

POTENSI PUPUK HAYATI FOSFAT DALAM MENGEFISIENSI PENGGUNAAN PUPUK P- ANORGANIK PADA TANAMAN JAGUNG

Zaenal Arifin¹⁾, Lolita Endang Susilowati¹⁾, Bambang Hari Kusumo¹⁾, Mansur Ma'shum¹⁾

¹⁾Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

*Corresponding Author Email: zn.arifin@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji efektivitas pupuk hayati beragensi bakteri pelarut fosfat (BPF) dalam meningkatkan ketersediaan P dan efisiensi penggunaan pupuk P-anorganik Ponska pada tanaman jagung. Penelitian dilakukan di rumah kaca yang ditata menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan kombinasi yaitu tanpa pemupukan (P1), pemberian 5 ml BPF (densitas 10⁹ sel/ml) per tanaman (P2), pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) (P3), pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) + 5 ml BPF (densitas 10⁹ sel/ml) per tanaman (P4), pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) + kompos 10 g/tan (P5), dan pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) + kompos 10 g/tan + 5 ml BPF (densitas 10⁹ sel/ml) per tanaman (P6). Setiap perlakuan dilakukan 3 ulangan, sehingga didapatkan 18 pot percobaan. Variabel yang dikaji terdiri atas variabel tanah yaitu Tekstur tanah, pH, C-Organik, dan P tersedia. Sedangkan variabel tanaman meliputi serapan P. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan P6 memberikan P tersedia tanah tertinggi yaitu 16,30 ppm dengan tingkat efisiensi penggunaan pupuk anorganik 19,43 %.

Keyword: Pupuk hayati-P, efisiensi pupuk P-anorganik, tanaman jagung

1. PENDAHULUAN

Nutrisi tanaman berupa unsur hara sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Unsur hara biasanya diberikan lewat pemupukan anorganik dalam sistem budidaya pertanian. Jumlah dan jenis pupuk anorganik yang tepat merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan pertumbuhan dan hasil panen yang tinggi. Pemberian jumlah/ takaran pupuk yang kurang tepat dapat menyebabkan pertumbuhan dan hasil tanaman terganggu. Pemberian pupuk yang kurang tepat dapat berupa kekurangan maupun kelebihan. Kekurangan jumlah pemberian pupuk dapat menyebabkan tidak terpenuhi kebutuhan unsur hara tanaman yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu [1]. Demikian juga dengan pemberian yang berlebihan dapat menyebabkan ketidakseimbangan jumlah unsur hara dan menyebabkan tanah dan lingkungan menjadi tercemar oleh residu pupuk. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknologi untuk mengoptimalkan penggunaan pupuk anorganik sehingga takaran pemupukan dapat dikurangi tanpa mengurangi serapan unsur hara oleh tanaman.

Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik adalah dengan menggabungkan pupuk anorganik dan pupuk hayati. Mikroorganisme yang terkandung dalam pupuk hayati berperan dalam proses penyediaan unsur hara dari bentuk tidak tersedia menjadi tersedia dan meningkatkan serapan oleh tanaman [2]. Terkait dengan peningkatan efisiensi pupuk P-anorganik, salah satu jenis pupuk hayati yang dapat diaplikasikan adalah pupuk hayati pelarut fosfat beragensia bakteri pelarut fosfat [3]. Bakteri pelarut fosfat mensekresikan asam-asam organik, seperti asam-asam format, asetat, sitrat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat, suksinat, yang berperan melarutkan P yang terikat oleh kation Al, Fe dan Ca dalam tanah menjadi P-tersedia dan dapat diserap oleh tanaman [4]. Beberapa hasil penelitian terdahulu membuktikan peran pupuk

hayati pelarut fosfat beragensia *Penicillium* sp. mampu melarutkan 26 % hingga 40 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, sedangkan *Aspergillus* sp melarutkan 18 % $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ [5]). Bakteri pelarut fosfat juga menghasilkan enzim fosfatase yang mengkatalis proses mineralisasi P-organik menjadi P-tersedia bagi tanaman [4].

Efektivitas pupuk hayati bakteri pelarut fosfat dalam meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk P selain bergantung pada potensi dari masing-masing jenis mikrobianya juga ditentukan oleh kondisi lingkungan tanah, seperti ketersediaan P, pH tanah, kelembaban tanah, kandungan bahan organik, dan kepadatan populasi dan jenis bakteri [6]. Selain itu, tingkat efektivitasnya bergantung juga pada kesesuaian jenis bakteri/mikrobia agensia pelarut fosfat dan jenis pupuk yang dilarutkannya. Pada penggunaan pupuk hayati "Biotara dengan agensia bakteri pelarut fosfat berasal dari tanah mineral masam" pada budidaya padi di lahan rawa terbukti efektif untuk mengurangi takaran pupuk P-anorganik hingga 30% dengan peningkatan hasil padi var. Margasari sekitar 13.49% dan padi var. Inpara I sekitar 10,55% di lahan rawa [7].

Petani untuk mencukupi kebutuhan hara P bagi tanaman semusim, seperti tanaman jagung, cabai, tomat, kacang hijau dan kedelai menggunakan pupuk SP-36. Akan tetapi rekomendasi pemupukan saat ini adalah sebagian besar menggunakan pupuk majemuk NPK PHONSKA. Kedua jenis pupuk tersebut memiliki karakter fisiologis yang berbeda khususnya terkait kelarutan pupuk dalam air. Kelarutan pupuk SP-36, dalam air relatif rendah, akan tetapi pupuk SP-36 larut dalam asam sitrat minimal 34 %. Pupuk PHONSKA bersifat higroskopis, mudah larut dengan air dan diserap oleh tanaman [8]. Perbedaan karakter tersebut menyebabkan adanya perbedaan teknik dalam pemupukan guna mengefisienkan penggunaan pupuk oleh tanaman. Pupuk SP-36 diberikan sebagai pupuk dasar, sedangkan PHONSKA diberikan dua kali yaitu sebagai pupuk dasar dan pupuk susulan saat tanaman semusim berumur sekitar 21-30 HST.

Beberapa hasil penelitian terdahulu telah melaporkan bahwa aplikasi pupuk SP-36 yang dipadukan dengan pupuk hayati P terbukti dapat mereduksi dosis pemupukan SP-36 sekitar 20% dari dosis rekomendasi [9]. Akan tetapi peran pupuk hayati P dalam mereduksi penggunaan pupuk anorganik PHONSKA belum ada diinformasikan. Padahal, ketepatan takaran kombinasi pemupukan terpadu pupuk hayati/pupuk P-anorganik sangat dibutuhkan oleh petani dalam rangka melakukan pemupukan P secara tepat dengan berbasiskan pada 4 T, tepat sumber, tepat dosis, tepat waktu, dan tepat tempat [10]. Untuk itu, terkait dengan upaya mendapatkan efisiensi yang nisbi tinggi dalam penggunaannya oleh tanaman, maka sangat penting kajian efektivitas pupuk hayati P beragensia konsorsium bakteri pelarut fosfat toleran kekeringan (luaran produk PSNI 2017-2018) dalam meningkatkan ketersediaan P tanah dan efisiensi penggunaannya oleh tanaman jagung untuk jenis pupuk P-anorganik PHONSKA.

2. METODE

Penelitian eksperimental ini dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Mataram dari bulan April sampai September 2020. Analisis sifat kimia dan fisik tanah dilakukan di laboratorium Fisika dan Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram. Sedangkan analisis dan perbanyakan konsorsium bakteri pelarut fosfat akan dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Unram.

2.1. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Randomized Complete Design) dengan 6 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan dilakukan tiga ulangan sehingga ada 18 pot percobaan. Enam kombinasi perlakuan sebagai berikut :

(P1) tanpa pemupukan (kontrol)

(P2) tanpa pemupukan dengan pemberian 5 ml BPF (densitas109sel/ml) per tanaman

(P3) pemberian pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi)

(P4) pemberian pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) dengan pemberian 5 ml BPF (densitas109sel/ml) per tanaman

(P5) pemberian pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) dengan pemberian kompos 10 g/tan

(P6) pemberian pupuk anorganik (75% takaran rekomendasi) dengan pemberian kompos 10 g/tan dan 5 ml BPF (densitas109sel/ml) per tanaman.

2.2 Pelaksanaan percobaan

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

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

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 suspense 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 pelet sel bakteri dilakukan dengan sentrifugasi pada kecepatan 1200 g selama 10 menit. Kepadatan dari masing-masing bakteri yang diaplikasikan sekitar 10⁹sel/ml

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. Untuk media tanam yang digunakan yaitu polybag dengan kapasitas 12 kg. Pada masing-masing media tanam dimasukkan tanah kering angin yang telah disiapkan seberat 10 kg.

Penanaman benih jagung 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.

Pemupukan anorganik dilakukan sesuai perlakuan yaitu 75 % dari rekomendasi pemupukan yaitu 225 kg urea/ha (3,2 g/tanaman) dan 225 kg Ponska/ha (3,2 g/tanaman). Pemberian pupuk anorganik pertama dilakukan pada saat tanaman umur 7 HST dengan takaran urea 1,2 g/tanaman dan Ponska 2 g/tanaman. Pemupukan kedua dilakukan pada saat tanaman umur 35-40 HST dengan takaran urea 2 g/tanaman dan Ponska 1,2 g/tanaman. 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 pertama dengan takaran 5 ml per tanaman dengan densitas 109 sel/ml. Pada perlakuan yang diberikan kompos, kompos diberikan saat tanam sebagai bahan penutup lubang tanam.

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. Panen dilakukan pada umur vegetatif maksimum (45 HST).

2.3 Parameter

Variabel tanah yang diukur adalah analisis tanah awal meliputi tekstur tanah (metode pipet), pH-tanah (Glass electrode -pH meter), C-Organik (metode Walkley Black), N total (metode Kjeldhal), P tersedia (metode Bray 1) dan K tertukar (Pengekstrak NH₄OAc, pH 7.0). Analisis tanah rhizosfer dilakukan saat panen meliputi P-tersedia, C organik dan pH-tanah. Sedangkan Variabel tanaman yang diukur meliputi serapan P (metode Pengabuan).

Rumus Perhitungan Efisiensi:

$$\text{Efisiensi Serapan P (\%)} = \frac{(\text{Serapan P Perlakuan} - \text{Serapan P kontrol}) \times 100 \%}{\text{Jumlah Penambahan P}}$$

2.4 Analisis Data

Data hasil pengukuran dianalisis secara statika menggunakan ANOVA taraf nyata 5%, dan untuk melihat perbedaan antar perlakuan dilakukan uji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf nyata 5%.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Diskripsi Tanah Penelitian

Hasil analisis beberapa sifat kimia tanah dan tekstur tanah Inceptisol sebelum tanam disajikan pada Tabel 2.

Macam Analisis	Satuan	Nilai	Pengharkatan*
Kadar Lengas	%	28	
Kapasitas Lapang			
pH H ₂ O		6,1	Agak masam

C -Organik	%	1,2	Rendah
N Total	%	0,28	sedang
P Tersedia	ppm	7,90	Sedang
K Tertukar	(meq%)	1,05	Sangat rendah
Tekstur	Pasir= 72%, Debu= 21%, Liat= 7%		Lempung berpasir

* Balai Penelitian Tanah 2005

Berdasarkan hasil analisis tanah sebelum tanam dapat ditunjukkan bahwa kesuburan tanah di lokasi pengambilan sampel tanah tergolong sangat rendah sampai sedang. Faktor-faktor pembatas kesuburan tanah ditunjukkan dengan kondisi pH H₂O tanah bereaksi agak masam, kandungan C-organik tergolong rendah dengan kandungan N-total kriteria sedang. Kandungan P tersedia tergolong sedang dan K tertukar tergolong sangat rendah. Hal ini menunjukkan bahwa tanah Inceptisol merupakan tanah yang belum matang (immature) dan baru mulai berkembang dengan tingkat kesuburan rendah sampai sedang [11]

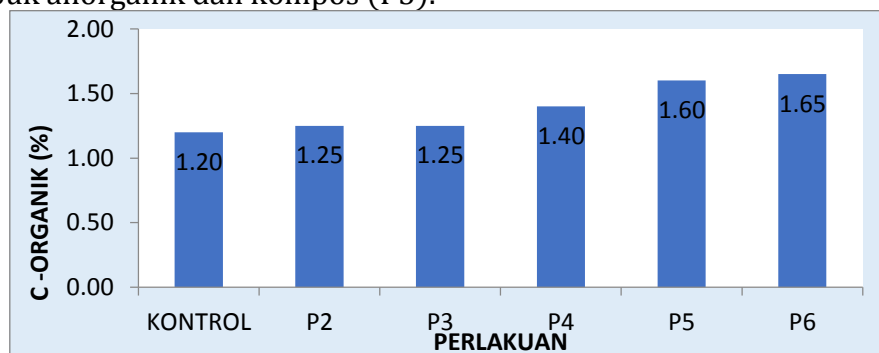
Tabel 2. Sifat kimia tanah pada akhir masa Vegetatif

Perlakuan	C Organik (%)	pH H ₂ O	P Tersedia (ppm)
P1 (Kontrol)	1,22 a	6,3 a	8,2 c
P2	1,25 a	6,3 a	8,1 c
P3	1,25 a	6,5 b	12,7 b
P4	1,40 bc	6,6 b	15,6 a
P5	1,60 c	6,6 b	12,9 b
P6	1,65 c	6,8 c	16,3 a

Ket: angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf nyata 5%

3.2. Kadar C Organik

Hasil analisis kadar bahan organik tanah dengan uji BNJ pada taraf nyata 5% (Tabel 2.) memperlihatkan bahwa pengaruh pemberian BPF dan kompos yang dikombinasikan dengan pemberian pupuk anorganik meningkatkan kadar bahan organik tanah dan berpengaruh nyata dibandingkan dengan kontrol dan pemberian pupuk anorganik. Kombinasi perlakuan pada BPF, kompos dan pupuk anorganik (P6) memberikan kadar bahan organik tanah yang tertinggi meskipun tidak berbeda nyata dengan kombinasi perlakuan pupuk anorganik dan BPF (P4) dan kombinasi pupuk anorganik dan kompos (P5).



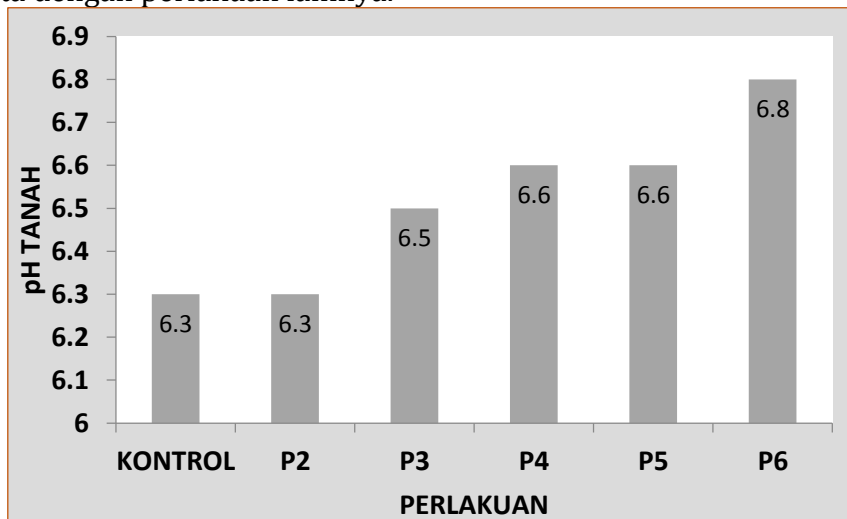
Gambar 1. Pengaruh perlakuan terhadap kandungan C-Organik tanah

Peningkatan kadar bahan organik tanah disebabkan oleh penambahan jumlah bahan organik melalui pemberian pupuk anorganik, kompos dan BPF (Gambar 1). Bakteri pelarut fosfat memanfaatkan pupuk anorganik sebagai sumber energi untuk metabolisme dan pertumbuhannya. Populasi BPF yang semakin tinggi menyebabkan dekomposisi kompos dan sumber bahan organik yang ada semakin meningkat, sehingga kadar bahan organik tanah semakin tinggi. Kandungan bahan organik tanah akan mempengaruhi jumlah populasi mikroorganisme, dimana mikroorganisme akan berkembang dengan baik jika kandungan bahan organik sebagai sumber makanan tersedia di lingkungannya. Pemberian bahan organik dapat meningkatkan kandungan C-organik tanah, dengan peningkatan C-organik tanah dapat mempengaruhi sifat tanah menjadi lebih baik secara fisik, kimia dan biologi. Karbon merupakan sumber makanan mikroorganisme tanah, sehingga keberadaan C-organik dalam tanah akan memacu kegiatan mikroorganisme sehingga meningkatkan proses dekomposisi tanah dan juga reaksi-reaksi yang memerlukan bantuan mikroorganisme, misalnya pelarutan P, dan fiksasi N. [12].

3.3. pH Tanah

Berdasarkan hasil percobaan dan analisis data menunjukkan bahwa bahwa semua perlakuan mengalami peningkatan nilai pH tanah dibanding kontrol kecuali pada perlakuan P2 nilai pH tanah sama dengan kontrol yaitu 6.3 (Tabel 2. dan Gambar 2).

Peningkatan nilai pH tanah ini menunjukkan bahwa masukan pupuk anorganik dan kombinasinya dengan BPF serta kompos mampu meningkatkan pH tanah. Reaksi pH tanah pada perlakuan P1 (kontrol) dan P2 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Perlakuan P6 yang merupakan perlakuan kombinasi pupuk anorganik dengan BPF dan kompos memberikan peningkatan pH tanah tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.



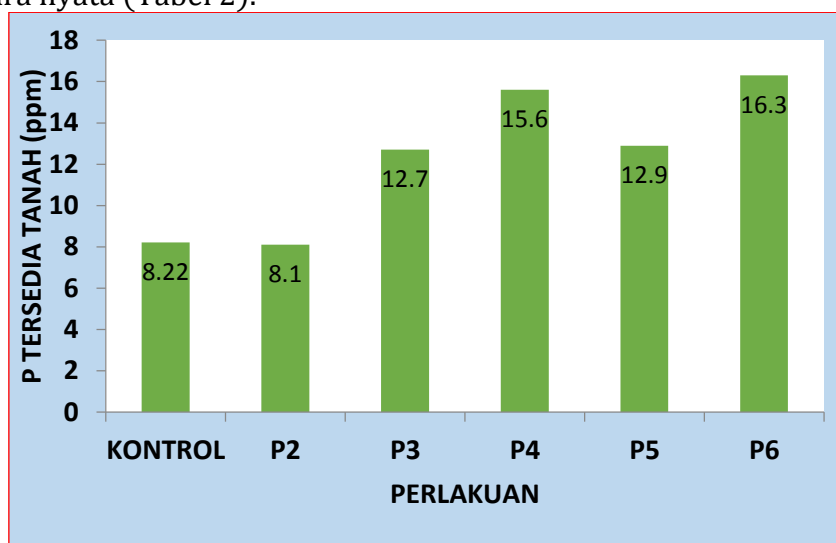
Gambar 2. Pengaruh perlakuan terhadap pH tanah

Peningkatan pH tanah diakibatkan oleh pemberian BPF dan kompos dapat meningkatkan laju dekomposisi bahan organik. Dekomposisi bahan organik dapat melepaskan mineral-mineral berupa kation-kation basa yang menyebabkan konsentrasi ion OH⁻ meningkat [13]. Peningkatan pH tanah juga sebagai akibat dari

pertukaran ligan anion-anion hasil dekomposisi kompos terutama asam fulvat terhadap ion OH⁻ bebas pada lokasi pertukaran sehingga berpengaruh pada peningkatan konsentrasi ion OH⁻ pada larutan tanah [14]. Peningkatan konsentrasi ion OH⁻ menyebabkan pH tanah semakin tinggi. Peningkatan pH tanah juga diakibatkan oleh penambahan bahan organik, karena proses mineralisasi dari anion organik menjadi CO₂ dan H₂O atau karena sifat alkalin dari bahan organik tersebut, jadi pemberian bahan organik dapat meningkatkan pH tanah namun besarnya peningkatan pH tanah tergantung dari kualitas dan kuantitas dari bahan organik yang dipergunakan [15].

3.4. P Tersedia Tanah

Hasil pengukuran dan analisis data terhadap P tersedia tanah akibat perlakuan pupuk anorganik, BPF dan kompos menunjukkan bahwa ketersediaan P berbeda secara nyata (Tabel 2).



Gambar 3. Pengaruh perlakuan terhadap P Tersedia tanah

Pada perlakuan P1 (kontrol) menunjukkan bahwa P tersedia tanah tidak berbeda nyata dengan P2 (Tanah + BPF), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan pupuk anorganik yang ditambahkan kompos (P5) terjadi kenaikan jumlah P tersedia menjadi 12,9 ppm tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk anorganik (P3) yaitu 12,7 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan kompos dapat meningkatkan P tersedia tanah karena dekomposisi bahan organik akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat meningkatkan kelarutan P. Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa P tersedia tanah tertinggi dihasilkan pada perlakuan P6 yaitu 16,3 ppm yang merupakan kombinasi perlakuan pupuk anorganik, BPF dan kompos dan berbeda nyata dengan semua perlakuan kecuali perlakuan P4 (kombinasi perlakuan pupuk anorganik dan BPF). Kenyataan ini menunjukkan bahwa kehadiran BPF mempunyai dampak yang sangat nyata terhadap ketersediaan P tanah. Bakteri pelarut fosfat mempunyai pengaruh yang besar terhadap ketersediaan P dalam tanah karena kemampuannya dalam mengsekresi asam-asam organik untuk memecah ikatan unsur P yang terikat dengan unsur-unsur lainnya seperti Ca dan Mg di dalam tanah [16]. Hal ini sesuai dengan penelitian [17] yang menunjukkan bahwa pupuk hayati P mampu meningkatkan kandungan P-tersebut tanah karena mengandung inokulum bakteri pelarut fosfat yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur P tanah.

Penambahan kompos memberikan pengaruh yang positif terhadap ketersediaan P tanah. Hal ini diduga karena kompos merupakan bahan organik tanah yang dapat dimanfaatkan oleh BPF sebagai sumber makanan dan energi untuk dapat tumbuh dan berkembang sehingga meningkatkan populasi BPF. Peningkatan jumlah populasi ini akan memberikan pengaruh terhadap ketersediaan P tanah melalui mekanisme pelarutan fosfat secara kimiawi. Mikroorganisme tersebut mengekskresikan sejumlah asam organik bermolekul rendah seperti asam oksalat, suksinat, tartrat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, formiat, propionat, glikolat, glutamate, glioksilat, malat dan fumarat. Asam-asam organik ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al atau Fe pada tanah masam dan Ca atau Mg pada tanah ber-pH tinggi membentuk khelat organik yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan dapat diserap oleh tanaman [18]. Fosfor yang diserap tanaman dapat berbentuk senyawa $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} [19].

3.5. Efisiensi Pemupukan P

Hasil analisis serapan P oleh tanaman dengan uji BNJ pada taraf nyata 5% (Tabel 3.) memperlihatkan bahwa pengaruh pemberian pupuk anorganik yang dikombinasikan dengan BPF dan kompos meningkatkan jumlah serapan P dan berpengaruh nyata dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 3. Serapan P tanaman dan efisiensi pemupukan P pada tanaman Jagung di Inceptisol

Perlakuan	Serapan P tanaman (mg/tanaman)	Efisiensi Pemupukan (%)
P1 (kontrol)	7,50 a	-
P2	17,80 a	2,16
P3	78,10 bc	14,86
P4	85,80 d	16,48
P5	82,95 cd	15,88
P6	99,80 e	19,43

Ket: angka-angka diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ taraf nyata 5%

Jumlah serapan P oleh tanaman jagung pada perlakuan kontrol (P1) adalah yang paling rendah yaitu 7,5 mg/tanaman dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan P2 (tanah dan BPF) tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa masukan pupuk anorganik mempunyai peranan yang sangat penting dalam menyediakan P bagi tanaman. Kehadiran Pupuk hayati (BPF) saja belum mampu meningkatkan kelarutan P dalam tanah sehingga jumlah serapan P oleh tanaman relatif kecil. Kenyataan ini diperkuat oleh perlakuan dengan penambahan pupuk anorganik, dimana terjadi peningkatan serapan P yang signifikan. Pada perlakuan pupuk anorganik (P3) jumlah serapan P yaitu 78,10 mg/tanaman dan akan terjadi peningkatan jumlah serapan jika dikombinasi dengan BPF dan kompos. Jumlah serapan P tertinggi didapatkan pada kombinasi perlakuan pupuk anorganik, BPF, dan kompos (P6) yaitu sebesar 99,80 mg/tanaman dan berbeda nyata dengan semua perlakuan.

Peningkatan jumlah serapan P sangat ditentukan oleh jumlah P tersedia tanah. Kehadiran BPF dan kompos dapat meningkatkan jumlah P terlarut sehingga dapat meningkatkan serapan oleh tanaman. Hal ini disebabkan oleh kemampuan bakteri pelarut fosfat mensekresikan asam-asam organik seperti asam-asam format, asetat,

sitrat, propionat, laktonat, glikolat, fumarat, suksinat, yang berperan melarutkan P yang terikat oleh kation Al, Fe dan Ca dalam tanah menjadi P-tersedia dan dapat diserap oleh tanaman [4]. Disamping itu asam-asam organik terutama asam humat dan asam fulvat juga dihasilkan dari dekomposisi kompos akan membentuk senyawa kompleks (khelat) dengan Al, Fe dan Ca sehingga membantu melepaskan fosfat (P).

Efisiensi pemupukan merupakan kemampuan tanaman untuk menyerap unsur hara yang diberikan lewat pemupukan. Hasil perhitungan efisiensi pemupukan pada Tabel 3. menunjukkan bahwa pemberian pupuk anorganik yang ditambahkan BPF atau kompos dan kombinasinya akan meningkatkan efisiensi pemupukan. Pemberian pupuk anorganik hanya mampu memberikan tingkat serapan unsur hara P sebesar 14,86%. Penambahan pupuk anorganik dengan BPF dan kompos akan meningkatkan efisiensi serapan berturut-turut 16,48 % dan 15,88 %. Efisiensi pemupukan tertinggi didapatkan dengan mengkombinasikan pemupukan anorganik yang ditambahkan BPF dan kompos yaitu sebesar 19,43 %. Unsur hara P merupakan salah satu unsur hara yang paling sukar larut dan diserap tanaman [20]. Kehadiran bakteri pelarut fosfat dan kompos akan menghasilkan asam-asam organik sehingga kelarutan P yang diberikan lewat pupuk anorganik meningkat. Kelarutan P yang tinggi menyebabkan jumlah penyerapan oleh tanaman semakin baik dan menyebabkan efisiensi pemupukan yang tinggi.

4. KESIMPULAN

Pemupukan pupuk anorganik memberikan P tersedia tanah sebesar 12,70 ppm dengan efisiensi pemupukan 14,86 %. Sedangkan pemberian pupuk anorganik yang ditambahkan Pupuk Hayati P dan kompos mampu meningkatkan P tersedia tanah sebesar 16,30 ppm dengan efisiensi pemupukan 19,43 % untuk tanaman jagung pada tanah Inceptisol.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Rektor Universitas Mataram, Dekan Fakultas Pertanian Universitas Mataram, dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Mataram yang telah membiayai penelitian ini lewat pembiayaan penelitian PNPB tahun 2020.

6. DAFTAR REFERENSI

- 1) Dailami, A., Yetti, H., & Yoseva, S., 2015. Pengaruh Pemberian Pupuk Kascing Dan Npk Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea Mays Var Saccharata Sturt*) (Doctoral dissertation, Riau University).
- 2) Saraswati, R., & Sumarno, S., 2018. Pemanfaatan mikroba penyubur tanah sebagai komponen teknologi pertanian.
- 3) Susilowati, L. E., & Arifin, Z. 2020. Sosialisasi Penggunaan Pupuk bioorganik-fosfat Pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum L.*). *Jurnal Gema Ngabdi*, 2(2), 170-177.
- 4) Alori, E. T., Glick, B. R., & Babalola, O. O., 2017. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. *Frontiers in microbiology*, 8, 971.
- 5) El-Azouni, I. M., Hussein, Y., & Shaaban, L. D., 2008. The associative effect of VA mycorrhizae with Bradyrhizobium as biofertilizers on growth and nutrient uptake of *Arachis hypogaea*. *Res J Agric Biol Sci*, 4, 187-197.
- 6) Khan, S., Khan, M. A., Hanjra, M. A., & Mu, J., 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production. *Food policy*, 34(2), 141-149.
- 7) Khairullah, I., & Saleh, M. (2014). Sumberdaya lokal tanaman pangan lahan rawa. Biodiversiti Rawa: Eksplorasi, Penelitian, dan Pelestariannya. Penyunting: Mukhlis. Badan Litbang Pertanian.
- 8) Alfiani, E. D., 2017. Peningkatan Kualitas dan Efektivitas Pupuk Kandang Sapi dalam Penyediaan Unsur Hara P bagi Bibit Kopi Robusta.

- 9) Arifin, Z dan Lolita, E.S., 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
- 10) Jarvie, H. P., Johnson, L. T., Sharpley, A. N., Smith, D. R., Baker, D. B., Bruulsema, T. W., & Confesor, R., 2017. Increased soluble phosphorus loads to Lake Erie: Unintended consequences of conservation practices?. *Journal of Environmental Quality*, 46(1), 123-132.
- 11) Hardowigeno, S., 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademi Pressindo. Jakarta.
- 12) Utami S.N. dan Handayani, S., 2003. Sifat kimia Entisol pada sistem pertanian organik. *Ilmu Pertanian* 10 (2), 63-69.
- 13) Atmojo S.W., 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- 14) Widijanto, H., 2001. Kajian pemberian bahan organik dan kapur terhadap ketahanan barium serta penyerapannya oleh tanaman. *Jurnal Penelitian Agronomi*, 3(1):32-38
- 15) Atekan dan A. Surahman., 1997. Peranan Bahan Organik Asal daun Gamal (*Gricidia sepium*) Sebagai Amelioran Aluminium Pada Tanah Ultisol. BPTP. Malang
- 16) Subba Rao N. S., 2013. *Biofertilizer in Agriculture and Forestry*. Four Edition. Oxford and IBM Publishing.
- 17) Nailul F., Wirdhatul, M., Tutik, N., 2011. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat Terhadap pH dan Unsur Hara Fosfor dalam Tanah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol. 5 (2), hal : 2337-3550.
- 18) Susilowati L E., Kusumo B H., Arifin Z. 2019. Screening of the drought tolerant phosphate solubilizing bacteria in dissolving P-inorganic. *Iop Science*. Vol.5 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1402/5/055082> [13 Juni 2020].
- 19) Ginting, E., Antarlina S.S., Widowati S. 2009. Varietas Unggul Kedelai untuk Bahan Baku Industri Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3) 79-87.
- 20) Ismillayli N., Kamali S R Hamdiani S., Hermanto D., 2019. Interaksi Asam Humat Dengan Larutan Urea, Sp36 Dan Kcl Dan Pengaruhnya Terhadap Efisiensi Pemupukan. *Jurnal Pijar MIPA*, Vol. 14 No.1, Maret 2019: 77-81. DOI: 10.29303/jpm.v14.i1.815