

EFISIENSI DAN DOSIS OPTIMUM PUPUK P DAN HASIL JAGUNG PULUT (*Zea mays ceratina* L.) YANG DIINOKULASI DENGAN BAKTERI PELARUT FOSFAT (BPF) INDIGEN DI ALFISOL

EFFICIENCY AND OPTIMUM DOSAGE OF PHOSPHATE FERTILIZER AND YIELD OF GLUTINOUS CORN (*Zea mays ceratina* L.) INOCULATED WITH INDIGENOUS PHOSPHATE SOLUBILIZING BACTERIA (PSB) IN ALFISOL

Gregorius Putra Jansen¹, Yoke I. Benggu^{*}, Max Junus Kapa¹, Moresi Airtur¹, Lily F. Ishaq¹

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana, Jln. Adisucipto, Penfui, Kupang.

*Email: yokebenggu@gmail.com

ABSTRACT

The use of phosphate-solubilizing microorganisms combined with chemical fertilizers is very important, especially in soils that contain a lot of calcium. This is due to orthophosphate ions easily bind to calcium and these microorganisms are able to dissolve the fixed phosphate. The research has been conducted at the Faperta Undana experimental garden and took place from June 2023 to February 2024. The purpose of this study was to determine the interaction between phosphate-solubilizing bacteria (PSB) inoculation and phosphorus fertilizer on the availability of P, population of PSB, fertilization efficiency and yield of glutinous corn, and to identify the combination that give the best result on the variables observed. The study was designed using a Completely Randomized Design. The first factor was PSB inoculation that consists of : without PSB inoculation and indigenous PSB inoculation. The second factor was the dose of P fertilizer with five levels as follows: 0%, 25%, 50%, 75%, and 100%. Data were analyzed using analysis of variance, followed by the Duncan Multiple Range Test if significant effects were found. Observed variables included PSB population, available P, fertilization efficiency, weight of corn without husks. The results showed that the interaction between PSB inoculation and the dose of SP-36 fertilizer had a significant effect only on fertilization efficiency. The single factor of PSB inoculation significantly affected the availability of P and PSB population, while the single factor of SP-36 fertilizer dose significantly affected fertilization efficiency, available P, and corn weight per cob without husks.

Keywords: Alfisol; Available P; Glutinous corn; Phosphate-solubilizing bacteria; SP-36 fertilizer

ABSTRAK

Pemanfaatan mikroorganisme pelarut fosfat yang dikombinasikan dengan pupuk kimia sangat penting terutama pada tanah-tanah yang mengandung banyak kalsium. Hal ini dikarenakan ion ortofosfat mudah terikat dengan kalsium dan mikroorganisme tersebut mampu melarutkan fosfat yang terikat pada kalsium tersebut, sehingga dapat mengefisienkan penggunaan pupuk kimia. Penelitian ini telah dilakukan di Kebun Percobaan Faperta Undana dan berlangsung dari bulan Juni 2023 sampai Februari 2024. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi antara inokulasi Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) dan dosis pupuk P terhadap ketersediaan P, populasi BPF, efisiensi pemupukan dan hasil tanaman jagung pulut serta kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik pada setiap variabel pengamatan. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan merupakan percobaan 2 faktor. Faktor pertama adalah perlakuan inokulasi BPF yang terdiri dari tanpa inokulasi BPF (M0) dan inokulasi BPF indigen (M1). Faktor kedua adalah dosis pupuk P sebanyak 5 taraf sebagai berikut: 0% (P0), 25% (P1), 50% (P2), 75% (P3), dan 100% (P4). Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik

ragam, dilanjutkan dengan uji DMRT 5% apabila perlakuan berpengaruh nyata. Variabel yang diamati adalah populasi BPF, P tersedia, efisiensi pemupukan P dan bobot jagung tanpa kelobot. Hasil analisis menunjukkan interaksi antara inokulasi BPF dan dosis pupuk SP-36 hanya berpengaruh nyata pada efisiensi pemupukan. Faktor tunggal inokulasi BPF berpengaruh nyata pada P-tersedia dan populasi BPF sedangkan untuk faktor tunggal dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata pada efisiensi pemupukan, P-tersedia, dan bobot jagung tanpa kelobot per tongkol.

Kata Kunci: Alfisol; Bakteri pelarut fosfat; Jagung pulut; Ketersediaan P; Pupuk SP-36

PENDAHULUAN

Kemampuan tanah sebagai media tumbuh tanaman akan dapat optimal jika didukung oleh kondisi kesuburan tanah yang memadai. Kesuburan tanah sangat ditentukan oleh ketersediaan dan jumlah hara baik makro maupun mikro yang ada di dalam tanah. Namun, menurut Purba dkk., (2021) tidak semua unsur hara yang berada di dalam tanah terdapat dalam kondisi yang tersedia. Salah satu unsure hara makro yang ketersediaannya sering menjadi masalah di dalam tanah adalah fosfor (P).

Fosfor adalah salah satu unsur hara yang memiliki ketersediaan yang rendah di Pulau Timor karena sebagian besar merupakan lahan marjinal. Menurut Carson (1995) dalam Nur, (2014), proses pembentukan tanah di Pulau Timor sangat dipengaruhi oleh susunan geologi batuan kapur (*limestone*). Oleh karena itu, kandungan Ca dapat ditukar (Ca-dd) menjadi tinggi sehingga menyebabkan tingkat fiksasi P semakin tinggi yang akan berdampak pada ketersediaan P dalam tanah menjadi rendah. Menurut Ilham dkk., (2014) pada tanah dengan kondisi alkali, unsur fosfor (P) akan berikatan dengan kalsium (Ca) membentuk Ca-P yang sukar larut, sehingga tidak tersedia bagi tanaman.

Mencermati kondisi tersebut, alternatif yang dipilih untuk menambah unsur hara P adalah melalui pemupukan P. Pemupukan P memegang peranan penting dalam meningkatkan produksi tanaman. Namun karena kandungan Ca yang tinggi pada tanah berkapur, maka pupuk P yang diberikan akan difiksasi sehingga P menjadi tidak tersedia bagi tanaman (Havlin dkk., 2014). Untuk mencapai hasil tanaman yang tinggi maka diperlukan dosis pemupukan fosfat yang juga tinggi, namun residu yang ditinggalkan oleh pupuk P dapat mencemari lingkungan, selain itu meningkatkan biaya produksi dan juga pemupukan menjadi tidak efisien.

Untuk mengurangi tingkat penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung, maka perlu dikembangkan bioteknologi tanah, seperti pemanfaatan mikroba yang

berperan dalam transformasi unsur hara P di dalam tanah. Mikroba ini dikenal sebagai mikroba pelarut fosfat (MPF) salah satunya yakni bakteri pelarut fosfat (BPF).

BPF merupakan jenis mikroba tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam kategori bakteri yang membantu pertumbuhan tanaman. BPF juga menghasilkan vitamin dan fitohormon yang diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan penyerapan unsur hara (Glick, 1995).

Pemanfaatan BPF merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan efisiensi pemupukan. BPF yang hidup bebas di dalam tanah memiliki kemampuan mengekstrak fosfat dari bentuk yang tidak tersedia menjadi tersedia melalui sekresi asam-asam organik sehingga tanaman dapat menyerap unsur P untuk mencukupi kebutuhannya (Campos dkk., 2018).

Penggunaan BPF pada pertumbuhan tanaman jagung dalam penelitian Hidayat dkk., (2020) menunjukkan bahwa inokulasi BPF juga dapat meningkatkan fosfor tersedia dan biomassa tanaman jagung serta memperbaiki sifat kimia tanah yaitu meningkatkan C-organik dan KTK tanah.

BPF dapat ditemukan pada berbagai rhizosfer tanaman di berbagai ekosistem. Menurut Hutagaol dkk., (2022), selain dipengaruhi oleh mikroorganisme itu sendiri, keanekaragaman BPF juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Dalam penelitian Susanti dkk., (2015) tanah di sekitar rhizosfer bambu memiliki jumlah bakteri yang tinggi serta terdapat mikroorganisme fungsional yakni BPF yang merupakan salah satu mikroorganisme fungsional yang berperan menyediakan unsur hara fosfat yang diperlukan tanaman.

Kombinasi antara BPF dan pupuk anorganik ternyata dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Menurut hasil penelitian Sitanggang dkk., (2017) kombinasi antara MPF dan pupuk *triple super phospat* (TSP) dapat meningkatkan serapan P sebesar 284,44% dan meningkatkan pertumbuhan pada tanaman jagung sebesar 44,83%. Juga pada penelitian Fitriatin dkk., (2017) menemukan bahwa kombinasi dosis pupuk SP-36 dan BPF berpengaruh nyata terhadap populasi BPF dan hasil panen bobot pipilan kering jagung.

Berdasarkan potensi BPF yang telah dijelaskan, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara inokulasi BPF dan dosis pupuk P terhadap ketersediaan P, populasi BPF, efisiensi pemupukan dan hasil tanaman jagung pulut serta kombinasi perlakuan yang memberikan hasil terbaik pada setiap variabel pengamatan. Tanaman jagung pulut dipilih sebagai objek penelitian ini karena bersifat responsif terhadap pemupukan. Kekurangan unsur hara pada tanaman

jagung dapat dilihat dari warna daun pada masa pertumbuhan. Penambahan zat hara pada tanah melalui pemupukan akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung (Titah & Joko, 2016).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana, yang berlangsung pada bulan Juni 2023– Februari 2024.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: Tanah berjenis Alfisol, pupuk SP36, isolat BPF asal pulau Timor hasil isolasi pada penelitian Nur dkk (2023), air steril, formalin 5%, benih jagung pulut Kumala F1, polibag berkapasitas 20 kg, urea, aquades, larutan NaHCO_3 , arang aktif, chloromolidat, indicator P, asam nitrat, asam peclorat, selenium reagen, NaOH, indicator Conway, larutan H_2SO_4 , indikator difemilamin, larutan FeSO_4 , larutan kalium dikromat, dan media pikovskaya.

Alat-alat yang digunakan sekop, linggis, karung, kantong plastik besar, timbangan analitik, botol kaca, gelas ukur, *shaker*, kertas saring, alat spektrometer, *hot plate*, lemari asam, alat destilasi, pipet, erlenmeyer, labu kedjal, botol schot, spatula, *laminar flow*, cawan petri, jarum ose dan alat tulis menulis.

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial (dua faktor) dan dirancang dengan rancangan acak lengkap. Faktor I adalah perlakuan mikroba dengan 2 taraf yaitu: (1) tanpa inokulasi BPF (M0), (2) inokulasi BPF indigen (M1). Faktor II adalah dosis pupuk SP-36, terdiri dari 5 taraf, yaitu : P1 = Tanpa pupuk SP-36, P2 = Pupuk SP-36 25% dosis anjuran (sebanyak 0,75 gram/polybag) P3 = Pupuk SP-36 50% dosis anjuran (sebanyak 1,5 gram/polybag), P4 = Pupuk SP-36 75% dosis anjuran (sebanyak 2,25 gram/polybag) dan P5 = Pupuk SP-36 100% dosis anjuran (sebanyak 3 gram/polybag). Setiap perlakuan mempunyai 3 replikasi, sehingga terdapat 30 satuan percobaan.

Sebelum diaplikasikan ke tanah, isolat bakteri disegarkan kembali dalam media pikovskaya padat, kemudian ditumbuhkan ke dalam media pikovskaya cair. Selanjutnya 2 ml larutan yang mengandung isolat BPF diinokulasi pada setiap polibag bersamaan dengan penanaman benih kacang hijau. Benih yang telah diinokulasi dengan BPF kemudian ditimbun dengan tanah.

Pemupukan P diberikan pada 3 hari setelah tanam (HST) dengan dosis sesuai perlakuan. Dosis anjuran Pupuk SP-36 jagung pulut adalah 300 kg/ha (3 g/polybag). Sedangkan dosis anjuran

urea untuk tanaman jagung pulut adalah 275 kg/ha. Pemupukan dilakukan 2 MST dengan dosis yang sama yaitu 2,75 g/polybag untuk setiap polybag perlakuan.

Pengamatan dilakukan diakhir penelitian (setelah panen) terhadap variabel-variabel berikut: populasi BPF, P tersedia, efisiensi P dan bobot jagung tanpa kelobot. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA dan selanjutnya bila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) untuk membandingkan rerata pasangan perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alfisol yang diambil dari Desa Baumata, Kecamatan Taebenu, Kabupaten Kupang. Sebelum digunakan tanah dianalisis untuk mengetahui pH, kandungan C organik, P total tanah, P tersedia tanah, N-total tanah, serta kadar air lapang. Hasil analisis tanah sebelum digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis beberapa Sifat Kimia Tanah sebelum digunakan dalam penelitian.

No.	Sifat Kimia Tanah	Nilai	Kriteria
1	pH	7,04	Netral
2	C-organik (%)	1,23	Rendah
3	N-total (%)	0,28	Sedang
4	P-total (ppm)	160,07	Tinggi
5	P tersedia (ppm)	10,28	Rendah
6	Kadar air lapang (%)	25	

Sumber: Laboratorium Kimia Tanah, Faperta Undana (2023) dan kriteria sifat kimia tanah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009)

Berdasarkan hasil analisis kimia yang telah dilakukan, diketahui bahwa pH tanah tergolong netral, disebabkan karena di Timor batuan induk lebih didominasi oleh batuan kapur (*limestone*) sehingga cenderung menghasilkan tanah dengan pH yang lebih netral karena kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi dapat menetralkan keasaman. CaCO_3 memiliki kapasitas buffering yang tinggi, sehingga dapat menahan perubahan pH tanah dengan mengikat ion hidrogen (H^+) (Heryani dan Rejekiingrum, 2019). Proses pelapukan kalsium karbonat ini menghasilkan kalsium bikarbonat yang larut. Proses ini membantu menetralkan sedikit asam dalam tanah dan menjaga pH tetap stabil.

Pada Tabel 1 juga terlihat bahwa C-organik tanah tergolong rendah. Rendahnya C organik tanah berkaitan erat dengan sedikitnya sumber bahan organik berupa sisa-sisa tumbuhan. Iklim yang tergolong kering di Timor berimbas pada rendahnya populasi tumbuhan sebagai sumber

utama bahan organik tanah padahal bahan organik tanah menurut Rahmat & Khalil, (2016) merupakan salah satu parameter yang menentukan kesuburan tanah. Kurangnya curah hujan juga dapat menghambat proses dekomposisi BO dan mineralisasi hara, sehingga berakibat pada ketersediaan nutrisi yang lebih rendah bagi tanaman.

Hasil analisis kandungan N total tanah menunjukkan posisinya berada pada kategori sedang. N-total yang sedang berkaitan erat dengan kandungan C-organik tanah. Tanah dengan nilai C-organik yang tinggi dapat memiliki ketersediaan N yang lebih baik, sementara tanah dengan nilai C-organik yang rendah berkorelasi dengan ketersediaan N yang lebih rendah. Kandungan N dapat dihubungkan dengan bahan organik dalam tanah karena bahan organik merupakan sumber N (Sagiarti dkk., 2018; Shaheen and Matien, 2016; Siregar, 2017).

Sedikit berbeda dengan N-total tanah, P-total pada tanah yang digunakan dalam penelitian ini tergolong tinggi. Hal ini dapat dikaitkan dengan mineral sumber P dalam tanah seperti mineral apatit pada batuan induk kapur yang dimana P dari mineral apatit pada tahap awal perkembangannya terikat dalam bentuk Ca-P dan akan menjadi salah satu sumber P (Ma'sum, dkk.,2022).

Hasil analisis P-tersedia tanah tergolong rendah karena pada tanah-tanah di Pulau Timor, proses pembentukannya dipengaruhi oleh formasi geologi batuan kapur (limestone) yang memiliki kandungan unsur kalsium (Ca) yang tinggi. Fosfor akan terfiksasi oleh Ca membentuk senyawa Ca-P yang sukar larut (Kiuk dkk., 2022).

Hasil analisis tanah menunjukkan kadar air lapang tanah sebesar 25%. Hal ini disebabkan oleh kondisi klimatologi Pulau Timor secara keseluruhan memiliki durasi bulan basah jauh lebih sedikit dibandingkan bulan keringnya sehingga kondisi suhu menjadi lebih tinggi yang menyebabkan penguapan lebih tinggi. Yunus dkk., (2015) menyatakan peningkatan penguapan dapat menyebabkan penurunan kadar air tanah, terutama di daerah dengan curah hujan yang rendah atau pada musim kemarau.

Populasi BPF

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi inokulasi BPF dengan pupuk SP-36 serta faktor tunggal dosis pupuk SP-36, berpengaruh tidak nyata pada populasi BPF tetapi pengaruh faktor tunggal inokulasi BPF berpengaruh sangat nyata. Hasil uji DMRT taraf 5% pada perlakuan inokulasi BPF disajikan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pengaruh Inokulasi BPF Terhadap Populasi BPF

No	Populasi BPF ($\times 10^{-2}$ cfu g^{-1})	
	Bakteri Pelarut Fosfat	Rerata
1	M0	61,4 a
2	M1	313,5 b

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama, berbeda nyata pada uji DMRT 5 %

Pada tabel 2, tampak bahwa populasi BPF pada perlakuan inokulasi BPF (M1) berbeda nyata dengan tanpa inokulasi BPF (M0). Hal ini terjadi karena adanya pemberian isolat BPF pada M1 sehingga populasinya lebih tinggi. Pada penelitian Suliasih dkk., (2010) menunjukkan bahwa pemberian inokulum BPF dengan konsentrasi 10^9 sebagai pupuk hayati dapat meningkatkan populasi BPF dan dapat meningkatkan aktivitas enzim fosfatase. BPF juga berkembang dengan baik pada rhizosfer tanaman dan menambah populai BPF. Hal ini dikarenakan perkembangan mikrobial dipengaruhi oleh aktivitas metabolisme akar tanaman. Akar tanaman melakukan aktivitas metabolisme sehingga mengeluarkan senyawa metabolit yang disebut eksudat ke dalam tanah. Selanjutnya Gibson (1981) dalam Sahara dkk., (2019) menyatakan bahwa aktivitas metabolisme dan senyawa metabolit yang dilepaskan oleh tanaman melalui akar, merupakan faktor penentu keadaan mikrobiologi tanah di daerah perakaran tanaman. Jumlah bakteri dalam tanah bervariasi karena perkembangan mereka sangat bergantung dari keadaan tanah.

P-tersedia Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi BPF dengan pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata tetapi faktor tunggal inokulasi BPF dan pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap jumlah P-tersedia tanah. Hasil uji DMRT taraf 5% pada perlakuan tunggal inokulasi BPF dan pupuk SP-36 disajikan pada tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Pengaruh Inokulasi BPF terhadap P-tersedia Tanah

No	P-tersedia Tanah (ppm)	
	Bakteri Pelarut Fosfat	Rerata
1	M0	27,74 a
2	M1	41,21 b

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang tidak sama berbeda nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa P tersedia tanah pada perlakuan inokulasi BPF berbeda nyata dengan tanpa inokulasi BPF. Jumlah P-tersedia pada inokulasi BPF

sebesar 41,21 ppm, hampir dua kali lebih banyak dari jumlah P-tersedia pada tanpa inokulasi BPF yaitu sebesar 27,74 ppm. Hal tersebut mengindikasikan bahwa adanya proses pelarutan P yang cukup besar yang dilakukan BPF dari bentuk tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman dibandingkan yang tanpa inokulasi BPF. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran BPF mempunyai dampak yang sangat nyata terhadap ketersediaan P tanah. Menurut Ritonga dkk. (2015), BPF menghasilkan asam-asam organik dan enzim fosfatase yang dapat mengkelat logam dalam tanah sehingga dapat merubah P-total menjadi P-tersedia bagi tanaman dalam bentuk ortofosfat (PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , dan H_2PO_4^-).

Tabel 4. Pengaruh Dosis Pupuk SP-36 terhadap P-tersedia Tanah

No	P-tersedia Tanah (ppm)	
	Pupuk SP-36	Rerata
1	0% (P0)	10,98 a
2	25% (P1)	32,35 b
3	50% (P2)	32,4 bc
4	75% (P3)	42,28 c
5	100% (P4)	50,92 c

ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%.

Berdasarkan hasil uji DMRT 5% menunjukkan bahwa faktor tunggal dosis pupuk SP-36 yang menghasilkan nilai P-tersedia tertinggi adalah dosis 100% yang berbeda nyata dengan dosis 0% dan 25% tetapi berbeda tidak nyata dengan dosis 50% dan 75%. Hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin tinggi dosis pupuk SP-36 yang diberikan maka semakin tinggi juga P-tersedia yang dihasilkan. Hal ini sesuai pernyataan Winarso (2005) dalam Lisdiyanti dkk. (2018) bahwa peningkatan kandungan P-tersedia tanah jelas disebabkan oleh pengaruh langsung dari pupuk P sebab makin tinggi pemberian pupuk fosfat akan meningkatkan kadar P-tersedia dalam tanah atau melalui mekanisme pelepasan P dari kompleks adsorpsi.

Efisiensi Pemupukan P

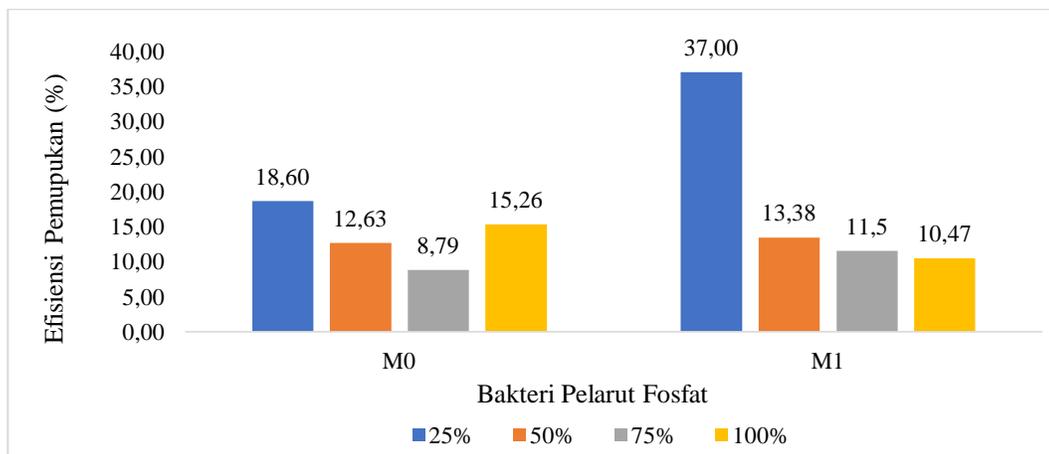
Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi BPF dengan dosis SP-36 dan faktor tunggal pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap efisiensi pemupukan. Namun faktor tunggal inokulasi BPF berpengaruh tidak nyata terhadap efisiensi pemupukan. Hasil uji DMRT interaksi BPF dengan dosis pupuk SP-36 terhadap efisiensi pemupukan P disajikan pada tabel 5 dan gambar 1.

Data pada tabel 5 dan gambar 1 menunjukkan, pada perlakuan BPF M0 dan M1, aplikasi pupuk SP-36 sebanyak 25% dari dosis anjuran memberikan efisiensi pemupukan P jauh lebih tinggi dan berbeda nyata dengan dosis SP-36 lainnya.

Tabel 5. Pengaruh Interaksi Inokulasi BPF dan Dosis Pupuk SP-36 terhadap Efisiensi Pemupukan

Efisiensi Pemupukan P (%)				
BPF	Dosis Pupuk SP-36			
	25% (P1)	50% (P2)	75% (P3)	100% (P4)
M0	18,6 ^b A	12,63 ^a A	8,79 ^a A	15,26 ^a A
M1	37 ^b B	13,38 ^a A	11,5 ^a A	10,47 ^a A

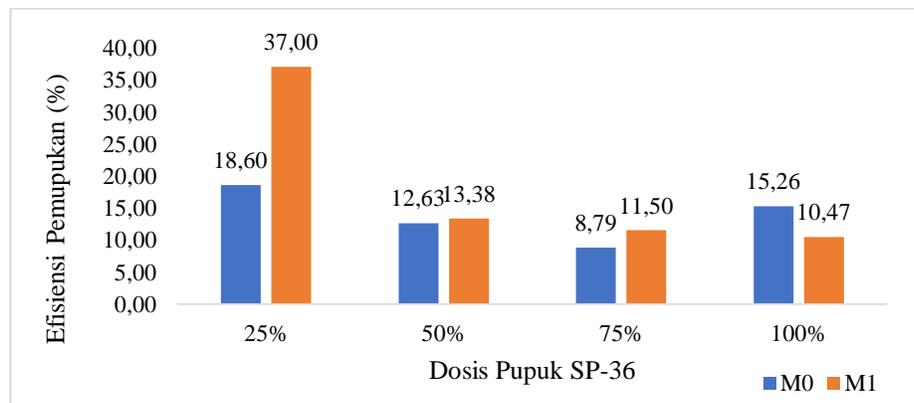
Ket: Notasi yang ditulis dengan huruf kapital (A) untuk perbandingan vertikal dan notasi yang ditulis dengan huruf kecil (a) untuk perbandingan horizontal



Gambar 1. Diagram Efisiensi pemupukan akibat Inokulasi BPF pada setiap dosis pupuk SP-36

Pada perlakuan M0 efisiensi pemupukan tertinggi sebesar 18,6% dan yang terendah pada perlakuan dosis 75% dengan nilai sebesar 8,79 %. Hal ini menunjukkan bahwa tingginya efisiensi pemupukan fosfor tidak dipengaruhi oleh dosis pemupukan P dan semakin tinggi dosis pupuk yang diberikan menunjukkan efisiensi serapan P semakin menurun. Hal ini terjadi karena keberadaan Ca dalam tanah kemungkinan menyebabkan penjerapan P meningkat pada saat penambahan dosis pupuk sehingga efisiensi pemupukan rendah. Serapan P pada tanaman tergantung pada besarnya ketersediaan P di dalam tanah (Basyaruddin, 2001 dalam Prakosa dkk. 2020).

Pada perlakuan M1 efisiensi serapan tertinggi sebesar 37 % terdapat pada dosis 25% dan terendah pada perlakuan 100% (10,47%). Dapat dilihat pada gambar 1 bahwa nilai efisiensi cenderung menurun dengan bertambahnya dosis pupuk P. Hal tersebut mengartikan bahwa dosis rendah mendukung aktivitas BPF dalam melarutkan P menjadi bentuk tersedia. Menurut Setiawati dkk. (2021) ketersediaan P yang tinggi menyebabkan aktivitas BPF tidak optimal, karena mikroba akan aktif apabila ketersediaannya kurang terpenuhi.



Gambar 2. Diagram Efisiensi pemupukan akibat aplikasi dosis pupuk SP-36 pada setiap Inokulasi BPF

Berdasarkan gambar 2, pada perlakuan dosis pupuk SP-36 dosis 25%, pemberian BPF menjadi perlakuan dengan nilai efisiensi pemupukan tertinggi (37%) berbeda nyata dengan perlakuan tanpa inokulasi BPF (18,60%). Sedangkan pada perlakuan dosis pupuk P lainnya, diberi dan tidak diberi BPF memberikan efisiensi pemupukan yang berbeda tidak nyata. Hal tersebut mengartikan bahwa BPF bekerja secara optimal, terutama dalam kondisi suplai P yang rendah, dalam melarutkan P dalam tanah sehingga memberikan kondisi P yang cukup untuk mempengaruhi perkembangan akar. Hal ini sejalan dengan penelitian Sukmadewi dkk., (2022) yang menunjukkan bahwa BPF merupakan bakteri yang melarutkan fosfat dalam tanah dengan cara memproduksi asam organik dan memproduksi enzim fosfatase yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara.

Bobot Jagung Tanpa Kelobot Per tongkol (g)

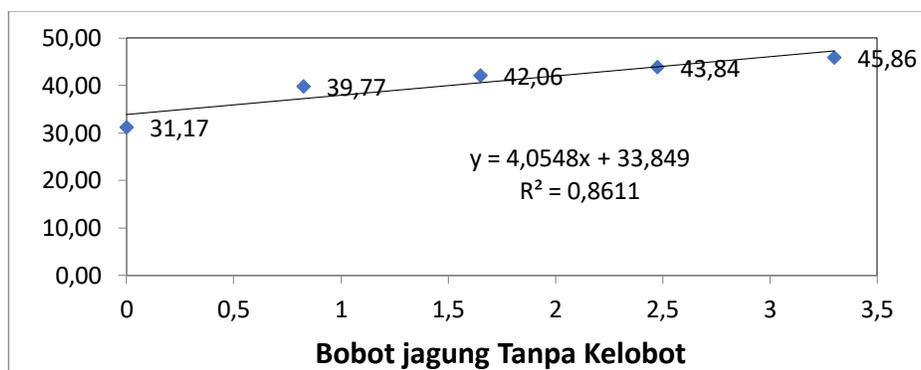
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara inokulasi BPF dan dosis pupuk P serta perlakuan faktor tunggal BPF, tidak berpengaruh nyata terhadap bobot jagung tanpa kelobot. Namun perlakuan dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap bobot jagung tanpa kelobot. Rerata bobot jagung tanpa kelobot disajikan pada tabel 6

Tabel 6 Pengaruh Dosis Pupuk SP-36 Terhadap Bobot Jagung Tanpa Kelobot Per Tongkol (g)

No	Bobot Jagung Tanpa Kelobot (g)	
	Pupuk SP-36	Rerata
1	0% (P0)	41,555a
2	25% (P1)	53,03ab
3	50% (P2)	56,09b
4	75% (P3)	58,455b
5	100% (P4)	61,14b

Ket: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5 %.

Hasil uji DMRT 5% pada Tabel 6, menunjukkan bahwa bobot jagung tanpa kelobot tertinggi terdapat pada perlakuan dosis pupuk SP-36 100 % (61,14 g) yg berbeda nyata dengan perlakuan dosis 0 % (41,555 g) tetapi berbeda tidak nyata dengan dosis pupuk SP-36 pada dosis 25 % (53,03 g) , 50 % (56,09 g), dan 75 % (58,455 g). Perlakuan dosis 0 % merupakan perlakuan yang memberikan hasil terendah dibandingkan perlakuan lain. Artinya semakin tinggi dosis yg diberikan maka akan terjadi peningkatan bobot jagung. Suplai P yang cukup dapat meningkatkan kualitas buah. Di samping itu P juga memacu kemasakan tanaman, terutama tanaman biji-bijian (Munawar, 2011). Sudjijo (1996) dalam Kasri dkk.,(2015) menyatakan bahwa besarnya jumlah hara yang diserap oleh tanaman sangat bergantung pada pupuk yang diberikan, dimana hara yang diserap oleh tanaman akan dimanfaatkan untuk proses fotosintesis yang pada akhirnya akan berpengaruh terhadap hasil jagung yang diperoleh.



Gambar 3. Regresi Linear Dosis Optimum Pupuk SP-36 pada Bobot jagung Tanpa Kelobot

Berdasarkan gambar 3, semakin tinggi dosis pupuk SP-36 yang diberikan maka semakin tinggi bobot jagung tanpa kelobot. Pada proses pembungaan, kebutuhan fosfor akan meningkat drastis karena kebutuhan energi meningkat dan fosfor adalah komponen penyusun enzim dan ATP yang berguna dalam proses transfer energi. Produksi buah yang dihasilkan juga dipengaruhi

oleh ketersediaan unsur fosfor dalam tanaman (Sun dkk., 2018). Fosfor berperan dalam pemecahan karbohidrat untuk energi, penyimpanan dan translokasinya ke seluruh tanaman dalam bentuk ADP dan ATP terutama pada fase generatif (Liwakabessy dan Sutandi, 2004). Menurut Subardja dkk., (2017), hal ini menandakan bahwa penggunaan dosis pupuk yang tepat mampu meningkatkan kandungan hara tanaman pada tanah ini, sehingga ketersediaan hara bagi tanaman jagung lebih tercukupi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa interaksi antara inokulasi BPF dan dosis pupuk SP-36 hanya berpengaruh nyata pada efisiensi pemupukan. Pada setiap perlakuan BPF dosis pupuk P 25% dari dosis anjuran memberikan efisiensi pemupukan lebih baik dibandingkan dosis lainnya. Sedangkan pada setiap dosis pupuk P, Inokulasi BPF memberikan efisiensi pemupukan tertinggi dan berbeda nyata dengan tanpa inokulasi hanya pada dosis pupuk 25%. Faktor tunggal inokulasi BPF berpengaruh nyata pada P-tersedia dan populasi BPF. Tanah yang diinokulasi BPF menghasilkan P tersedia dan populasi BPF lebih tinggi dari pada tanah tanpa inokulasi BPF. Sedangkan untuk faktor tunggal dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata pada efisiensi pemupukan, P-tersedia, dan bobot jagung tanpa kelobot per tongkol. Efisiensi pemupukan tertinggi terdapat pada perlakuan 25 % pupuk P, dan P tersedia tanah tertinggi serta bobot jagung tanpa kelobot tertinggi terdapat pada perlakuan dosis 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Campos, P., Borie, F., & Cornejo, P. (2018). Phosphorus acquisition efficiency related to root traits: is mycorrhizal symbiosis a key factor to wheat and barley cropping?. *Frontiers in Plant Science* 9(3): 752-760.
- Fitriatin, B.N., Agustina, M., & Hindersah, R. (2017). Populasi bakteri pelarut fosfat, P potensial, dan hasil jagung yang dipengaruhi oleh aplikasi MPF pada Ultisols Jatiningor. *Jurnal Agrologia* 6(2):75-83.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian journal of microbiology*, 41(2), 109-117.
- Havlin, J. L., Beaton, J. D., & Tisdale, S. L. (2014). Soil Fertility And Fertilizers (8th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Heryani, N., & Rejekiingrum, P. (2019). Pengembangan pertanian lahan kering iklim kering melalui implementasi panca kelola lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(2), 63-71.
- Hidayat, F., Sembiring, Z., Afrida, E., & Balatif, F. (2020). Aplikasi konsorsium bakteri

penambat nitrogen dan pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan jagung (*Zea mays*). *Jurnal Tanah Dan Sumber daya Lahan*, 7(2), 249–254. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.8>

- Hutagaol, D., Nuraida., & Farida, H. (2022). Mikroorganismes Pelarut Fosfat. Guepedia. Medan
- Ihham, I.B.G., Dharmayasa, Nurjaya, I.G.M.O., & Kawuri, R. (2014). Isolasi dan identifikasi bakteri pelarut fosfat potensial pada tanah konvensional dan tanah organik. *Simbiosis* 2(1): 173-183
- Kasri, A., Hapsoh, H., & Khoiri, M. A. (2015). Pengaruh pupuk kandang ayam dan N, P, K terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis (*Zea mays Saccharata Sturt*) Di Tanah Ultisol. Doctoral dissertation, Riau University.
- Kiuk, Y., Bako, P. O., & Ishaq, L. F. (2022). Aplikasi fungi mikoriza arbuskula indigenes dan pupuk fosfor anorganik dalam upaya peningkatan serapan fosfor dan hasil tanaman jagung di lahan berkapur pulau Timor. *Jurnal Agrikultura*, 33(1), 25-34.
- Leiwakabessy, F. M., & Sutandi, A. (2004). Pupuk dan Pemupukan. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor. [Diktat].
- Lisdiyanti, M., & Guchi, H. (2018). Pengaruh pemberian bahan humat dan pupuk SP-36 untuk meningkatkan ketersediaan fosfor pada tanah Ultisol. *Jurnal Online PERTANIAN TROPIK*, 5(2), 192-198.
- Ma'sum, A., & Hanif. (2022). Kajian Dosis Kompos Azolla Dan Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa*). Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. Bogor: IPB Press
- Nur, M.S.M. (2014). Aplikasi biochar suatu teknologi untuk meningkatkan ketersediaan fosfor, kesuburan, dan produktivitas calcareous di Timor Barat. orasi ilmiah. disampaikan pada rapat senat luar biasa. Universitas Nusa Cendana. Wisuda Magister, Profesi, dan Sarjana Periode Desember 2014.
- Nur, M.S.M., Benggu Y.I., Adu Tae, A.S.J., Ishaq, L.F., & Soetedjo, I N.P. (2023). Isolation and characterization of indigenous phosphate solubilizing bacteria from calcareous soil of dry land ecosystems in Timor Tengah Selatan East Nusa Tenggara, Indonesia. *International Journal of Tropical Drylands* 7 (2): 66-72. DOI: 10.13057/tropdrylands/t070202.
- Prakosa, F. H., Widodo, R. A., & Peniwiratri, L. (2020). Pengaruh dosis zeolit dan pupuk SP-36 terhadap ketersediaan P pada Latosol dan serapan P padi gogo (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Tanah dan Air (Soil and Water Journal)*, 17(1), 1-10.
- Purba, T., Ningsih, H., Perwaningsih, A. S., Junaedi, B., Gunawan., Junairiah., & Arsi, R. (2021). Tanah dan Nutrisi Tanaman. Yayasan Kita Menulis
- Rahmat, H. M., & Khalil, M. (2016). The evaluation of soil fertility status in several of soil type drylands of Pidie Districts. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 1(1), 147–154

- Ritonga, M., Sitorus, B., & Sembiring, M. (2015). Perubahan bentuk P oleh mikroba pelarut fosfat dan bahan organik terhadap P-tersedia dan produksi kentang (*Solanum tuberosum* L.) Pada tanah Andisol terdampak erupsi Gunung Sinabung. *Agroekoteknologi*, 4(1), 1641–1650. <https://doi.org/10.32734/jaet.v4i1.12883>
- Sagiarti, T., Okalia, D., & Marlina, G. (2018). Analisis C-organik, nitrogen dan C/N tanah pada lahan agrowisata Beken Jaya di Kabupaten Kuantan Singingi. *Agrosains dan Teknologi*, 12 (2), 117-124.
- Sahara, N., Wardah, W., & Rahmawati, R. (2019). Populasi fungi dan bakteri tanah di hutan pegunungan dan dataran rendah di kawasan taman nasional Lore Lindu Sulawesi Tengah. *Forest Sains*, 16(2), 85-93
- Setiawati, M. R., Linda, L. N., Kamaluddin, N. N., Suryatmana, P., & Simarmata, T. (2021). Aplikasi pupuk hayati ameliorant, dan pupuk NPK terhadap N total, P tersedia serta pertumbuhan dan hasil jagung pada Inceptisols. *Jurnal Agro*, 8(2), 298-310.
- Shaheen, A., & Matien, M. (2016). The effect of land use type and climatic conditions on carbon dynamics and physico-chemical properties of Inceptisol and Mollisols. *Sarhad Journal of Agriculture*. 32(4): 364-371.
- Siregar, P., Fauzi, & Supriadi. (2017). Pengaruh pemberian beberapa sumber bahan organik dan masa inkubasi terhadap beberapa aspek kimia kesuburan tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, 5(34): 256 – 264.
- Sitanggang, V., Sembiring, M., & Fauzi. (2017). Aplikasi mikroba pelarut fosfat dan beberapa sumber P untuk meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada Andisol terdampak erupsi Gunung Sinabung. *Jurnal Agroekoteknologi USU*, 5(4) : 768-773.
- Subardja, V., Muharam, & Nugraha, S. (2017). Karakteristik pertumbuhan dan hasil jagung manis di lahan marginal dengan dosis pemupukan yang berbeda. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 2(1): 7 – 12.
- Sukmadewi, D. K. T., Singapurwa, N. M. A. S., & Candra, I. P. (2022). Isolasi dan uji kemampuan bakteri pelarut kalium dari tanah sawah dengan sistem irigasi subak. *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 413. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.5450>
- Suliasih, Widawati, S., & Muharam, A. (2010). Aplikasi pupuk organik dan bakteri pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dan aktivitas mikroba tanah. *Jurnal Hortikultura*, 20(3), 241–246.
- Sun, K., Qiu, M., Han, L., Jin, J., Wang, Z., Pan, Z., & Xing, B. (2018). Speciation of phosphorus in plant and manure derived biochars and its dissolution under various aqueous conditions. *Sci Total Environ*, 634: 1300-1307
- Susanti, W. I., Widyastuti, R., & Wiyono, S. (2015). Peranan tanah rhizosfer bambu sebagai bahan untuk menekan perkembangan patogen *Phytophthora palmivora* dan meningkatkan pertumbuhan bibit pepaya. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 39 (2): 65–74.
- Titah, T., & Purbopuspito, J. (2016). Respon pertumbuhan jagung terhadap pemberian pupuk-

pupuk NPK, urea, SP-36, dan KCl. *Eugenia*, 22(2).

Yunus, F., Hasanah, U., & Anshar, M. (2015). Pengaruh pemberian sungkup plastik dan mulsa terhadap dinamika kadar air, suhu tanah dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) pada tanah beririgasi teknis. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*, 22(1), 33-40