5**	**6,1**	**5,3**	
	Lokal	9,6	5,6	7,0	5,6	**7a**
10	Kelinci	5,0	5,3	5,3	5,0	**5,1b**
	Rerata	**7,3**	**5,5**	**6,1**	**5,3**	
	Lokal	9,6	5,6	7,0	5,6	**7a**
11	Kelinci	5,0	5,3	5,3	5,0	**5,3b**
	Rerata	**7,3**	**5,5**	**6,5**	**5,3**	
	Lokal	9,6	5,6	7,0	5,6	**7a**
12	Kelinci	5,0	5,3	5,3	5,0	**5,3b**
	Rerata	**7,3**	**5,5**	**6,5**	**5,3**	
	Lokal	9,6	5,6	7,0	5,6	**7a**
13	Kelinci	5,0	5,3	5,3	5,0	**5,3b**
	Rerata	**7,3**	**5,5**	**6,5**	**5,3**	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi (huruf) pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Perbedaan jumlah cabang tanaman pada varietas berbeda menunjukkan tampak pada umur 7, 8, 9, 10, 11, 12, dan 13 kecuali pada umur 5 dan 6 MST (Tabel 3). Varietas Lokal memiliki jumlah cabang yang lebih banyak dibanding varietas Kelinci. Ukuran *coating* berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang tanaman pada umur 5, 6 dan 8 MST, dimana kontrol memiliki jumlah cabang terbanyak namun tidak berbeda dengan *coating* ukuran sedang.

Perbedaan respon yang ditunjukkan pada pertumbuhan Jumlah cabang terjadi akibat perbedaan varietas dan ukuran *coating* benih yang digunakan, diduga disebabkan oleh adanya perbedaan sifat genetik dari kedua varietas yang dicobakan. Perbedaan sifat genetik ini menyebabkan terjadinya perbedaan tanggap kedua varietas tersebut, sehingga aktivitas pertumbuhan yang ditunjukkan berbeda. Hal ini sesuai pernyataan Sadjad (1993), bahwa perbedaan daya tumbuh antar varietas ditentukan oleh faktor genetiknya dan varietas tanaman yang berbeda menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang berbeda walaupun ditanam pada kondisi lingkungan yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa faktor genetik lebih menentukan jumlah cabang daripada faktor lingkungan. Menurut Handayani (1991), setiap varietas tanaman selalu terdapat perbedaan respon genetic pada berbagai kondisi lingkungan tempat tumbuhnya. Diduga keadaan inilah yang menyebabkan perbedaan jumlah cabang pada masing-masing varietas kacang tanah.

Ukuran coating berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan jumlah cabang tanaman pada umur 5, 6 dan 8 MST. Perlakuan tanpa coating memiliki jumlah cabang terbanyak

dibanding benih yang dicoating pada umur 5, 6, dan 8 MST. Hal ini diduga bahwa benih coating menyebabkan berkurangnya jumlah cabang yang terbentuk dibanding benih tanpa coating. Hal tersebut disebabkan benih coating mempunyai ketersediaan pupuk kurang optimal dibanding benih non coating.

Tabel 4 menunjukkan bahwa ukuran *coating* terhadap jumlah bunga yang keluar yaitu berbeda pada umur 6 dan 8 MST, dimana jumlah bunga terbanyak pada ukuran *coating* kecil namun tidak berbeda dengan ukuran sedang. Hal ini berarti bahwa seed *coating* mempengaruhi jumlah bunga yang keluar lebih baik dibanding kontrol.

Tabel 4. Rerata Jumlah Bunga Tanaman pada Perlakuan *Seed Coating*

Ukuran *coating*	**Jumlah Bunga**					
	M4	**M5**	**M6**	**M7**	**M8**	**M9**
Kontrol	3,0	3,0	3,6b	3,6	3,8c	6.5
Kecil	2,3	2,8	10,5a	11	17a	17
Sedang	2,2	2,5	7,0ab	9,1	13ab	14
Besar		2,0	3,1b	12	8,8bc	9,0
BNJ 5%	**-**	**-**	**5,67**	**-**	**6,01**	**-**

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi (huruf) pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Pada Tabel 5 menunjukkan perbedaan varietas dan ukuran *coating* memiliki pengaruh nyata hanya pada umur tumbuh kecambah dan tidak memiliki pengaruh nyata terhadap bobot brangkasan basah, brangkasan kering, jumlah polong, bobot polong dan bobot biji.

Tabel 6 menunjukkan bahwa kontrol umur tumbuh benih paling cepat, dang sangat berlawanan dengan *seed coating*. Benih varietas Lokal memiliki umur tumbuh benih lebih cepat dibandingkan dengan varietas Kelinci. Benih kacang tanah kontrol memiliki proses perkecambahan lebih cepat dibanding benih *coating*. Hal ini berarti lambatnya perkecambahan dipengaruhi oleh ketebalan ukuran *coating* pada benih.

Tabel 5. Hasil Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan *Seed Coating* terhadap Umur Tumbuh Benih, Bobot Berangkasan Basah, Berangkasan Kering, Jumlah Polong, Bobot Polong dan Bobot Biji

Variabel	**Varietas**	**Ukuran coating**	**Varietas *Ukuran coating**
Umur tumbuh benih	S	S	NS
Brangkasan basah	NS	NS	NS
Brangkasan kering	NS	NS	NS
Jumlah polong	NS	NS	NS
Bobot polong	NS	NS	NS
Bobot biji	NS	NS	NS

Keterangan: S= Significant, NS= Non Significant

Tabel 6. Rerata Umur tumbuh kecambah

Varietas	Umur Tumbuh Benih (HST)				Rata-rata
	Kontrol	Kecil	Sedang	Besar	
Lokal	7,6	13,3	14,6	17,6	13,3b
Kelinci	7,3	22,6	27,6	22,3	18,7a
Rata-rata	7,5b	18a	18,6a	20a	

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh notasi (huruf) pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Hal ini sesuai pernyataan Gardner *et al*. (1991) yaitu tanaman dapat dikendalikan oleh genotip dan lingkungan dimana lingkungan yang sama menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih seragam. Benih kacang tanah varietas Lokal dan Kelinci yang dilapisi pupuk Organomineral tidak memiliki pengaruh nyata terhadap jumlah polong, Berat polong dan biji. Menurut Yudiwanti dan Ghani (2002), jumlah polong dipengaruhi oleh jumlah cabang yang produktif dan persentase bunga membentuk polong..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat dikesimpukan: *Seed coating* pupuk organomineral secara umum dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil kacang tanah varietas Lokal dan Kelinci. Perlakuan seed coating yang paling baik untuk pertumbuhan dan hasil kacang tanah adalah coating ukuran sedang.

DAFTAR PUSTAKA

Dwidjosepputro. 1994. *Pengetahuan Fisiologi Tumbuhan*. Gramedia. Jakarta. 232 hal.

Fransiscus. 2006. Pemberian Beberapa Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kacang Tanah (*Arachis hypogea* L). *Skripsi Universitas Riau*. Pekanbaru.

Gafur. 2013. *Desain Pembelajaran*. Penerbit Ombak: Yogyakarta.

Gardner, F. P., Pearce, R. B., Mitchel G. L. 1991. *The Physiologi of Cultivated Plants* (Fisiologi Tanaman Budidaya). Universitas Indonesia Press.

Handayani, S. 1991. Membuat Bawang Goreng Kualitas Ekspor. *Trubus.* Jakarta Oktober 1991.

Lingga, Marsono. 2001. *Petunjuk Penggunaan Pupuk*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Sadjad, S. 1993. *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Gramedia. Jakarta.

Yudiwanti dan Ghani. 2002. Pengaruh Antioksidan sebagai Perlakuan Invigorasi Benih Sebelum Simpan Benih Bunga Matahari (*Hellianthus annuus* L.). Hayati *J. Biosci*. 12:145-150.

Seminar Nasional Saintek 2019
Teknologi dan Rekayasa Ilmu Pengetahuan Berkelanjutan
dalam Menghadapi Era Industri 4.0

PERUBAHAN IKLIM DAN POTENSI ENERGI TERBARUKAN DI LOMBOK

Climate Change and Renewable Energy Potential in Lombok

Suci Agustiarini*, Afriyas Ulfah, Dewo Sulistio Adi Wibowo, Anas Baihaqi, Restu P Megantara

BMKG-Stasiun Klimatologi Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat,
Indonesia. Tel. +62-370 674134, Fax. +62-370 674135
**email: suci.agustiarini@gmail.com*

ABSTRAK

Peningkatan suhu udara merupakan salah satu fenomena yang mengindikasikan adanya perubahan iklim. Di wilayah Nusa Tenggara Barat (NTB), fenomena kenaikan suhu udara telah mencapai 0,3°C per tahun. Letak astronomis Indonesia yang berada di wilayah equator tidak hanya menebabkan suhu udara yang hangat saja, tetapi juga besarnya energi radiasi matahari yang diterima sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembangkit listrik. Dalam penelitian ini dikaji besarnya potensi energi terbarukan berbasis radiasi matahari di wilayah lombok dengan menggunakan data total radiasi matahari serta suhu udara maksimum dan minimum BMKG sebagi data validasi dan keluaran CSIRO tahun 2015-2099 sebagai data proyeksi skema perubahan iklim RCP 4,5. Metode Bristow and Campbell diaplikasikan pada data suhu maksimum dan suhu minimum untuk menduga radiasi matahari yang kemudian dikonversikan menjadi energi listrik pada solar panel jenis Canadian Solar 280 Mono. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa besar energi listrik yang dihasilkan hingga proyeksi tahun 2099 berkisar 4 - 6 kWh/kWp. Energi listrik terbesar dihasilkan di sebagian wilayah Lombok bagian Timur mencapai 6,4 kWh/kWp. Pada akhirnya, hasil tersebut dapat digunakan dalam menutupi kebutuhan listrik di wilayah Lombok dengan mengaplikasikan solar panel tersebut.

Kata kunci: energi terbarukan, radiasi matahari, perubahan iklim

ABSTRACT

The increase in air temperature is one of the phenomena that indicates climate change. In the region of West Nusa Tenggara (NTB), the phenomenon of rising temperatures has reached 0.2°C per year. Indonesia's astronomical location in the equator is not only causing the warm temperature, but also the amount of solar radiation energy received and can be utilized in electricity generation. In this study, the potential of renewable energy based on solar radiation in the Lombok was analyzed using solar radiation data and maximum-minimum air temperatures of BMKG as validation data and CSIRO output in 2015-2099 as data projection using RCP 4.5, the climate change schema. The Bristow and Campbell method is applied to the maximum-minimum temperature data to estimate solar radiation which is then converted to electrical energy in a Canadian Solar 280 Mono, one type of solar panel system in Indonesia. The results shows that the amount of electrical energy produced until the projection period in 2099 about 4-6 kWh/kWp. The largest electrical energy generated in parts of the eastern Lombok reaches 6.4 kWh/kWp. In the end, this results can be used to cover electricity needs in the Lombok region by applying the solar panel.

Keywords: renewable energy, solar radiation, climate change

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi topik yang hangat di berbagai belahan dunia. Perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang timbul akibat terjadinya pemanasan global. Letak wilayah Indonesia yang sangat strategis yaitu dikeklilling oleh samudera yang luas dan benua yang besar menyebabkan peluang terdampaknya Indonesia terhadap perubahan iklim gobal meningkat. Dampak tersebut tentunya dapat mempengaruhi kondisi sumber daya alam yang sangat banyak di Indonesia ini. Saat ini, telah banyak inovasi-inovasi yang ditemukan terkait pemanfaatan sumber daya alam, salah satunya inovasi di bidang energi yaitu pembangkitan energi yang yang bersumber dari alam atau yang lebih sering dikenal dengan energi terbarukan. Sum ber-sumber energi yang dimaksud dapat berasal dari panas bumi akibat radiasi matahari, angin, air, maupun berbagai bentuk dari biomassa.

Perubahan iklim yang secara umum diindikasikan dengan meningkatnya panas bumi tentunya menjadi salah satu peluang pemanfaatan energi terbarukan, terlebih untuk wilayah Indonesia. Letak Indonesia yang berada disekitar garis khatulistiwa menyebabkan optimalnya penerimaan radiasi matahari di wilayah ini. Terjadinya perubahan iklim dapat dilihat dari meningkatnya suhu udara rata-rata, peningkatan tersebut mencapai 1,53°C (berkisar antara 1,38°C – 1,68°C) secara global sejak tahun periode pra-industri (1850-1900) hingga tahun 2015 baik di daratan maupun di lautan (IPCC *Report*, 2019). Di Indonesia, adanya peningkatan suhu sebesar 0,03°C setiap tahunnya sejak tahun 1981-2018, ini berarti selama 30 tahun peningkatan suhu udara rata-rata berkisar 0,9°C (BMKG, 2019).

Pemanasan global yang memicu perubahan iklim tersebut tidak terlepas dari meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer kita. Samiaji (2011) menyebutkan sejak tahun 2004 hingga 2010 konsentrasi CO_2 permukaan di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 10 ppm yaitu dari 373 menjadi 383 ppm. Hal tersebut sejalan dengan monitoring konsentrasi gas rumah kaca (GRK) oleh BMKG, yaitu hingga tahun 2019 kontrasi CO_2 berkisar 400 ppm, GRK yang lain yaitu metan (CH4) juga meningkat sejak tahun 2004 berkisar 1790 ppb menjadi berkisar 1890 ppb di tahun 2019. Namun demikian kontrasi GRK di Indonesia cendrung lebih rendah jika dibandingkan kondisi rata-rata global, yaitu lebih rendah 5 ppm (BMKG, 2019).

Perubahan iklim yang terus terjadi secara berkelanjutan dapat di skenariokan dengan mengasumsi kondisi sosial, ekonomi, maupun lingkungan. *Representative Concentration Pathway*s (RCP) merupakan suatu skenario dalam melakukan proyeksi perubahan iklim yang digunakan saat ini. Skenario RCP dalam melihat perubahan iklim yaitu dengan menggambarkan kondisi iklim akibat adanya konsentrasi GRK di atmosfer yang ditejrmahkan dalam suatu radiasi yang terperangkap (*radiative forcing*) di dalam atmosfer bumi akibat keberadaan GRK. Nilai *radiative forcing* tersebut berkisar 2,6 hingga 8,5 W/m2. Kemudian, terdapat beberapa klasifikasi skenario RCP berdasarkan jumlah radiative forcng-nya, RCP 2,6 yang menujukkan jumlah radiative forcing terendah (van Vuuren, *et al.*, 2011a), skenario yang stbail yang ditentukan berdasarkan dua nilai median radiative forcing yaitu RCP 4,5 dan RCP 6,0 (Masui, *et al.*, 2011), dan skenario yang menunjukkan sangat banyaknya GRK diatmosfer atau radiative forcing terbesar yaitu RCP 8.5 (Riahi, *et al.*, 2011). RCP 4,5 dapat menggambarkan dengan jelas kondisi iklim dalam penentuan kebijakan iklim global. Hal tersebut dikarenakan adanya program penenaman hutan kembali, berkurangnya penggunahan lahan penanaman dan reumputan, peningkatan hasil agrikultur pola makan manusia yang berubah (van Vuuren, *et al.*, 2011b).

Perubahan iklim dapat memberikan dampak negatif terhadap produksi energi, jika perubahan iklim terjadi berkelanjutan pemenuhan energi listrik berpotensi terancam, sehingga diperlukannya teknologi energi terbarukan yang berkelanjutan dan bejangka panjang sebagai streategi yang baik dalam efisiensi sumber energi listrik (Contreras-Lisperguer & de Cuba, 2008). Terlebih bagi wilayah yang memiliki potensi besar terkena dampak perubahan iklim,

salah satunya Indonesia. Berbagai sumber pembangkitan energi terbarukan yang sangat melimpah yang dapat dimanfaatkan diantaranya bioethanol, panas bumi, mikrohidro, tenaga surya, dan tenaga angin. Potensi terbesar yang keberadaannya terjamin di bumi adalah sumber energi yang berasal dari radiasi matahari atau pembangkitan listrik tenaga surya. Selain itu juga sistem ini sangat ramah lingkungan dengan tidak menimbulkan polusi ke atmosfer (Indartono, 2005).

Panel surya merupakan suatu sistem pembangkit listrik yang memanfaatkan energi yang berasal dari radiasi matahari. Panel surya merupakan alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Pada umumnya sel surya merupakan hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik (Yusmiati, 2014). Sistem pembangkitan listrik ini dikenal juga dengan sebutan sel *photovoltaic*. Panel surya dapat menjadi pemecah masalah kelistrikan di daerah pedesaan, karena pengembangan kaasitas dayanya tidak bergantung pada sumber energi fosil seperti minyak bumi, fleksibel, serta ramah lingkungan.

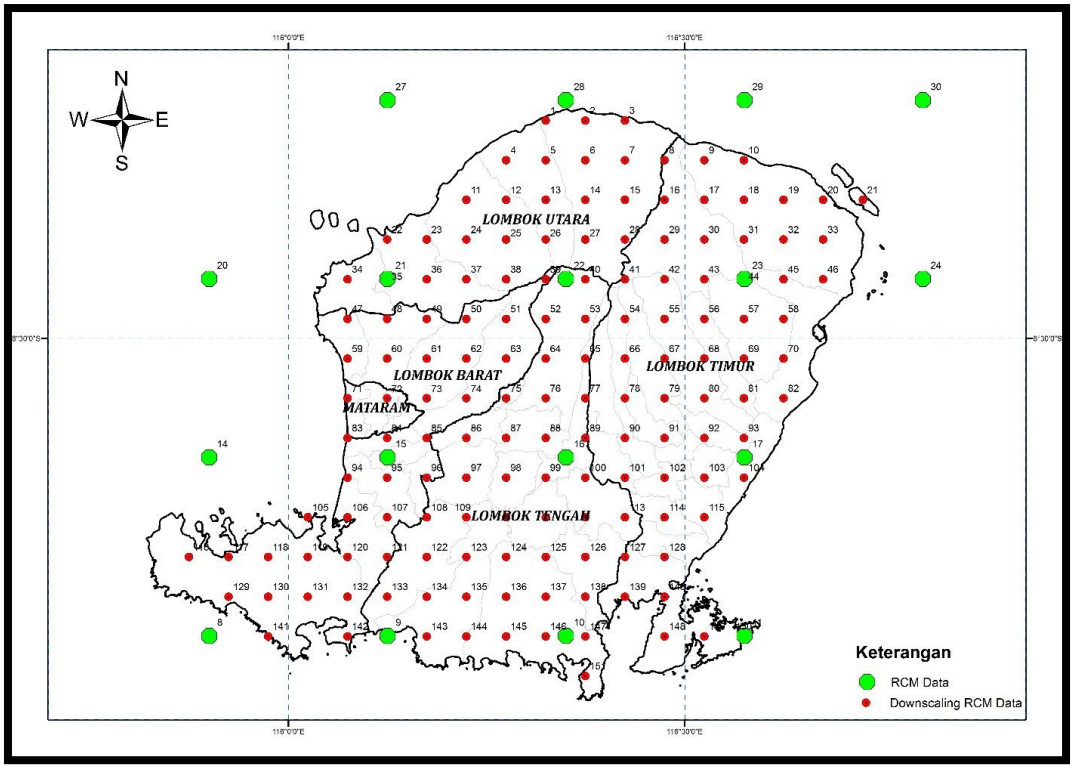
Wilayah Indonesia merupakan wilayah yang memiliki potensi panas bumi terbesar di Indonesia. Salah satunya di wilayah Nusa Tenggara termasuk Lombok merupakan salah satu wilayah yang memiliki sumber panas yang melimpah, selain karena letaknya di wilayah tropis juga karena terletak disepanjang jalur sabuk gunung api. Mengacu pada hasil penyelidikan panas bumi yang telah dilakukan oleh Badan Geologi, KESDM hingga tahun 2013 telah teridentifikasi sebanyak 312 titik potensi panas bumi yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia dengan total potensi sebesar 28.910 MW.

Dalam penelitian ini telah dikaji besarnya energi yang dapat dihasilkan oleh sebuah panel surya dan mengkaji besarnya potensi sistem tersebut hingga puluhan tahun ke depan dengan mempertimbangkan kondisi iklim di Lombok sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini berfokus pada wilayah Pulau Lombok. Data-data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data total radiasi bulanan, rata-rata suhu udara maksimum dan minimum bulanan di Stasiun Klimatologi Lombok Barat tahun 1999-2018, suhu maksimum dan minimum proyeksi dari CSIRO tahun 2015-2099 dengan resolusi 0,25° dari BMKG, dan data elevasi wilayah dengan resolusi 0,1° dari USGS.

Secara singkat langkah-langkah penelitian dimulai dengan menentukan metode terbaik dalam mengestimasi solar radiasi menggunakan data suhu udara maksimum dan minimum. Dalam hal ini menggunakan empat model yang pernah diterapkan dibeberapa penelitian sebelumnya yaitu Bristow and Campbel (1984) serta hasil modifikasi oleh Sarkar, dkk (2016) dan model Samani dan Hargreaves (1982) serta modifikasinya oleh Sarkar, dkk (2016). Metode terbaik untuk mengestimasi total radiasi matahari ditentukan dengan melihat nilai RMSE dari 4 model tersebut. Setelah itu, melakukan estimasi suhu dibeberapa titik di pulau Lombok seperti pada Gambar 1. Sebelum menuju proyeksi, terlebih dahulu menganalisis perubahan iklim yang terjadi dengan melihat kecendrungan perubahan suhu udara menggunakan analisis trend linear yang kemudian diuji menggunakan uji mann kendal. Proyeksi solar radiasi dengan data suhu beresolusi 0,25° yang terlebih dahulu ditingkatkan rsolusinya menjadi 0,1 menggunakan metode *Multiple Linear Regression* (MLR).



Gambar 1. Peta sebaran titik RCM data dan DEM

Pendugaan total radiasi matahari

Terdapat beberapa model pendugaan total radiasi matahari yang telah diaplikasikan oleh peneleti-peneliti terdahulu dengan menggunakan data suhu udara yaitu Bristow and Campbell (1984) dan modifikasinya oleh Sarkar, dkk., (2016), model Chen, *et.al.*, (2004) hasil modifikasi Sarkar (2016), dan model Samani dan Hargreavas (1981). Seluruh model (Tabel 1) menggambarkan hubungan antara radiasi extraterrestrial dan selisih antara suhu maksimum dan minimum (Persamaan 1).

Tabel 1. Model Pendugaan Solar Radiasi

Model	Formula
Bristow and Campbell	$H/H_0 = a\Delta T^3 + b\Delta T^2 + c\Delta T + d$
Sarkar dkk modifikasi dari Bristow and Campbell	$H/H_0 = (a_2 + b_2\Delta T + c_2\Delta T^2)\Delta T^{0.5}$
Sarkar dkk modifikasi dari Chen et al	$H/H_0 = a\,[1 - \exp(-b(\Delta T^c))]$
Samani dan Hargreaves	$H/H_0 = a\ x\ \exp(b\Delta T)$

$$Ho = \frac{86400G_{sc}}{\pi}\,(1 + 0.033\cos(2\pi\frac{n}{365}))x(cos\varphi cos\delta sin\omega_s + \omega_s sin\varphi sin\delta) \quad \ldots\ldots 1)$$

Dimana, Hs adalah total radiasi (kwh/m2/hari), Ho adalah radiasi extraterrestrial (kwh/m2/hari), φ adalah lintang setempat, δ adalah sudut deklinasi, n: nomor hari, ΔT adalah selisih suhu maximum (Tmax) dan suhu minimum (Tmin).

Pendugaan Suhu

Pendugaan data suhu untuk wilayah yang tiak memilikinya yaitu dengan menerapkan persamaan Braak (Persamaan 1) dengan mengasumsikan bahwa suhu udara akan menurun sebesar 0,6oC pada setiap kenaikan elevasi 100 meter (Adrianto, dkk., 2018).

$$\boldsymbol{T_h = T_{h0} - \left(\frac{0.6}{100} h\right)} \quad \text{2)}$$

Dimana Th adalah Suhu udara dugaan (°C), Th_0Suhu udara referensi (°C), dan h aalah Selisih ketinggian wilayah (meter).

1. Multiple Linear Regression

Statistical downscaling diterapkan untuk memperbaiki resolusi sebuah data, salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan pendekatan *Multiple Linear Regression (MLR)* (Osman and Abdellatif, 2016) (Persamaan 3).

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \cdots + b_n x_n \quad \text{3)}$$

2. Trend Linear dan Uji Trend Mann Kendall

Di dalam kajian perubahan iklim, metode Mann-Kendall (Persamaan 4, 5, 6) digunakan untuk menguji perubahan yang terjadi dengan melihat nilai signifikasi yang dihasilkan (f(z)). Jika nilai signifikansi trend yang didapat di bawah 0,05 (5%) maka dapat disimpulkan bahwa telah terjadi kenaikan atau penurunan yang signifikan pada suatu data *time series.*

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \quad \text{4)}$$

$$Z = \frac{s-1}{\sqrt{Var(S)}} \quad \text{jika S > 0}$$

$$Z = 0 \quad \text{jika S = 0}$$

$$Z = \frac{s+1}{\sqrt{Var(S)}} \quad \text{jika S < 0}$$

$$Var(S) = n(n-1)(2n+5)/18 \quad \text{5)}$$

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^{n} sign(x_j - x_k) \quad \text{6)}$$

$$sign(x_j - x_k) = 1, \text{ jika } (x_j - x_k) > 0$$
$$= 0, \text{ jika } (x_j - x_k) = 0$$
$$= -1, \text{ jika } (x_j - x_k) < 0$$

Dimana $f(z)$:Nilai signifikansi trend Mann-Kendall, Z : Nilai trend Mann-Kendall, e : 2.71828, S : Ukuran kesenjangan antar data *time series,* Var(S) : Varians S, n : Data ke-n, x_j: Data x dalam distribusi baris, x_k : Data x dalam distribusi kolom.

Konversi total radiasi menjadi energi listrik

Konversi energi yang diperoleh dari solar panel bergantung pada jenis dan spesifikasi dari system solar panel tersebut. Dalam penelitian ini, solar panel yang digunakan yaitu Canadian Solar 280 Mono dengan spesifikasi seperti pada Tabel 2. Persamaan konversi energi (Lange, 2016) ditunjukkan dengan Persamaan 7.

Tabel 2. Spesifikasi Canadian Solar 280 Mono

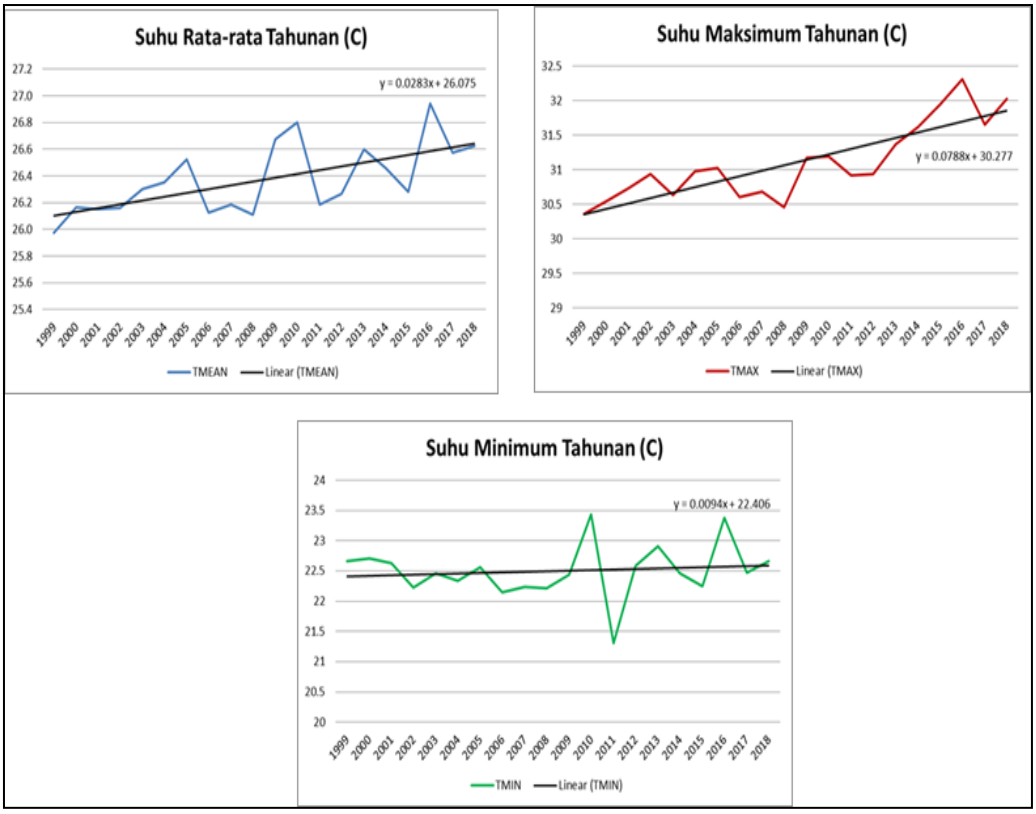
Electrical Data	Value
Nominal Max. Power	280 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	31.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.89 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.5 V
Short Circuit Current (Isc)	9.43 A
Module Efficiency	17.11 %

Energi = total radiasi x energi insolasi x luas modul x efisiensi modul..... 7)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perubahan dan Proyeksi Iklim

Selama periode tahun tahun 1999 hingga 2018 rata-rata suhu udaranya adalah 26,4°C. terlihat adanya kecendrungan peningkatan suhu, baik suhu udara rata-rata, suhu udara maksimu, dan juga suhu udara minimum brturut-turut dengan peningkatan sebesar 0,03°C, 0,08°C, dan 0,01°C per tahun seperti pada Gambar 2. Signifikasi kecendrungan/trend dari peningkatan suhu tersubut sangatlah nyata, hal tersebut terlihat dari hasil uji trend Mann Kendall pada suhu udara rata-rata dan suhu udara maksimum dengan nilai signifikansi < 0,05. Hasil uji Trend Mann Kendall Keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.

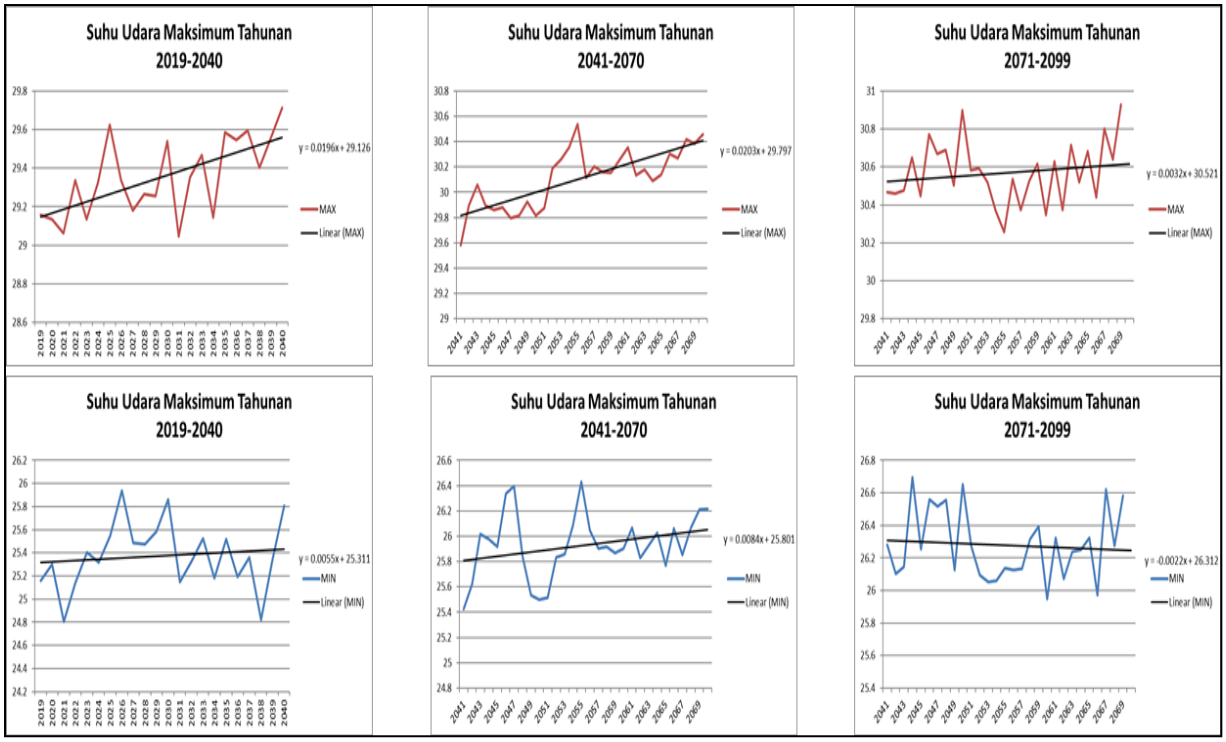


Gambar 2. Grafik Suhu Udara tahun 1999-2018

Tabel 3. Uji Trend Mann Kendal Suhu 1999-2018

Suhu	Uji Trend Mann Kendal				
	S	Var	Z	F(z)	Keberartian
Rata-rata	-111	950	-3.633759833	0.000541707	Signifikan
Maximum	126	950	4.055535528	0.000107034	Signifikan
Minimum	9	950	0.259554274	0.38582585	Tidak Signifikan

Gambar 3 menunjukkan proyeksi suhu udara maksimu dan minimum hingga tahun 2099. Analisis proyeksi dibedakan menjadi tiga periode yaitu periode 2019-2040, 2041-2070, dan 2071-2099. Gambar tersebut memperlihatkan adanya peningkatan suhu udara maksimum pada setiap periode yaitu 0,02°C per tahun pada periode 2019-2040 dan 2041-2070, serta 0,03°C per tahun pada tahun 2071-2099. Begitu juga suhu udara minimum pada periode 2019-2040 dan 2041-2070 cendrung meningkat berturut-turut sebesar 0,006°C dan 0,008°C per tahun. Namun suhu udara minmum pada periode 2071-2099 cendrung menurun sebesar 0,002°C per tahunnya. Dari periode ke periode rata-rata suhu udara maksimum meningkat sebesar 0,6°C dengan rata-rata pada akhir periode sebesar 30,6°C. Sedangkan suhu udara minimum meningkat 0,5°C yaitu mencapai 26,3°C di akhir periode.



Gambar 3. Proyeksi Suhu Udara Maksimum dan Minimum

Kecenderungan peningkatan nilai suhu udara baik minimu maupun maksimum tidak seluruhnya diterima, melainkan hanya suhu udara maksimum pada periode 2019-2040 dan 2041-2099 karena nilai signifikansi menunjukkan angka 0,0038 dan 0,00007 (< 0,05). Untuk suhu udara minimum pada setiap periode dan suhu udara maksimum pada periode 2071-2099 kecenderungannya belum dapat diterima. Hal ini berarti, dengan menggunakan proyeksi suhu udara skema Rcp 4,5 akan tetap terjadi peningkatan suhu udara hingga tahun 2070. Hasil uji Trend Mann Kendall untuk proyeksi suhu udara dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Trend Mann Kendall Proyeksi Suhu Udara Maksimum dan Minimum

Periode	Suhu	Uji Trend Mann Kendal				
		S	Var	Z	F(z)	Keberartian
2019-2040	Maksimum	109	1257.667	3.045376	0.003865	Signifikan
	Minimum	31	1257.667	0.845938	0.279015	Tidak Signifikan
2041-2070	Maksimum	233	3141.667	4.139119	7.6E-05	Signifikan
	Minimum	95	3141.667	1.677057	0.097789	Tidak Signifikan
2071-2099	Maksimum	50	2842	0.919145	0.261558	Tidak Signifikan
	Minimum	-14	2842	-0.28137	0.383556	Tidak Signifikan

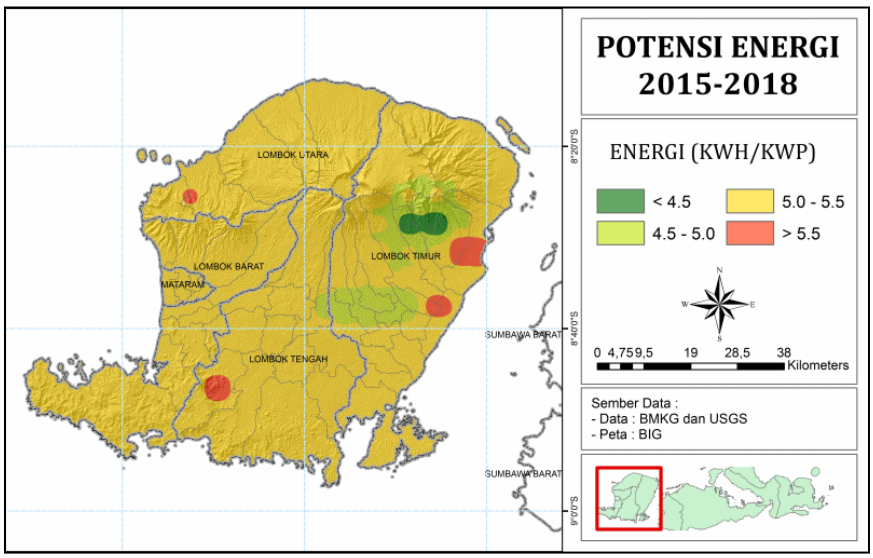
Analisis Potensi Energi

Penentuan besar energi yang dihasilkan dengan menggunakan solar panel memanfaatkan total radiasi matahari sebagai sumber energinya. Berdasarkan empat model yang diterapkan dalam mengestimasi nilai total radiasi di Lombok, model Samani dan Hargreaves menunjukkan akurasi terbaik dibandingkan 3 model lainnya. Hal tersebut terlihat dari nilai RMSE yang dihasilkan yaitu 0,07298. Hasil perhitungan akurasi dari seluruh model dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Kefisien dan RMSE Setiap Model

Model	Koefisien				RMSE
	a	b	c	d	
$H/H_0 = a\Delta T^3 + b\Delta T^2 + c\Delta T + d$	0.001372	-0.03783	0.3583	-0.7458	0.07448
$H/H_0 = (a_2 + b_2\Delta T + c_2\Delta T^2)\Delta T^{0.5}$	0.2177	-0.01524	0.000702		0.07375
$H/H_0 = a[1 - exp(-b(\Delta T^c))]$	4.49	0.06123	0.2116		0.07438
$H/H_0 = a \times exp(b\Delta T)$	0.2902	0.03928			0.07298

Dengan menggunakan model terpilih, nilai solar radiasi yang diestimasi menunjukkan sebagian besar wilayah di Pulau Lombok menerima energi dari matahari berkisar 2,9-5,9 kwh/m^2/hari. Secara umum total radiasi terbesar terjadi pada Bulan Oktober dengan rata-rata 4,6 kwh/m^2/hari. Besarnya total radiasi yang diterima tersebut dapat menunjukkan potensi yang besar akan energi yang dapat dihasilkan dengan mengandalkan pembangkitan energi bertenaga surya di Lombok. Gambar 3 memperlihatkan besarnya potensi energi yang dapat dihasilkan di setiap wilayah seluruh Pulau Lombok. Sekitar 90% dari seluruh wilayah dapat menghasilkan energi berkisar 5 – 5,5 kwh/kwp/hari. Bahkan di beberapa wilayah (sebagian Lombok Timur bagian timur, sebagian kecil Lombok Utara bagian tenggara, dan Lombok Tengah bagian selatan) dapat menghasilkan energi >5.5 kwh/kwp/hari; mencapai 6,4 kwh/kwp yaitu di sekitar wilayah Pringgabaya, Lombok Timur. Sedangkan di beberapa wilayah di sebelah timur Gunung Rinjani energi yang dapat dihasilkan berkisar 4,5-5,0 kwh/kwp/hari, dimana di sekitar Aikmel, Lombok Timur hanya mampu menghasilkan energi kurang dari 4,5 kwh/kwp.

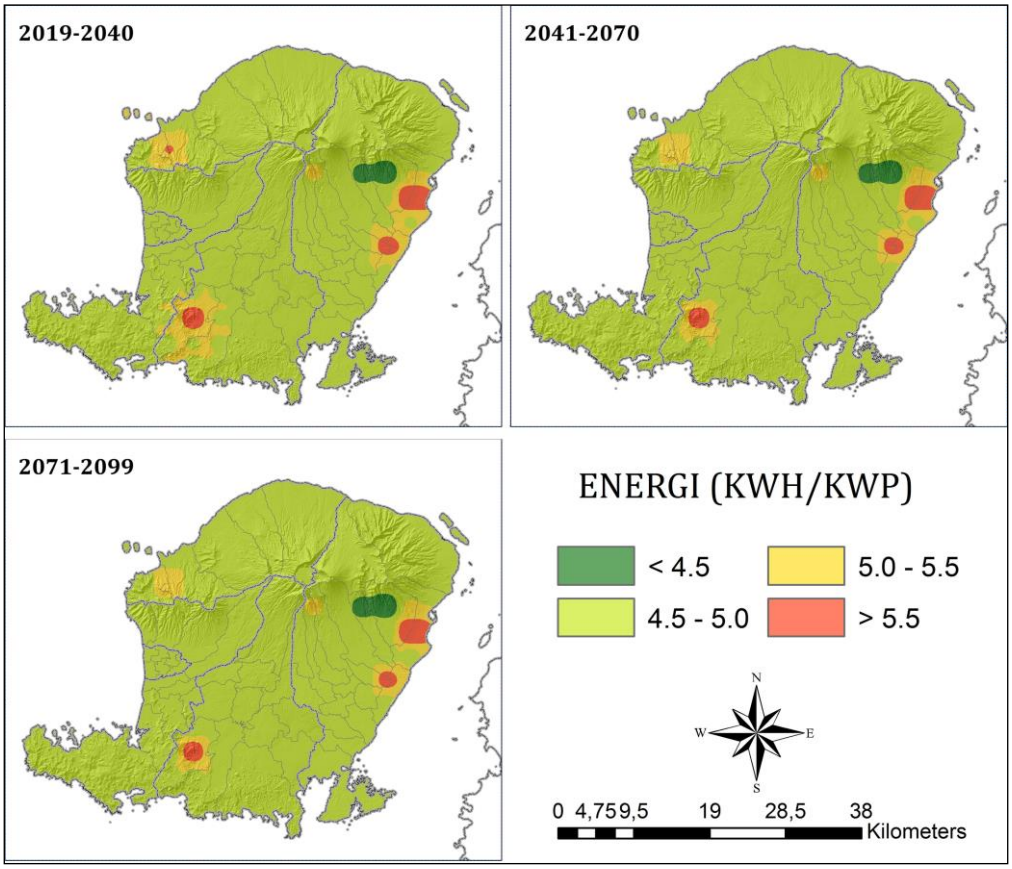


Gambar 3. Potensi Energi (kwh/kwp/hari) tahun 2015-2018

Proyeksi Potensi Energi berdasarkan Skema Perubahan Iklim

Hingga tahun 2099 potensi energi yang dapat dihasilkan dengan menggunakan solar panel di wilayah Pulau Lombok masih memiliki potensi yang sama seperti pada saat ini, hanya saja di sebagian besar wilayah pulau Lombok secara umum potensi yang dapat dihasilkan berkisar 4,5-5,0 kwh/kwp/hari hal ini dapat disebabkan oleh peningkatan suhu udara minimum sehingga selisih anatara suhu udara maksimum dan minimum menjadi lebih kecil yang kemudian dikonversi menjadi energi yang tentunya lebih sedikit akibat perubahan iklim. Potensi energi terbesar masih berada pada wilayah Pringgabaya, Lombok Timur mencapai 6,3 kwh/kwp/hari. Sedangkan dibeberapa wilayah di tenggara Lombok Utara, Lombok Tengah

bagian selatan, dan Lombok Timur bagian timur energi yang dapat dihasilkan mencapai 5 hingga lebih dari 5,5 kwh/kwp/hari.



Gambar 4. Proyeksi Potensi Energi (kwh-kwp)

KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang telah dibahas, ada beberapa hal yang bisa disimpulkan diantaranya adanya kecendrungan meningkatnya suhu udara rata-rata dan maksimum mengindikasikan bahwa sejak tahun 1999 iklim di lombok berubah hingga 2018. Skenario iklim yang menggambarkan kondisi iklim hingga puluhan tahun mendatang menunjukkan tetap akan terjadi peningkatan suhu hingga tahun 2070. Saat ini, di sebagian besar wilayah Lombok dengan menggunkan sistem solar panel (energi terbarukan) mampu menghasilkan energi yang cukup besar mencapai 6,4 kwh/kwp/hari. Hingga tahun 2099 dengan menggunakan skenario perubahan iklim, di Lombok masih menghasilkan potensi energi yang cendrung sama. Hasil tersebut dapat dijadikan acuan tindakan dalam upaya strategi adaptasi perubahan iklim, serta mampu mendukung penentuan kebijakan tekait energi.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh rekan-rekan Stasiun Klimatologi Lombok Barat yang telah mendukung dan membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adrianto, O., Sudirman, dan Suwandi. 2018. Analisis daerah rawan kekeringan lahan jagung berdasarkan iklim oldeman dan ketersedian air tanah di nusa tenggara timur saat periode el nino dan la nina. Seminar Nasional Geomatika. Vol. 3, pp. 1219-1228.

BMKG. 2019. Tren Suhu. https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=tren-suhu, diakses tanggal 18 September 2019.

Bristow, K.L., & Campbell, G.S. 1984. On the relationship between incoming solar radiation and daily maximum and minimum temperature. Agricultural and forest Meteorology. 31(2), 159-166.

Chen, K.R., Ersi, Yang, J., Lu, S., and Zhao. W. 2004. Validation of five global radiation models with measured daily data in china, "Energy Conversion and Management, vol. 45, no. 11-12, pp. 1759 – 1769, 2004.

Contreras-Lisperguer, R., & de Cuba, K. 2008. The potential impact of climate change on the energy sector in the Caribbean region. Department of Sustainable Development, Organization of American States.

Hargreaves, G.H., & Samani, Z.A. 1982. Estimating potential evapotranspiration. Journal of the irrigation and Drainage Division. 108(3), pp. 225-230.

IPCC. 2019. Climate Change and Land. IPCC Special Report on Climate Change, Desetification, Land, Degradation, Sustainable Land Management, Food Scurity, and Greenhouse gas fluxes in Terrestrial Ecosystems. [Core Writing Team, A. Arneth and H. Barbosa (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Indartono, Y.S. 2005. Krisis Energi di Indonesia: Mengapa dan Harus Bagaimana. INOVASI Vol.5/XVII/November/2005. pp. 18-21

Lange, N.D. 2016. Identifying Solar Energy Potentials and Intensifying the Climate-Friendly Use of Photovoltaics within Urban Areas. 9th Symposium of the International Society for Digital Earth (ISDE).

Masui, T., Matsumoto, K., Hijioka, Y., Kinoshita, T., Nozawa, T., Ishiwatari, S., Kato, E., Shukla, P.R., Yamagata, Y., and Kainuma, M. 2011. An emission pathway for stabilization at 6 Wm22 radiative forcing, Clim. Change 109. pp 59–76.

Osman, Y. Z., and Abdellatif, M. E. 2016. Improving accuracy of downscaling rainfall by combining predictions of different statistical downscale models. Water Science, 30(2), pp. 61–75.

Riahi, K., S. Rao, V. Krey, C. Cho, V. Chirkov, G. Fisher, G. Kindermann, N. Nakicenovic, and P. Rafaj. 2011. RCP8.5: A scenario of comparatively high greenhouse gas emissions, Clim. Change, 109, pp. 33–57

Samiaji, T. 2011. Gas CO2 di wilayah Indonesia. Berita Dirgantara, 12(2).

Sarkar, M. N. I., Sifat, A. I., Paul, S., Hossain, M. S., & Rahman, M. 2016. Solar radiation estimation using temperature data for Dhaka, Bangladesh. In 2016 5th International Conference on Informatics, Electronics and Vision (ICIEV). pp. 204-208.

Yusmiati, S. Erlita. 2014. Energy Supply Solar Cell Pada Sistem Pengendali Portal Parkir Otomatis Berbasis Mikrokontroler At89s52. Tesis, Politeknik Negeri Sriwijaya.

van Vuuren, D.P., Stehfest, E., Elzen, M.G.J., Kram, T., van Vliet, J., Deetman, S., Isaac, M., Goldewijk, K.K., Hof, A., Beltran, A.M., Oostenrijk, R., & van Ruijven, B. 2011a. RCP2.6: Exploring the possibility to keep global mean temperature increase below 2C, Clim. Change.

van Vuuren, D.P., Edmonds, J., Kainuma, M., Riahi, K., Thomson, A., Hibbard, K., Hurtt, G.C., Kram, T., Krey, V., Lamarque, J.F., Masui, T., Meinshausen, M., Nakicenovic, N., Smith, S.J., & Rose, S.K. 2011b. The representative concentration pathways: An overview, Clim. Change, 109, 5–31,

MODEL PENYEDIAAN BENIH PADI MELALUI SEKOLAH LAPANG DESA MANDIRI BENIH DALAM MENGHADAPI ERA INDUSTRI 4.0 DI NUSA TENGGARA BARAT

Rice Seed Supply Model Through Village Seeds Self Sufficient Program toward the Era of Industrial 4.0 in West Nusa Tenggara

Hiryana Windiyani, Yuliana Susanti, Ai Rosah Aisah dan Awaludin Hipi

BPTP NTB, Jl Raya Peninjauan Narmada, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.
Tel. +62-0370 671 312 Fax. +62-671 320
**email: hir.yana@yahoo.co.id*

ABSTRAK

Benih merupakan komponen utama dalam teknologi produksi benih. Keberhasilan swasembada padi didukung oleh penyediaan benih yang dapat memenuhi kebutuhan wilayah/desa. Penyiapan benih yang dilakukan di kawasan pengembangan padi memiliki keuntungan dari segi ketepatan jumlah, waktu, varietas, dan mutu benih karena diproduksi di wilayah tersebut serta menjamin keberlangsungan usaha tani padi. Model penyediaan benih padi melalui sekolah lapang desa mandiri benih merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas produsen benih untuk memproduksi benih bermutu dan diseminasi varietas unggul baru. Peningkatan kapasitas produsen benih dilakukan melalui kegiatan pendampingan teknologi produksi benih pada lahan seluas 2 ha dan pelatihan/bimbingan teknis produksi benih sebanyak 3 kali pertemuan. Pengkajian dilaksanakan tahun 2016 hingga tahun 2018 pada setiap musim kemarau I (MK I) di Kabupaten Sumbawa dan Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. Pengkajian ini menggunakan metode *action research* dengan hasil pengkajian dianalisa secara deskriptif. Hasil pengkajian tahun 2016 menunjukkan produksi benih sebanyak 13.200 kg dari 5 VUB padi (Inpari-32, Inpari-30, Inpari-22, Inpago-8, dan Inpago-9), tahun 2017 produksi benih sebanyak 3.300 kg dari 3 VUB (Inpari 10, 22, dan 32) dan tahun 2018 produksi benih sebanyak 9.446 kg dari 4 VUB (Inpari 33, 34, 43 dan Inpago-9). Komponen teknologi yang diterapkan berupa penggunaan varietas unggul baru, penggunaan alat tanam dan mesin pertanian (indo jarwo transplanter dan combine harvester), seed treatment dan pengendalian hama penyakit terpadu. Data distribusi benih dan preferensi petani terhadap VUB padi menunjukkan model penyediaan benih padi melalui sekolah lapang desa mandiri benih mampu menyediakan kebutuhan benih desa/kawasan dengan preferensi utama petani terhadap Inpari 30, 32 dan 33. VUB padi yang telah didiseminasikan Badan Litbang Pertanian sebanyak 9 VUB.

Kata kunci: industri 4.0, produsen benih, preferensi petani, VUB padi

ABSTRACT

Seed is a major component in seed production technology. The success of rice self-sufficiency is supported by the supply of seeds that can meet the needs of the region/village. Preparation of seeds carried out in rice development areas has advantages in terms of the accuracy of the amount, time, variety, and quality of seeds because they are produced in the region and to ensure the sustainability of rice farming. The rice seed supply model through the independent seed village field school is one of the efforts to increase the capacity of seed producers to produce quality seeds and disseminate new high yielding varieties. Increasing the capacity of seed producers is done through the assistance of

seed production technology on an area of 2 ha and training / technical guidance on seed production for 3 meetings. The assessment was carried out in 2016 until 2018 in every dry season I (MK I) in Sumbawa Regency and West Lombok Regency, West Nusa Tenggara. This study uses the action research method with the results of the study analyzed descriptively. The results of the 2016 study showed that seed production was 13,200 kg from 5 rice VUBs (Inpari-32, Inpari-30, Inpari-22, Inpago-8, and Inpago-9), in 2017 seed production was 3,300 kg of 3 VUB (Inpari 10, 22, and 32) and in 2018 seed production was 9,446 kg from 4 VUB (Inpari 33, 34, 43 and Inpago-9). The technology component that is applied in the form of the use of new superior varieties, the use of planting equipment and agricultural machinery (indo jarwo transplanter and combine harvester), seed treatment and integrated pest control. Seed distribution data and farmers 'preference for rice VUB shows that the model of rice seed supply through the independent seed village field school is able to provide village / region seed needs with farmers' main preference for Inpari 30, 32 and 33. Rice VUB has been disseminated by the 9 Agency of Agricultural Research and Development Agency.

Keywords: industry 4.0, seed producers, farmers' preferences, new superior varieties

PENDAHULUAN

Benih padi varietas unggul baru merupakan salah satu faktor utama dalam keberlanjutan swasembada pangan. Penggunaan benih varietas potensi tinggi memiliki presentase 51,88%, potensi sedang (44,5%, dan potensi rendah 4,77%, sedangkan varietas unggul baru sekitar 55,6%. Kontribusi NTB dalam program swsembada pangan berupa produksi benih padi pada tahun 2018 sebesar 10.577,529 ton (Dinas Pertanian dan Perkebunan NTB, 2019).

Sekolah Lapang Kedaulatan Desa Mandiri Benih (SL DMB) padi di Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu program Badan Litbang Pertanian telah dilaksanakan sejak tahun 2015 hingga tahun 2018 dengan melibatkan produsen benih dan mitra produsen benih dari program 1000 desa mandiri benih yang dicanangkan oleh Kementerian Pertanian sejak tahun 2015 melalui kegiatan Dinas Pertanian dan Perkebunan Propinsi Nusa Tenggara Barat.

Keberhasilan swasembada padi perlu didukung oleh penyediaan benih yang dapat memenuhi kebutuhan wilayah/desa. Penyiapan benih yang dilakukan di kawasan pengembangan memiliki keuntungan dari segi ketepatan jumlah, tepat waktu, tepat varietas, dan mutu benih karena diproduksi di wilayah tersebut. Pengembangan benih padi di NTB sangat penting mengingat ketersediaan benih bermutu dari varietas unggul baru (VUB) padi masih terbatas. Ketersediaan benih bermutu dinilai strategis sebagai penentu keberhasilan budidaya tanaman dan ketahanan pangan, maka penggunaan varietas unggul baru yang sesuai preferensi dengan system produksi benih yang berkelanjutan. Pengembangan produksi benih sangat perlu dilakukan untuk mempercepat penyebaran, penggunaan benih bermutu dari VUB yang sesuai dengan kebutuhan pengguna. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Sukamandi, Bogor telah menghasilkan VUB padi dengan daya hasil tinggi, namun ketersediaan benihnya di lapang belum mencukupi. Penyediaan benih di wilayah pengembangan merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan benih di kawasan/desa (Badan Litbang Pertanian, 2011).

Pengkajian ini diharapkan dapat: 1) Meningkatkan penerapan teknologi dan kapasitas produsen benih untuk memproduksi benih bermutu; 2) Menyediakan benih padi untuk memenuhi kebutuhan desa/kawasan; 3) Mendiseminasikan varietas unggul baru padi produk Balitbangtan. Tujuan pengkajian untuk mengembangkan model penyediaan benih padi untuk memenuhi kebutuhan kawasan/desa di NTB dan keberlanjutan sistem perbenihan untuk menghadapi era industri 4.0.

BAHAN DAN METODE

Waktu, Kondisi, dan Tempat Percobaan

Kegiatan dilaksanakan pada Musim Kemarau I (bulan April – Juli) pada agroekosistem lahan sawah di tiga lokasi kegiatan. Lokasi pertama (tahun 2016), Kelompok Tani Buin Resong di Desa Berare, Kecamatan Moyo Hilir, Kabupaten Sumbawa memproduksi benih varietas Inpari 32, Inpari 22, dan Inpari 30 Ciherang Sub-1. Lokasi kedua (tahun 2017), Kelompok Penangkar Benih Tekad di Desa Selat, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat dengan VUB padi yang di produksi yaitu Inpari 10, Inpari 22, dan Inpari 32 HDB. Lokasi ketiga (tahun 2018) produsen benih Anugrah di Desa Kuripan Utara, Kecamatan Kuripan, Kabupaten Lombok Barat dengan VUB padi yang di produksi yaitu Inpago 9, Inpari 33, Inpari 34 Salin Agritan, dan Inpari 43Agritan GSR.

Alat dan Bahan Tanam

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu benih padi varietas Inpari 10, 22, 30, 32, 33, 34, 43, Inpago 8, Inpago 9 yang diperoleh dari Balai Besar Padi dan UPBS BPTP NTB, Urea dan NPK Phonska, Obat-obatan, alat tanam caplak/indo jarwo transplanter, sprayer, terpal, sabit, alat panen perontok/*threser*/*combine harvester*, dan *seed moisture*.

Perlakuan dan Desain Percobaan

Kegiatan pengkajian ini dilaksanakan dengan metode ”*action research*” dengan melibatkan petani produsen benih, petani mitra produsen benih dan petugas lapang. Benih padi kelas FS dan SS berasal dari Balai Besar Padi/UPBS BPTP NTB, selanjutnya dikembangkan menjadi kelas benih ES yang dapat memenuhi kebutuhan benih di desa/kawasan pengembangan. Pendampingan teknologi perbenihan dilakukan oleh BPTP dan PPL. Pengawasan benih untuk kebutuhan sertifikasi dilakukan bersama BPSB.

Pemeliharaan Tanaman dan Pengamatan

Teknologi produksi benih padi mengacu pada paket teknologi yang dikeluarkan oleh Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (Wahyuni, *et al*., 2006). Data yang dikumpulkan berupa data agronomis dan preferensi petani terhadap varietas unggul berturut-turut adalah produktivitas, ketahanan terhadap hama penyakit, jumlah anakan produktif, tinggi tanaman, dan bentuk gabah Data yang dikumpulkan berupa data agronomi dan preferensi petani terhadap varietas unggul baru padi. Pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung di lapangan dan survey preferensi dengan menggunakan kuisioner, data yang diperoleh dianalisa secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendampingan Teknologi

Implementasi teknologi perbenihan diterapkan oleh petani produsen benih dengan pendampingan secara intensif oleh peneliti, penyuluh, teknisi, BPSB, PPL/BPP. Hal ini senada dengan pernyataan Surahman, *et al.*, (2015), bahwa lembaga atau institusi di daerah harus bekerjasama dalam hal perencanaan varietas dan jumlah yang dibutuhkan, waktu ketersediaan, dan target penggunaan benih guna meningkatkan kinerja produsen benih. Pendampingan dilaksanakan dari tahap penentuan lokasi, produksi benih mulai dari tanam sampai panen dan prosessing hingga ditanam kembali untuk menghasilkan benih multiplikasi kelas di bawahnya. Pendampingan teknologi perbenihan dimaksudkan untuk mentransfer teknologi ke produsen benih dan untuk menjaga kemurnian benih yang dihasilkan.

Sekolah lapang merupakan kegiatan penyuluhan dimana dimana terdapat interaksi antara petugas lapang dengan petani untuk bertukar pengalaman dalam melakukan budidaya padi yang sesuai anjuran. Sekolah lapang memiliki laboratorium lapang yang berperan

sebagai tempat pembelajaran teknologi budidaya terutama paket teknologi yang spesifik lokasi (Mulyani dan Jumiati, 2015). Kegiatan Sekolah Lapang Desa Mandiri Benih Padi di Kabupaten Sumbawa dan Lombok Barat yang telah dilaksanakan sejak tahun 2016 hingga tahun 2018 telah melibatkan 3 kelompok produsen benih yang terdapat di desa yang melaksanakan program Dinas Pertanian Propinsi Nusa Tenggara Barat. Desa tersebut merupakan salah satu dari 1000 desa mandiri benih yang dicanangkan oleh Kementerian Pertanian sejak tahun 2015.

Produksi dan Distribusi Benih Varietas Unggul Baru pada tahun 2016 – 2018

Laboratorium lapang sebagai tempat belajar bagi petani dan produsen benih dalam memproduksi benih, dan juga sebagai media diseminasi teknologi dan varietas unggul. Berikut data produksi benih yang dihasilkan melalui kegiatan SL Mandiri Benih yang diproduksi pada musim kemarau I (MK I) tahun 2016, 2017 dan 2018.

Tabel 1. Produksi dan distribusi benih VUB padi tahun 2016 - 2018

Varietas	Hasil Benih (Kg)	Kelas Benih	Wilayah Distribusi	Tahun Distribusi
Inpari - 10	1200	BD	Desa Narmada, Narmada, Lombok Barat	2017
Inpari - 22	4800	BD,BR	Desa Berare, Poto, Moyo, Narmada, Lingsar	2016 – 2017
Inpari – 30	4500	BR	Desa Berare, Dompu	2016
Inpari – 32	4800	BD,BR	Desa Berare, Moyo, Poto, Plampang, Narmada, Lingsar, Lombok Tengah	2016 – 2017
Inpari - 33	3577	BR	Desa Kuripan utara, Kuripan, Lombok Barat, PT. Pertani	2018
Inpari – 34	3095	BP	Desa Kuripan utara, Kuripan	2018
Inpari – 43	465	BR	Desa Kuripan utara, Kuripan, Lombok Barat	2018
Inpago - 8	700	BD	Desa Berare, Ropang, Pukat, Uter Iwes, Boal, Sumbawa Besar	2016
Inpago - 9	2654	BD	Desa Berare, Ropang, Sumbawa Besar, Pukat, Uter iwis, Boal, Kuripan Utara, Narmada	2016 & 2018

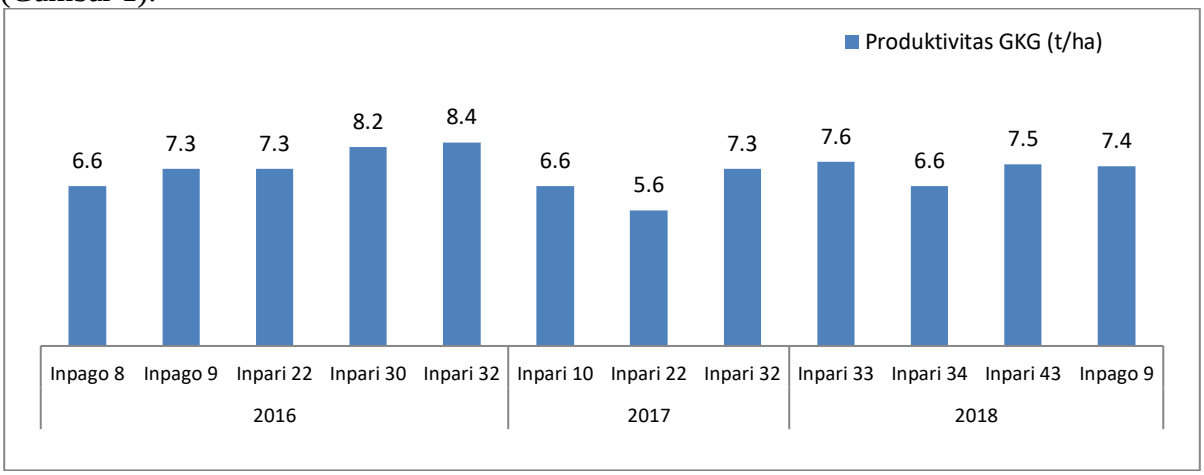
Sumber: Data primer diolah

Berdasarkan data produksi dan distribusi benih melalui kegiatan sekolah lapang mandiri benih padi, maka diperoleh sebaran desa/kecamatan/kabupaten wilayah distribusi penggunaan benih pada tahun 2016 – 2018 (Tabel 1). Untuk wilayah kabupaten Lombok Barat wilayah sebaran distribusi benih berada di kecamatan Kuripan dan Narmada dan sebagian kecil di wilayah Lombok Tengah, sedangkan untuk produksi benih di kecamatan Moyohilir kabupaten Sumbawa memiliki sebaran yang lebih luas yaitu kecamatan Pukat, Ropang, Unter Iwes, Plampang, Empang hingga kabupaten Dompu. Sebaran distribusi varietas yang hingga saat ini banyak diminati adalah varietas Inpari 30 dan Inpari 32.

Preferensi Petani terhadap Varietas Unggul Baru Padi tahun 2016 – 2018

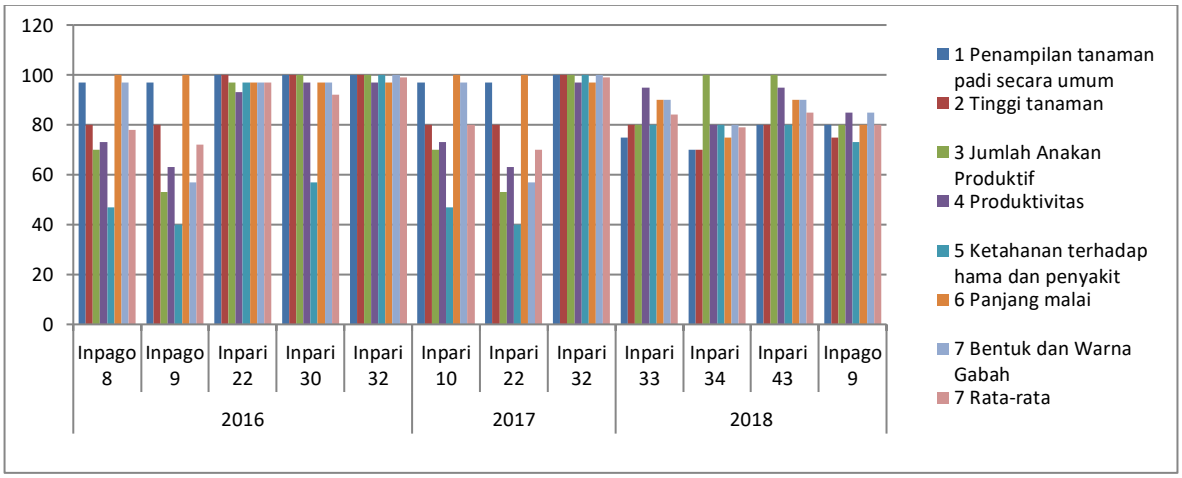
Berdasarkan data preferensi terhadap sembilan produktivitas VUB padi di Kabupaten Lombok Barat dan Sumbawa yang diuji, maka varietas Inpari-32 dan Inpari-30 Ciherang

Sub-1 dapat mencapai hasil tinggi > 8 t/ha GKG. Varietas Inpago-8 dan Inpago-9 merupakan varietas padi gogo, namun dapat mencapai hasil tinggi di lahan sawah (6,6 - 7,3 t/ha GKG) (Gambar 1).



Gambar 1. Produktivitas VUB Padi SL Desa Mandiri Benih MK I Tahun 2016 - 2018 (Sumber: Data primer diolah)

Karakteristik tanaman yang menentukan preferensi petani berturut-turut adalah produktivitas, ketahanan terhadap hama penyakit, jumlah anakan produktif, tinggi tanaman, dan bentuk gabah. Hal ini didukung oleh penelitian Sutaryo dan Purwaningsih (2014) yang menyatakan bahwa preferensi petani didasarkan pada umur tanaman, tinggi tanaman, jumlah anakan, rasa nasi pulen dan ketahanan terhadap penyakit. Sayaka dan Hidayat (2015) menambahkan karakteristik ketersediaan benih dan rasa atau selera daerah setempat sebagai faktor penentu preferensi petani terhadap varietas padi.



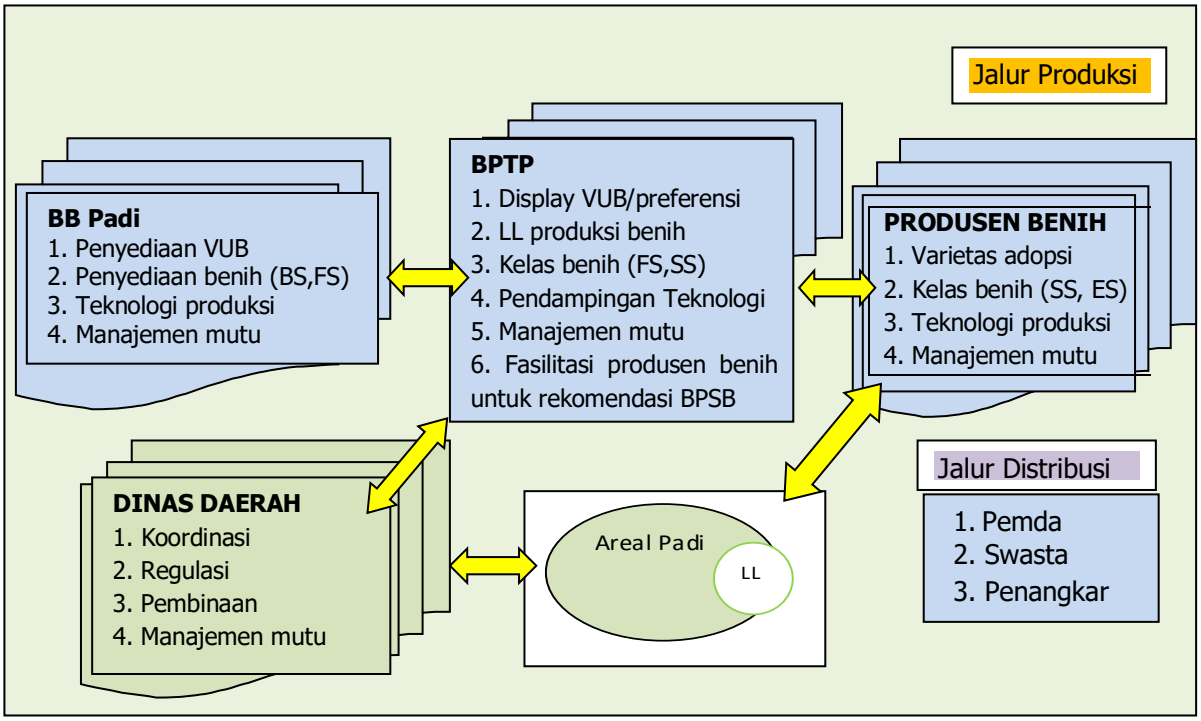
Gambar 2. Preferensi Petani Terhadap Beberapa Karakter VUB Balitbangtan Padi Tahun 2016 – 2018 (Sumber: Data primer diolah)

Preferensi petani di Kabupaten Sumbawa lebih dominan terhadap Inpari 30 Sub-1 Ciherang dan Inpari 32 HDB, dibandingkan varietas Inpago-9 dan Inpago-8 karena produktivitas rendah, terserang hama tikus, jumlah anakan produktif relatif sedikit, dan penampilan tanaman yang tinggi sangat beresiko jika angin kencang. Kondisi ini hampir sama dengan preferensi petani di Kabupaten Lombok Barat lebih banyak memilih varietas Inpari 32 HDB dan Inpari 33 dengan rata-rata > 90% dari varietas Inpari lainnya. Karakter

tanaman yang menjadi prioritas penilaian oleh petani berturut-turut adalah produktivitas, ketahanan terhadap hama penyakit, jumlah anakan produktif, tinggi tanaman, dan bentuk gabah.

Model Penyediaan Benih di Kawasan/Desa

Pengembangan kawasan mandiri benih padi melibatkan beberapa instansi dan kelembagaan yang berkaitan dengan perbenihan padi (Gambar 3).



Gambar 3. Model penyediaan benih untuk memenuhi kebutuhan kawasan/desa

Empat komponen yang terlibat langsung dalam kegiatan mandiri benih padi yaitu Balai Besar Tanaman Padi, BPTP, Dinas Pertanian Kabupaten, dan produsen benih. BB Padi bertugas untuk: 1) Menyediakan varietas unggul baru untuk menjaring preferensi petani dan produsen benih, dan sekaligus sebagai benih sumber dengan kelas benih BS/FS; 2) Menyediakan teknologi produksi dan manajemen mutu yang akan dikaji dan diterapkan pada lokasi mandiri benih. Menurut Supriatna dan Dhalimi (2010), BPTP telah melaksanakan pengembangan industri perbenihan pada tahun 2008 dengan Model Industri Perbenihan Padi rakyat (MIP2R) dengan didasarkan preferensi petani terhadap VUB untuk menyeleksi varietas yang potensial untuk dikembangkan, dimana kerjasama dengan penangkar dilakukan untuk menghasilkan kelas benih FS dan SS (Gambar 3).

Dinas pertanian di daerah, dalam hal ini Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih (BPSB), bertugas untuk melakukan pembinaan terhadap produsen benih terhadap tatacara sertifikasi benih, roughing, pembinaan pengemasan benih, dan mengeluarkan label benih. Selain itu juga memfasilitasi produsen benih dalam hal pengajuan bantuan fasilitas produsen benihan seperti gudang, lantai jemur, dan peralatan lainnya.

Produsen benih bertanggung jawab terhadap mutu benih, sejak benih masih dipertanaman sampai dengan benih siap distribusi. Hal-hal minimal yang perlu dipersiapkan oleh panangkar yaitu permohonan produsen benihan benih ke BPSB, regu *roughing*, fasilitas lantai jemur dan penyimpanan, kemasan benih, dan timbangan.

Pembinaan Petugas dan Produsen Benih

Pembinaan produsen benih dilakukan dengan cara pelatihan/workshop teknologi produksi dan sertifikasi benih. Pelatihan, selain ditujukan kepada produsen benih, juga terhadap petugas lapang (PPL), dan petani mitra produsen benih dalam memproduksi benih. Pelatihan dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali dengan narasumber dari BPTP Balitbangtan NTB, BPSB Kabupaten, Kepala Dinas Pertanian Kabupaten, UPTD Pertanian, Camat, dan produsen benih (Tabel 2). Metode pelatihan/workshop dilakukan dalam ruangan berupa teori dan praktek lapang. Peserta yang menghadiri pelatihan/workshop: petani yang tergabung dalam kelompok tani, pengurus kelompok tani, kepala desa dan staf, PPL, Koordinator BP3K, Kepala UPT Dinas Pertanian, BPSB, Camat, Koramil, Babinsa, Babinkamtibmas, dan Dinas Pertanian Kabupaten.

Tabel 2. Kegiatan Pelatihan/Workshop SL Mandiri Benih Padi Tahun 2016 - 2018

Pertemuan Ke-	Materi/Narasumber	Narasumber
Satu	1. Prosedur sertifikasi benih padi	BPSB Kabupaten
	2. SL Mandiri benih padi terintegrasi desa mandiri benih	BPTP NTB
	3. Teknologi produksi benih padi	BPTP NTB
	4. Hama dan penyakit penting pada tanaman padi dan cara penanggulangannya.	BPTP NTB
dua	1. Prosedur sertifikasi benih dan praktek roughing	BPSB Kabupaten
	2. SL mandiri benih padi dan dukungannya terhadap program UPSUS	BPTP NTB
	3. Kebijakan program desa mandiri benih padi di Kabupaten	Dinas Pertanian Kabupaten
	4. Potensi pengembangan dan program budidaya padi di kecamatan	UPTD Pertanian Kecamatan
tiga	1. Teknologi penanganan panen dan pasca panen benih padi	BPTP NTB
	2. Prosedur sertifikasi benih dan pengambilan sampel untuk uji laboratorium	BPSB Kabupaten

Sumber: Data primer

Saleh, *et al.* (2016) menyatakan bahwa optimalisasi peran kelompok tani sebagai kelas belajar, tempat melakukan kerjasama, unit produksi, dan unit pemasaran hasil menjadi strategi untuk meningkatkan kapasitas produsen benih. Penyuluh memiliki peran sebagai fasilitator dalam kegiatan peningkatan kapasitas produsen benih. Sementara kelompok tani melakukan pertemuan rutin, melakukan kelas belajar, uji coba teknologi, dan pendampingan teknologi akan meningkatkan kapasitas produsen benih. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Kurniyati, *et al.*, (2019) terkait respon petani terhadap pelaksanaan bimbingan teknis, proses produksi dan pemasaran dalam sekolah lapang adalah baik, karena petani terlibat dalam setiap proses di lapang sehingga hasil produksi baik. Susilawati dan Kurniati (2016) menyatakan kegiatan sekolah lapang sebagai bentuk pelatihan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan peserta calon penangkar benih dengan melaksanakan pre test dan post test dengan indikator nilai uji t yang dihasilkan dari penelitian sebesar 5,51. Peningkatan pengetahuan dan peserta pelatihan ini dipengaruhi oleh faktor usia, pendidikan, peran narasumber, waktu pelaksanaan dan sarana pelatihan.

Kemandirian benih padi

Program desa mandiri benih bertujuan untuk memenuhi kebutuhan benih dalam desa, dan wilayah disekitarnya. Sekolah lapang mandiri benih mendukung kegiatan desa mandiri benih padi terutama dari aspek teknologi dalam bentuk pengawalan, pelatihan dan workshop, serta penyediaan benih sumber VUB padi.

Tabel 3. Ketersediaan benih padi di desa dan propinsi NTB Tahun 2016 - 2018

Lokasi (desa, provinsi)	Kebutuhan benih sebar (kg)	Penyediaan Benih Bersertifikat klas ES (kg)			
		Laboratorium Lapang (*display*)	DMB/Swadaya penangkar provinsi	Dari luar provinsi	Kemandirian (cukup/ kurang)
Berare, Sumbawa	15.680	13.200	17.500		Cukup
Narmada, Lombok Barat	3.500	3.300	11.000		Cukup
Kuripan Utara, Lombok Barat	3.000	9.290	11.000		Cukup
NTB	13.930.980	-	11.000.000	3.930.980	Kurang

Sumber: Data primer diolah

Berdasarkan data ketersediaan benih menunjukkan bahwa penyediaan benih untuk kebutuhan di desa/kawasan Sekolah Lapang yang menjadi tujuan desa mandiri benih sudah dapat terpenuhi (Tabel 3). Keberadaan penangkar benih ditingkat petani dinilai cukup penting, mengingat informasi keberadaan benih baru dengan produksi tinggi dapat diperoleh langsung dari penangkar di desa/kawasan tersebut. Selain itu, mutu benih yang dihasilkan dan harga benih yang dibeli melalui penangkar memiliki harga bersaing dari harga benih dipasaran (Waluyo dan Suparwoto, 2018).

Beberapa kendala dalam memproduksi benih padi dalam skala besar di NTB adalah 1) kepastian pasar; 2) hanya dapat maksimum pada MK.I; 3) pilihan varietas masih sedikit;4) kesukaan petani pada varietas tertentu; dan 5) fasilitas untuk memproduksi benih yang masih terbatas.

KESIMPULAN

Sekolah lapang desa mandiri benih padi tahun 2016 hingga tahun 2018 di Kabupaten Sumbawa dan kabupaten Lombok Barat telah mampu meningkatkan kapasitas produsen benih untuk menerapkan teknologi produksi benih bermutu, tersedianya benih padi untuk kebutuhan dalam desa/kawasan pengkajian dengan VUB yang telah didiseminasi sebanyak 9 varietas produk Badan Litbang Pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Litbang Pertanian. 2011. Pedoman Umum Pengelolaan Benih Sumber Tanaman. Badan Litbang Pertanian, Jakarta.

Dinas Pertanian dan Perkebunan NTB. 2019. Produksi Benih Padi di NTB. (Buku Saku BPSB-P NTB).

Kurniyati E., Jatuningtyas, R.K., dan Triastono, J. 2019. Respon Petani terhadap Kegiatan Sekolah Lapang Mandiri Benih Kedelai. Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis UNS ke 43 tahun 2019. Sumber Daya Pertanian Berkelanjutan dalam Mendukung Ketahanan dan Keamanan Pangan Indonesia pada Era 4.0. Jurnal Fakultas Pertanian UNS Vol.3 No.1. E-ISSN: 2615-7721. P-ISSN: 2620 – 8512.

Mulyani, S.I., dan Jumiati, E. 2015. Peningkatan Produktivitas Padi Melalui Pendekatan Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu (SL PTT) di Kecamatan Sesayap Hilir Kabupaten Tana Tidung. Jurnal Agrifor XIV(1): 113 -122. ISSN: 1412 – 6885.

Saleh, A., Putra, R., dan Purnaningsih, N. 2016. Strategi meningkatkan kapasitas penangkar benih. Jurnal Komunikasi Pembangunan, 14(1): 12-35.

Sayaka, B., dan Hidayat, D. 2015. Sistem perbenihan padi dan karakteristik produsen benih padi di Jawa Timur. Analisis Kebijakan Pertanian, 13(2): 185-202.

Supriatna, A., dan Dhalimi, A. 2010. Prospek Pengembangan Model Industri Perbenihan Padi Rakyat dari Sisi kelayakan Usaha: Kasus pada perbenihan Padi di NTB. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian. 13(1): 29-41.

Surahman, M., Satoto, Setiawan, S., Fuadi, A., Akbar, Hastuti, Setiawan, C., Khairunas, Marwoso. 2015. Kebijakan Perbenihan Padi Masa Depan. Biro Perencanaan Kementerian Pertanian. Jakarta.

Sutaryo, B., dan Purwaningsih, H. 2014. Kajian Keragaan Varietas Unggul Baru Padi Sawah dengan Pengelolaan Tanaman Terpadu di Bantul, Yogyakarta. Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 17(2): 89 – 97.

Wahyuni, S., Darajat, A.A., Nugraha, U.S. 2006. Pedoman Produksi Benih Padi kelas FS dan SS. Balai Besar Tanaman Padi.

Waluyo dan Suparwoto. 2018. Pengelolaan dan Distribusi Produksi Benih Sumber Padi di Sumatra Selatan. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian. Politeknik Negeri Lampung. ISBN 978-602-5730-68-9. hal 241-248. http://jurnal.polinela.ac.id/index.php/prosiding.

Susilawati, P.N., dan Kurniati, S. 2016. Dampak Sekolah Lapang Produksi Benih terhadap Pengetahuan Peserta Pelatihan di Lokasi Model Desa Mandiri Benih. Prosiding Pemantapan Inovasi dan Diseminasi Teknologi dalam Memberdayakan Petani. Perlindungan dan Pemberdayaan Pertanian dalam Rangka Pencapaian Kemadirian Pangan Nasional dan Peningkatan Kesejahteraan Petani. 179 – 183. https:// pse.litbang.pertanian.go.id/prosiding.



Diselenggarakan oleh:
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
Universitas Mataram