

APLIKASI BIOCHAR DALAM MEMPENGARUHI AKTIVITAS MIKROBIA TANAH PADA PERTANAMAN JAGUNG YANG MENERAPKAN POLA PEMUPUKAN TERPADU

Zaenal Arifin*¹, Mansur Ma'shum², Lolita Endang Susilowati³, Bustan⁴
¹²³⁴Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

*corresponding author: zaenal.arifin@unram.ac.id

ABSTRAK

Tanah pertanian secara umum telah mengalami degradasi kesuburan tanah dengan menurunnya bahan organik tanah, mikrobial penyubur tanah, kandungan hara N dan tingkat ketersediaan hara P. Untuk memperbaiki tingkat kesuburan tanah diperlukan pembenahan karakteristik tanah yang berkorelasi dengan perkembangan dan aktivitas mikrobial penyubur tanah. Strategi pemulihan yang efektif dilakukan dengan menambahkan bahan organik ke dalam tanah, baik yang bernisbah C/N rendah dalam bentuk kompos ataupun tinggi seperti biochar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar terhadap perubahan beberapa sifat tanah dan aktivitas mikrobial tanah pada pertanaman jagung yang menerapkan pemupukan terpadu. Penelitian eksperimental ini dilakukan di rumah kaca yang ditata menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tujuh kombinasi perlakuan dari biochar (10 ton ha⁻¹), pupuk organik (10 g/tan), dan 5 ml BPF (densitas 10⁹ sel/ml). Tujuh kombinasi perlakuan sebagai berikut: (P0) Tanpa perlakuan; (P1) pupuk anorganik; (P2) pupuk anorganik plus biochar; (P3) pupuk anorganik plus BPF; (P4) pupuk anorganik plus BPF plus biochar; (P5) pupuk anorganik plus pupuk organik plus BPF; dan (P6) pupuk anorganik plus pupuk organik plus BPF plus biochar. Masing-masing perlakuan diulang 3 sehingga didapat 21 pot percobaan. Variabel tanah yang diamati meliputi tekstur tanah, pH-tanah, C-Organik, respirasi mikrobial, populasi total bakteri dan Bakteri Pelarut-fosfat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pemberian biochar, pupuk organik dan BPF memberikan pengaruh nyata terhadap pH tanah, C organik tanah, populasi bakteri, populasi BPF, dan laju respirasi dengan. Kombinasi pemberian pupuk anorganik, pupuk organik dan BPF memberikan populasi mikrobial tanah tertinggi yang diikuti dengan laju respirasi tertinggi.

Keyword: Biochar, mikrobial tanah, pemupukan terpadu, tanaman jagung

1. PENDAHULUAN

Dalam kaitan dengan tingkat kesuburan tanah pertanian, tanah pertanian di Indonesia terindikasi telah mengalami degradasi kesuburan tanah. Degradasi kesuburan tanah terjadi karena pemanfaatan tanah sebagai media produksi tanaman yang telah berlangsung selama berabad-abad. Di sisi lain, percepatan degradasi kesuburan tanah dipacu oleh aktivitas manusia dalam mengelola lahan, diantaranya terkait dengan penerapan teknologi pertanian modern, pemberian pupuk yang tidak seimbang, dan pengembalian bahan organik tanah yang sangat terbatas (Atmojo, 2006). Kondisi tanah yang demikian berkonsekuensi terhadap keberlanjutan produktivitas tanah dan penurunan efisiensi penggunaan pupuk oleh tanaman.

Strategi yang dapat diterapkan untuk mempertahankan dan/atau meningkatkan produktivitas tanah yaitu dengan membenahi karakteristik tanah yang mengalami degradasi dengan mengaplikasikan bahan pembenah tanah, baik yang bersumber dari limbah pertanian bernisbah C/N rendah ataupun C/N tinggi (> 20) (Nurida et al., 2015). Aplikasi limbah pertanian bernisbah C/N rendah ke tanah diberikan dalam bentuk pupuk organik padat. Pupuk organik tersebut berfungsi

memperbaiki sifat fisik tanah dengan membentuk agregat tanah yang lebih stabil, memperbaiki aerasi dan drainase tanah. Pupuk organik juga berguna untuk memperkaya hara yang dibutuhkan tanaman, karena dekomposisi dan mineralisasi bahan organiknya berlangsung secara cepat. Sementara aplikasi limbah organik bernisbah C/N tinggi diberikan dalam bentuk biochar (Nurida et al., 2015).

Biochar adalah arang hitam hasil pembakaran limbah pertanian secara tidak sempurna dengan oksigen terbatas atau tanpa oksigen. Bahan baku biochar berasal dari limbah pertanian ber C/N tinggi, seperti residu kayu-kayuan, sekam padi, kulit buah kakao, tempurung kelapa sawit, tongkol jagung atau sumber bahan organik lainnya yang mempunyai karakter sulit didekomposisi. Biochar merupakan bahan organik yang memiliki sifat stabil dan menjadi pilihan cara pengaplikasian limbah pertanian ber C/N tinggi ke dalam tanah untuk tujuan pemulihan dan peningkatan kualitas kesuburan tanah yang terdegradasi (Nurida et al., 2015). Keunggulan biochar dibanding pupuk organik adalah afinitasnya yang tinggi terhadap unsur hara dan air serta karakteristiknya yang stabil sehingga semua manfaat yang berhubungan dengan retensi hara dan kesuburan tanah dapat berjalan lebih lama dibanding pupuk organik.

Beberapa penelitian melaporkan bahwa aplikasi biochar ke tanah dapat membenahi beberapa sifat tanah diantaranya memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, menurunkan berat jenis, dan meningkatkan agregasi dan retensi air (Baiamonte et al., 2015; Obia et al., 2016) serta meningkatkan kapasitas pertukaran kation sebesar 20% (Laird et al., 2010). Biochar juga menyediakan habitat yang baik bagi mikrobia tanah, sehingga memacu aktivitas mikrobia tanah dalam menyuburkan tanah dan memperbaiki pertumbuhan tanaman.

Untuk menopang pertumbuhan tanaman selain dengan tindakan pembenahan lingkungan tanah, diperlukan juga tindakan pemupukan tanaman. Pemupukan tanaman ditujukan untuk memenuhi hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Pola pemupukan yang direkomendasi oleh Kementerian Pertanian adalah pola pemupukan berimbang dan terpadu. Dalam hal ini perimbangan kombinasi antara pupuk anorganik, organik dan hayati sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Masukan pupuk anorganik dimaksudkan untuk mencukupi hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Sementara pupuk organik akan memberikan pengaruh positif terhadap proses ketersediaan hara bagi tanaman, ketersediaan karbon dan energi bagi mikrobia tanah. Masukan pupuk hayati dimaksudkan untuk memperkaya kandungan mikrobia tanah yang berperan dalam siklus hara dan proses dekomposisi bahan organik tanah. Beberapa hasil penelitian membuktikan bahwa aplikasi kombinasi ketiga jenis pupuk tersebut dalam jumlah perimbangan tertentu terbukti dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk oleh tanaman dengan tingkat reduksi penggunaan pupuk anorganik sekitar 25-50% dengan tingkat pertumbuhan tanaman seimbang atau lebih tinggi ketika hanya menggunakan pupuk anorganik takaran rekomendasi (Arifin & Susilowati, 2020). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh aplikasi biochar terhadap perubahan beberapa sifat tanah dan aktivitas mikrobia tanah pada pertanaman jagung yang menerapkan pemupukan terpadu.

2. METODE

2.1. Tempat dan Waktu Percobaan

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dari bulan Mei sampai Juli 2021. Untuk analisis sifat kimia dan fisik tanah dilakukan di laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas

Pertanian Universitas Mataram. Analisis kerapatan populasi mikroorganisme dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Unram

2.2. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Randomized Complete Design) dengan tujuh kombinasi perlakuan dari biochar (10 ton ha⁻¹), pupuk organik (10 g/tan), dan 5 ml BPF (densitas 10⁹ sel/ml). Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 sehingga didapat 21 pot percobaan. Tujuh kombinasi perlakuan sebagai berikut : (P0) Tanpa perlakuan; (P1) pupuk anorganik; (P2) pupuk anorganik plus biochar; (P3) pupuk anorganik plus BPF; (P4) pupuk anorganik plus BPF plus biochar; (P5) pupuk anorganik plus pupuk organik plus BPF; dan (P6) pupuk anorganik plus pupuk organik plus BPF plus biochar.

2.3. Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah untuk keperluan analisis laboratorium dan percobaan diambil di lahan petani di desa Narmada kecamatan Narmada kabupaten Lombok Barat. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara komposit pada kedalaman lapisan olah (0 - 25 cm). Tanah dikeringanginkan kemudian diayak dengan mata ayakan 2 mm untuk keperluan analisis awal tanah dan percobaan rumah kaca.

2.4. Penyiapan Kompos

Kompos yang digunakan merupakan campuran dedak dan pupuk kandang dengan perbandingan berat 1:1. Sebelum digunakan kompos difumigasi dengan menggunakan bahan yang beracun aktif dazomet 98%. Kompos dengan volume 0.2 m³ (0.2 m x 1 m x 1 m) dibasahi hingga lembab lalu bahan ditambahkan sebanyak 50 g, diaduk hingga tercampur rata kemudian ditutup rapat dengan bahan berwarna gelap. Inkubasi dilakukan selama 7 hari dan setelah itu bahan penutup dibiarkan terbuka selama 5 hari agar gas dari proses fumigasi tersebut keluar dari kompos.

2.5. Pembuatan Biochar

Pembuatan biochar sekam padi merujuk pada teknik yang disediakan oleh Balai Penelitian Tanah Bogor (Nurida et al., 2015).

2.6. Penyiapan Pupuk Hayati P (konsorsium BPF)

Konsorsium BPF (*Pseudomonas azotoformans*, *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus paramycoides*) yang digunakan adalah koleksi Arifin dan Susilowati (hasil penelitian skim terapan tahun anggaran 2017-2019). Masing-masing inokulan BPF ditumbuhkan dalam medium Pikovskaya padat dengan masa inkubasi 2 x 24 jam. Selanjutnya dari masing-masing bakteri diambil beberapa koloni untuk ditumbuhkan secara terpisah pada elemeyer 25 ml yang berisi 10 ml medium pikovskaya cair dan diinkubasi 2 x 24 jam, kemudian dihitung densitasnya. Selanjutnya dilakukan proliferasi konsorsium bakteri dengan cara dari masing-masing suspensi stater diambil 5 ml kemudian dimasukkan ke dalam elemeyer 100 ml yang berisi 25 ml medium pikovskaya cair dan diinkubasikan selama 5 hari dengan cara digoyang (shaking) pada kecepatan 120 rpm. Untuk memanen sel bakteri dilakukan dengan sentrifugasi pada kecepatan 1200 g selama 10 menit. Kepekatan dari masing-masing bakteri yang akan diaplikasikan sekitar 10⁹ sel/ml

2.7. Sterilisasi Benih Jagung

Benih jagung yang digunakan dalam percobaan ini adalah varietas Lamuru. Permukaan benih jagung (*Zea mays* L.) disterilkan dengan sodium hypochlorite 1% selama 3 menit kemudian dicuci tiga kali dengan air steril. Benih yang telah steril ditanam dalam pot percobaan

2.8. Penyiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan yaitu polybag dengan kapasitas 10 kg. Pada masing-masing media tanam dimasukkan tanah kering angin yang telah disiapkan seberat 9 kg.

2.9. Penanaman

Penanaman dilakukan dengan cara tugal dengan kedalaman sekitar 5 cm. Tiap pot percobaan ditanam 2 biji benih dan selanjutnya lubang ditutup dengan tanah. Penjarangan dilakukan pada umur 7 HST dengan menyisakan satu tanaman yang pertumbuhannya seragam. Penyulaman dilakukan apabila terdapat benih tanaman yang tidak tumbuh atau mati.

2.10. Pemberian Pupuk P-anorganik dan Pupuk Hayati BPF

Pemberian pupuk anorganik dilakukan sesuai perlakuan, Rekomendasi pemupukan untuk tanaman jagung varietas Lamuru yaitu 300 kg urea dan 300 kg Ponska/ha. Pemberian pupuk-anorganik ke 1 dilakukan pada saat tanaman umur 7 HST dengan takaran urea 100 kg /ha dan Ponska 200 kg/ha. Pemupukan ke 2 dilakukan pada saat tanaman umur 25-30 HST dengan takaran urea 200 kg/ha dan Ponska 100 kg/ha. Pemupukan dilakukan secara tugal berjarak 5 cm dari lubang tanam. Pupuk hayati BPF diberikan sesuai dengan perlakuan percobaan. Aplikasi BPF dilakukan bersamaan dengan pemberian pupuk anorganik dengan takaran 5 ml per tanaman dengan densitas 10⁹ sel/ml. Pada perlakuan yang diberikan pupuk organik, pupuk organik diberikan saat tanam sebagai bahan penutup lubang tanam.

2.11. Pengairan

Pengairan dilakukan dengan memberikan air pada pot percobaan mendekati kadar lengas Kapasitas Lapang. Kadar air pada kondisi kapasitas lapang ditetapkan sebelum tanam. Untuk mempertahankan ketersediaan air bagi tanaman maka jumlah kehilangan air yang hilang melalui evapotranspirasi digantikan dengan penyiraman setiap hari. Jumlah pemberian air setiap hari dihitung dengan pendekatan gravimetri yaitu dengan tehnik penimbangan pot dengan interval 24 jam. Selisih berat yang didapat merupakan jumlah kehilangan air selama 24 jam dan digantikan melalui penyiraman.

2.12. Penyiangan

Penyiangan dilakukan ketika gulma tumbuh di pot yang percobaan. Penyiangan dilakukan secara manual dengan mencabut rumput-rumput tersebut dari pot percobaan.

2.13. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengambilan hama pada tanaman jagung dilakukan secara mekanik dengan cara pengambilan hama dengan tangan. Apabila intensitas serangan hama dan

penyakit diatas ambang ekonomi maka penggunaan pestisida bersifat selektif sangat diperlukan.

2.14.Pemanenan

Panen dilakukan pada umur vegetative maksimum (45 HST).

2.15.Parameter Tanah yang diukur

Analisis tanah awal meliputi tekstur tanah (metode pipet), pH-tanah (Glass electrode -pH meter), C-Organik (metode Walkley Black), P tersedia (metode Bray 1), dan populasi total bakteri (Metode Total Plate Count). Analisis tanah akhir meliputi pH-tanah (Glass electrode -pH meter), C-Organik (metode Walkley Black), respirasi (Iswandi 1989) dan populasi total bakteri dan Bakteri Pelarut-fosfat (Metode Total Plate Count).

2.16.Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis secara statika menggunakan ANOVA, dan untuk melihat perbedaan antar perlakuan data yang disajikan dalam angka yang berarti \pm standar error (SE) dari tiga ulangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Tanah

Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah sebelum tanam untuk lokasi pengambilan sampel tanah disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisika dan kimia tanah sebelum tanam

| No | Analisis Tanah | Nilai | Harkat(*) |
|----|--|-----------------------|------------|
| 1 | pH | 6,20 | Agak masam |
| 2 | C organik (%) | 1,2 | Rendah |
| 3 | P Tersedia (ppm) | 9,2 | sedang |
| 4 | Tekstur | Pasir Berlempung | |
| 5 | Kerapatan Mikroorganisme (cfu.g ⁻¹ tanah) | 1,5 x 10 ³ | Rendah |

Sumber: *Kriteria penilaian hasil analisis tanah menurut Balittanah, 2005

Berdasarkan hasil analisis sifat fisika dan kimia tanah pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kesuburan tanah di lokasi pengambilan sampel tanah tergolong rendah dengan faktor pembatas kesuburan tanah adalah kandungan pH tanah agak masam, C-organik dengan status rendah, kandungan P-tersedia berada pada penilaian sedang dan populasi mikroorganisme yang rendah.

pH tanah masuk dalam kriteria agak masam menjadi suatu permasalahan dalam penyediaan unsur hara. Ketersediaan contro makro seperti Nitrogen (N), Fosfat (P), dan Kalium (K) tersedia optimal pada tanah dengan pH netral. Kemasaman tanah yang netral akan mempengaruhi keseimbangan reaksi kimia dalam tanah dan ketersediaan hara terutama Fosfat (P) (Mariana, 2007). Semakin naik pH kondisi netral maka semakin tinggi pula jumlah P tersedia dalam tanah ultisol (Chairuman, 2008). Kondisi tanah agak masam pada lokasi pengambilan sampel tanah disebabkan karena sistim penanaman intensif yang selama ini dilakukan sehingga menyebabkan pencucian kation basa menjadi tinggi. Disamping itu, penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus akan dapat menurunkan pH

tanah. Jumlah C organik tanah yang rendah menunjukkan bahwa dalam sistim pengelolaan lahan yang selama ini dilakukan sangat jarang atau tidak pernah melakukan pemupukan dengan pupuk organik sehingga jumlah cadangan C organik mengalami penurunan. Hal ini sejalan dengan jumlah populasi mikroorganisme yang berada pada kisaran rendah ($1,5 \times 10^3$ cfu.g⁻¹ tanah). Karena keterbatasan cadangan C organik sebagai sumber energi menyebabkan perkembangan kehidupan mikro dan makro tanah menjadi terhambat. Peranan jasad renik tanah sangat penting dalam siklus dan penyediaan unsur hara bagi tanaman. Rendahnya jumlah mikroorganisme bermakna bahwa di dalam tanah terjadi keterhambatan proses ketersediaan hara sehingga tidak banyak contro fosfor yang dapat diserap oleh tanaman karena ketersediaannya yang tidak optimum. Untuk meningkatkan jumlah mikroorganisme dalam tanah perlu dilakukan penambahan pupuk organik dan pupuk hayati (Puspitasari, 2006).

3.2 Hasil Analisis Tanah Rhizosper

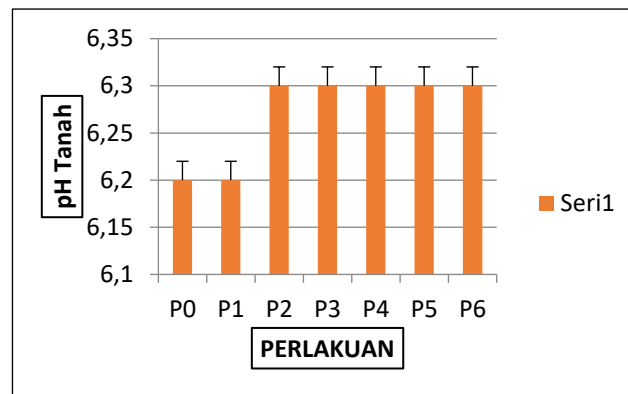
Analisis tanah rhizosper tanaman jagung dilakukan pada fase vegetatif maksimum yaitu pada umur 45 HST yang ditandai dengan tanaman jagung mulai akan mengeluarkan bakal calon bunga. Parameter tanah yang diamati meliputi pH, C organik, Total Bakteri, Total BPF, laju respirasi yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Parameter Tanah Rhizosper

| No | Perlakuan | Parameter Analisis | | | | |
|----|-----------|--------------------|---------------|--|----------------------------------|---|
| | | pH | C-Organik (%) | Total Bakteri (10 ⁸ cfu.g ⁻¹) | Total BPF (cfu.g ⁻¹) | Respirasi (mg CO ₂ . G-1.hari-1) |
| 1 | P0 | 6,2 | 0,95 | 0,9 | 3,7 | 2,85 |
| 2 | P1 | 6,2 | 0,91 | 1,6 | 6,3 | 2,98 |
| 3 | P2 | 6,3 | 1,11 | 2,7 | 16,0 | 3,35 |
| 4 | P3 | 6,3 | 0,98 | 2,3 | 15,7 | 3,38 |
| 5 | P4 | 6,3 | 1,08 | 3,6 | 29,3 | 3,71 |
| 6 | P5 | 6,3 | 1,02 | 3,7 | 32,3 | 4,45 |
| 7 | P6 | 6,3 | 1,19 | 3,1 | 24,3 | 3,67 |

3.3 pH Tanah

Dari hasil percobaan dan analisis data menunjukkan bahwa pH tanah tidak terjadi perubahan pada perlakuan P0 dan P1 yaitu sebesar 6,2, tetapi mengalami peningkatan menjadi 6,3 pada perlakuan P3, P4, P5, dan P6. Pada perlakuan dengan pemberian masing-masing atau kombinasi Biochar, pupuk organik dan BPF meningkatkan pH tanah dan berbeda nyata dengan perlakuan P0 dan P1. Hasil percobaan pada Gambar 2 menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan organik (P3, P4, P5, dan P6) mengalami peningkatan nilai pH tanah dibandingkan P1 dan kontrol. Terjadinya peningkatan pH yang diakibatkan karena pemberian pupuk biochar, bahan organik dan pupuk BPF disebabkan karena dalam proses dekomposisi bahan organik dapat melepaskan mineral-mineral berupa kation-kation basa (Ca, K) yang menyebabkan konsentrasi ion OH⁻ meningkat (Atmojo, 2013).

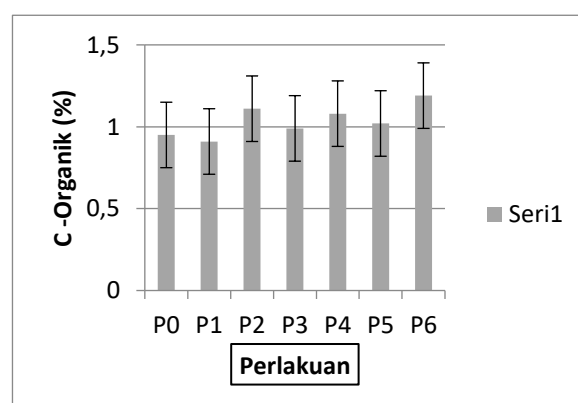


Gambar 1. Pengaruh Perlakuan Terhadap pH Tanah

Meningkatnya konsentrasi ion hidroksida dapat bereaksi dengan ion H^+ menjadi H_2O sehingga pH tanah akan meningkat. Berdasarkan hasil penelitian. Atekan dan Surahman (1997) menyatakan bahwa peningkatan pH akibat penambahan bahan organik karena proses mineralisasi dari anion menjadi CO_2 dan H_2O atau karena sifat alkalin dari bahan organik tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah namun besarnya peningkatan pH tanah tergantung dari kualitas dan kuantitas dari bahan organik yang dipergunakan.

3.4 C- Organik Tanah

Dari hasil percobaan dan analisis data menunjukkan bahwa kadar C organik tanah terjadi peningkatan sebagai akibat dari perlakuan yang diberikan. Rata-rata kadar C organik tanah terendah didapatkan pada perlakuan P0 dan P1 yaitu sebesar 0,95 dan 0,91 %. Sedangkan C organik tanah tertinggi dihasilkan dari perlakuan P6 yaitu sebesar 1,19 % seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap C organik Tanah

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan biochar, bahan organik dan BPF memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kenaikan C organik tanah dibandingkan kontrol (P0) dan perlakuan dengan penggunaan pupuk anorganik (P1). Pada perlakuan pupuk anorganik +Biochar (P2) memberikan hasil yang sama dengan perlakuan pupuk anorganik +Biochar + BPF (P4).

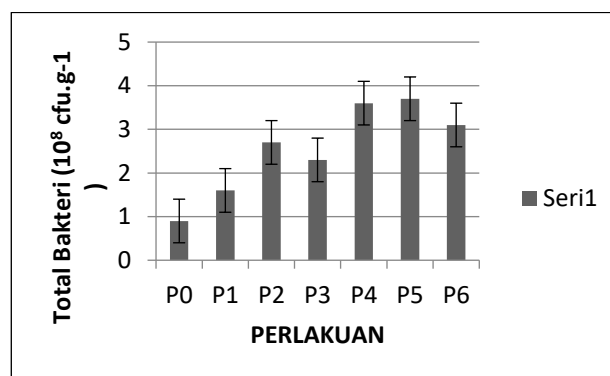
Sedangkan pada pemberian pupuk anorganik + BPF (P3) dan perlakuan pupuk anorganik + pupuk organik + BPF (P5) tidak memberikan pengaruh nyata dan kandungan C organik yang lebih rendah tanpa ada masukan biochar. Kandungan

C organik tanah tertinggi didapatkan pada perlakuan P6 yaitu sebesar 1,19% dan berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Dari hasil penelitian dan analisis data menunjukkan bahwa pemberian biochar, pupuk organik, dan BPF dapat meningkatkan kandungan C organik Tanah. Pemberian Biochar, pupuk kandang, dan BPF akan meningkatkan C organik tanah karena ketiga bahan tersebut merupakan sumber bahan organik dimana pada proses dekomposisinya akan menghasilkan asam-asam organik dan residu C organik dalam tanah. Pengaruh yang paling dominan terhadap peningkatan C organik tanah ditunjukkan sebagai pengaruh pemberian biochar. Hal ini sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari biochar. Biochar dengan karakter nisbah C/N-nya yang tinggi (> 20) merupakan sumber bahan organik tanah untuk keberadaan waktu yang lebih lama dengan aplikasi kompos. Biochar mengandung senyawa karbon yang stabil dengan struktur karbon aromatic yang dominan (Purakayastha et al., 2015), sehingga hanya sebagian kecil dari biochar yang dapat termineralisasi dalam waktu singkat setelah aplikasi. Juriga et al., (2018) melaporkan bahwa pada bulan ke 38 setelah aplikasi biochar 20 ton ha⁻¹ kedalam tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah secara nyata (sebesar 28,69%).

3.5 Populasi Bakteri dan BPF

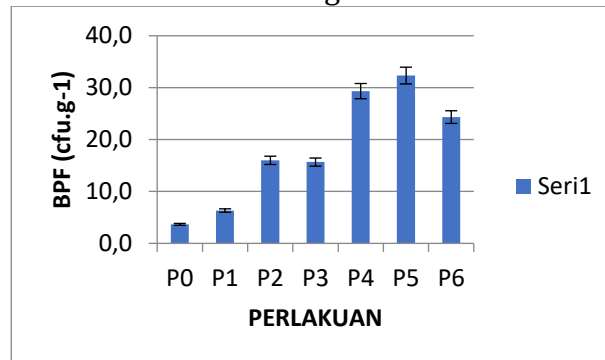
Dari hasil pengamatan dan analisis data kerapatan populasi bakteri dan bakteri pelarut fosfat (BPF) menunjukkan bahwa terjadi perbedaan secara signifikan kerapatan populasi bakteri dan bakteri pelarut fosfat (BPF) sebagai akibat perlakuan yang diberikan. Kenaikan dan penurunan populasi secara umum menunjukkan pola yang sama pada kedua parameter tersebut.



Gambar 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Populasi Bakteri

Untuk kerapatan populasi bakteri yang dihitung adalah jumlah total bakteri. Berdasarkan Gambar 3, kerapatan populasi bakteri berbeda nyata antara semua perlakuan kecuali perlakuan P4 dan P5 yang tidak berbeda nyata. Populasi bakteri terendah didapatkan pada perlakuan kontrol (P0) sebanyak $0,9 \times 10^8$ cfu.g⁻¹ dan yang tertinggi pada perlakuan P5 ($3,6 \times 10^8$ cfu.g⁻¹) dan P6 ($3,7 \times 10^8$ cfu.g⁻¹). Demikian juga dengan kerapatan populasi BPF yang ditunjukkan pada Gambar 5, bahwa populasi BPF terendah didapatkan pada perlakuan kontrol sebanyak 3,7 cfu.g⁻¹ dan tertinggi pada perlakuan P5 sebanyak 32,3 cfu.g⁻¹. Pada perlakuan P6 yaitu pemberian pupuk anorganik+ biochar +pupuk organik+ BPF terjadi penurunan populasi bakteri dan BPF.

Pertumbuhan dan perkembangan bakteri sangat dipengaruhi oleh perlakuan yang diberikan. Pemberian bahan organik seperti biochar dan pupuk organik (kompos) sangat mempengaruhi aktivitas mikrobia (bakteri) tanah karena terjadi peningkatan sumber karbon dan energi di dalam tanah.



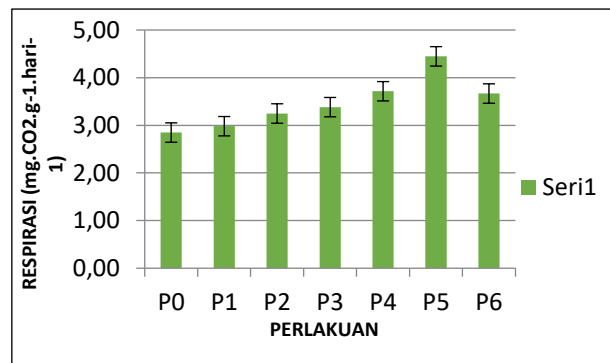
Gambar 4. Pengaruh Perlakuan Terhadap Populasi BPF

Kompos akan menjadi sumber energi dan karbon bagi mikrobia dalam jangka waktu cepat, karena relatif mudah mengalami dekomposisi. Sementara biochar merupakan sumber bahan organik yang tersimpan di dalam tanah karena proses dekomposisinya berlangsung secara lambat. Biochar dengan karakter nisbah C/N-nya yang tinggi (> 20) merupakan sumber bahan organik tanah untuk keberadaan waktu yang lebih lama dengan aplikasi kompos. Biochar mengandung senyawa karbon yang stabil dengan struktur karbon aromatic yang dominan (Purakayastha et al., 2015), sehingga hanya sebagian kecil dari biochar yang dapat termineralisasi dalam waktu singkat setelah aplikasi. Juriga et al., (2018) melaporkan bahwa pada bulan ke 38 setelah aplikasi biochar 20 ton ha^{-1} kedalam tanah dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah secara nyata (sebesar 28,69%). Aplikasi biochar dilaporkan tidak hanya memperbaiki sifat kimia dan fisik tanah tetapi juga aktivitas mikroba tanah. Biochar juga telah terbukti dapat meningkatkan komposisi komunitas biologi tanah (Grossman et al., 2010) dan biomassa mikroba sebesar 125% (Liang et al., 2010).

3.6 Laju Respirasi

Pengukuran laju respirasi dilakukan di laboratorium dengan mengambil contoh tanah rhizosper pada tanaman jagung setelah fase vegetatif maksimum. Hasil pengukuran dan analisis data menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap laju respirasi. Laju respirasi yang terendah didapatkan pada perlakuan P0 yaitu sebesar $2,85 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$ dan kecepatan laju respirasi tertinggi didapatkan pada perlakuan P6 yaitu sebesar $4,45 \text{ mg CO}_2 \cdot \text{G}^{-1} \cdot \text{hari}^{-1}$ seperti yang disajikan pada Gambar 7.

Pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa kecepatan laju respirasi semakin meningkat dengan semakin banyak penambahan sumber bahan organik yaitu biochar, pupuk organik dan BPF. Semua perlakuan memberikan hasil yang berbeda nyata dengan kontrol. Pada perlakuan P2 yaitu perlakuan dengan pemberian pupuk anorganik saja meskipun tidak ada penambahan sumber bahan organik tetapi laju respirasi lebih tinggi dengan kontrol. Hal ini disebabkan karena penambahan pupuk anorganik dapat meningkatkan aktivitas dan jumlah mikrobia tanah sehingga proses dekomposisi bahan organik dan mineralisasi unsur hara menjadi lebih tinggi.



Gambar 5. Pengaruh Perlakuan Terhadap Laju Respirasi

Kondisi ini diperkuat dan dibuktikan dengan hasil perhitungan jumlah populasi mikrobia tanah yang meningkat. Laju respirasi tertinggi dihasilkan pada perlakuan P5 yaitu dengan pemberian pupuk anorganik, pupuk organik dan BPF. Hal ini selain disebabkan oleh peningkatan jumlah populasi mikrobia sebagai akibat penambahan BPF juga disebabkan karakteristik dari kompos yang mudah mengalami dekomposisi sehingga CO₂ yang dihasilkan lebih tinggi. Pada perlakuan P6, meskipun jumlah pemberian bahan organik lebih tinggi dengan penambahan biochar tetapi laju respirasi lebih rendah dari perlakuan P5 dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P4. Dalam hal ini, kehadiran biochar yang mempunyai karakteristik yang relatif lebih stabil dengan nisbah C: N ratio yang lebih tinggi menyebabkan lebih resisten terhadap perombakan sehingga CO₂ yang dihasilkan lebih rendah. Kenyataan ini didukung dengan pendapat Purakayastha et al., (2015) bahwa biochar mengandung senyawa karbon yang stabil dengan struktur karbon aromatik yang dominan, sehingga hanya sebagian kecil dari biochar yang dapat termineralisasi dalam waktu singkat setelah aplikasi.

4. KESIMPULAN

Pemberian biochar, pupuk organik dan BPF memberikan pengaruh nyata terhadap pH tanah, C organik Tanah, populasi bakteri, populasi BPF, dan laju respirasi. Kombinasi pemberian pupuk anorganik, biochar, pupuk organik dan BPF memberikan C organik tanah tertinggi yaitu sebesar 1,19 % dan dengan kombinasi pemberian pupuk anorganik, pupuk organik dan BPF memberikan populasi mikrobia tanah tertinggi yang diikuti dengan laju respirasi tertinggi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Mataram melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM Unram) atas dana yang diberikan melalui penelitian Penelitian Peningkatan Kapasitas tahun 2021.

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, Z., & Susilowati, L. E. (2020). SOSIALISASI PEMUPUKAN TERPADU PUPUK BIO-ORGANIK FOSFAT DAN ANORGANIK PADA TANAMAN KEDELAI. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 958–968.
2. Atmojo, S. W. (2006). Degradasi lahan & ancaman bagi pertanian. *Solo Pos*, 7.
3. Baiamonte, G., De Pasquale, C., Marsala, V., Cimò, G., Alonzo, G., Crescimanno, G., & Conte, P. (2015). Structure alteration of a sandy-clay soil by biochar amendments. *Journal of Soils and Sediments*, 15(4), 816–824.
4. Bouajila, K., & Sanaa, M. (2011). Effects of organic amendments on soil physico-chemical and biological properties. *J. Mater. Environ. Sci*, 2(1), 485–490.
5. Budhisurya, E., Anggono, R. C. W., & Simanjuntak, B. H. (2013). Analisis kesuburan tanah dengan indikator mikroorganisme tanah pada berbagai sistem penggunaan lahan di Plateau Dieng. *Agric*, 25(1), 64–72.

6. Chairuman N. 2008. Efektifitas Cendawan Mikoriza Arbuskula Pada Beberapa Tingkat Pemberian Kompos Jerami Terhadap Ketersediaan Fosfat Serta Pertumbuhan dan Produksi Padi Gogo di tanah Ultisol. [Skripsi, Unpublished] Universitas Sumatra Utara. Medan.
7. Djajakirana, G. (2003). Metode-Metode Penetapan Biomassa Mikroorganisme Tanah secara Langsung dan Tidak Langsung: Kelemahannya dan Keunggulannya (Direct and Indirect Methods of Soil Microbial-Biomass Determination: Weakness and Strength). *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan*, 5(1), 29-38.
8. Gani, A. (2018). Potensi arang hayati biochar sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian.
9. Grossman, J. M., O'Neill, B. E., Tsai, S. M., Liang, B., Neves, E., Lehmann, J., & Thies, J. E. (2010). Amazonian anthrosols support similar microbial communities that differ distinctly from those extant in adjacent, unmodified soils of the same mineralogy. *Microbial Ecology*, 60(1), 192-205.
10. Juriga, M., Šimanský, V., Horák, J., Kondrlová, E., Igaz, D., Polláková, N., Buchkina, N., & Balashov, E. (2018). The effect of different rates of biochar and biochar in combination with N fertilizer on the parameters of soil organic matter and soil structure. *Journal of Ecological Engineering*, 19(6).
11. Kurniawan, A., Haryono, B., Baskara, M., & Tyasmoro, S. Y. (2016). Pengaruh penggunaan biochar pada media tanam terhadap pertumbuhan bibit tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(2).
12. Laird, D. A., Fleming, P., Davis, D. D., Horton, R., Wang, B., & Karlen, D. L. (2010). Impact of biochar amendments on the quality of a typical Midwestern agricultural soil. *Geoderma*, 158(3-4), 443-449.
13. Liang, B., Lehmann, J., Sohi, S. P., Thies, J. E., O'Neill, B., Trujillo, L., Gaunt, J., Solomon, D., Grossman, J., & Neves, E. G. (2010). Black carbon affects the cycling of non-black carbon in soil. *Organic Geochemistry*, 41(2), 206-213.
14. Nurida, N. L., Rachman, A., & Sutono, S. (2015). Biochar Pembenh Tanah yang Potensial. Balai Penelitian Tanah, Bogor.
15. Obia, A., Mulder, J., Martinsen, V., Cornelissen, G., & Børresen, T. (2016). In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. *Soil and Tillage Research*, 155, 35-44.
16. Purakayastha, T. J., Kumari, S., & Pathak, H. (2015). Characterisation, stability, and microbial effects of four biochars produced from crop residues. *Geoderma*, 239, 293-303.
17. Puspitasari A. 2006. Pupuk Hayati Azotobacter dan Mikrob Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Pertumbuhan Jagung pada Ultisol Dramaga. [Skripsi]. Program Studi Ilmu Tanah, Institut Pertanian Bogor. Bogor