

**KEMAMPUAN ISOLAT BAKTERI PELARUT FOSFAT DARI
EKOSISTEM YANG BERBEDA DAN DOSIS PUPUK SP-36
DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI SERAPAN FOSFAT DAN
PERTUMBUHAN SERTA HASIL TANAMAN JAGUNG PULUT
(*Zea mays ceratina* L.) DI ALFISOL BAUMATA**

**Yanuaris Padur^{1*}, Yoke Ivonny Benggu², Muhammad S. M. Nur³, Max Junus
Kapa⁴, Anthonius S. J. Adu Tae⁵, Lily Fauziah Ishaq⁶**

¹²³⁴⁵⁶Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana

E-mail: artopadur@gmail.com

Abstrak

Keywords:
Efisiensi Serapan;
Fosfor (P); Bakteri
Pelarut Fosfat (BPF);
SP-36.

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara yang tergolong rendah di Pulau Timor. Hal tersebut disebabkan mineral tanah yang memfikasi P sehingga P tidak larut. Pemanfaatan Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi hal tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi serapan P akibat inokulasi BPF di Alfisol Baumata. Penelitian ini dilaksanakan di Lahan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana, Lab Kimia Tanah dan Lab Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana pada bulan Juni 2023-Februari 2024. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 4 perlakuan BPF (Tanpa isolate BPF, isolate BPF asal ekosistem Pesisir, isolate BPF asal ekosistem Kebun dan isolate BPF asal ekosistem Mamar) dan 5 dosis pupuk SP-36 (0, 25, 50, 75 dan 100 % dosis anjuran SP-36/tanaman). Uji lanjutan menggunakan DMRT pada Taraf 5%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa Efisiensi Serapan P pada isolate BPF asal pesisir lebih tinggi dari perlakuan lainnya pada setiap pemberian dosis SP-36. Jenis isolate asal Pesisir (BP) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia, tinggi tanaman dan panjang tongkol terbaik pada dosis 75% pupuk SP-36. Selanjutnya, jenis isolate BPF asal Kebun (BK) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia, tinggi tanaman dan panjang tongkol terbaik pada dosis 25% pupuk SP-36. Kemudian, jenis isolate BPF asal Mamar (BM) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia, tinggi tanaman dan panjang tongkol terbaik pada dosis 50%

1. PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan salah satu unsur hara dengan kondisi ketersediaan yang rendah di tanah khususnya di Pulau Timor. Di Pulau Timor proses pembentukan tanah umumnya dipengaruhi oleh batuan kapur (*limestone*) yang mengandung unsur kalsium (Ca) yang tinggi. Unsur Ca ini menjadi faktor utama penyebab rendahnya unsur P di Pulau Timor karena unsur ini memfiksasi unsur P membentuk senyawa Ca-P yang tidak larut (Carson, 1990). Hal ini didukung oleh penelitian Ilham dkk., (2014) yang menunjukkan bahwa pada kondisi tanah alkali Ca akan mengikat P membentuk ikatan Ca-P yang tidak larut, sehingga kondisi ini membuat P tidak tersedia untuk diserap tanaman.

Salah satu cara untuk meningkatkan ketersediaan P dan efisiensi pemupukan P adalah dengan pengaplikasian Bakteri Pelarut Fosfat (BPF). Bakteri ini akan menghasilkan senyawa fosfatase yang terikat pada koloid tanah sehingga P bebas. Ion P yang bebas atau larut dapat diserap oleh tanaman secara alami (Firdausi & Muslihatin, 2016). BPF dapat ditemukan pada rhizosfer tanaman di berbagai ekosistem. Dalam penelitian Baloc dkk., (2023) BPF dapat ditemukan di sekitar rhizosfer tanaman dalam sebuah ekosistem yaitu ekosistem Pesisir dan Kebun melalui proses isolasi. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Nur dkk., (2023) pada ekosistem Mamar, lahan pertanian, dan daerah pesisir. Lokasi atau ekosistem pengambilan isolate BPF ternyata turut berpengaruh dalam menentukan efektivitasnya dalam melarutkan P.

Kombinasi antara Mikroba Pelarut Fosfat (MPF) dan pupuk anorganik ternyata dapat mengurangi dosis penggunaan pupuk anorganik. Hal tersebut didukung oleh penelitian Puspitawati dkk., (2013) yang menunjukkan bahwa kombinasi pupuk P anorganik 50% + MPF berbeda tidak nyata dengan kontrol (100% pupuk P anorganik) dalam meningkatkan komponen hasil tanaman padi yang meliputi panjang malai, jumlah gabah isi per rumpun, bobot gabah isi dan berat 1000 butir gabah. Kemudian dalam penelitian Pangaribuan dkk., (2017) menunjukkan bahwa kombinasi pupuk tunggal NPK 60% + pupuk hayati *Bio Max Grow* (*Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp.) konsentrasi 20 ml/l menghasilkan rata-rata produksi jagung manis sebesar 13,20 ton/ha. Tanaman Jagung Pulut berbagai penelitian mengenai efisiensi pemupukan karena tergolong jenis tanaman yang responsif terhadap pemupukan. Tanaman jagung dapat merepresentasikan kekurangan unsur hara melalui warna daun selama masa pertumbuhannya. Oleh karena itu pemupukan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangannya (Tito dan Joko, 2016 dalam Sofyan dkk., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh interaksi dan kombinasi perlakuan terbaik jenis BPF dan dosis pupuk SP-36 terhadap efisiensi pemupukan, P-tersedia, pH dan pertumbuhan serta hasil tanaman jagung pulut

2. METODE

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan dari bulan Juni 2023 sampai Februari 2024. Pengambilan tanah dilakukan di Desa Baumata Kabupaten Kupang. Penanaman benih jagung di polybag dilakukan di Lahan Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, analisis kimia tanah dilakukan di Laboratorium Kimia Tanah dan penyegaran isolate BPF dilakukan di Laboratorium Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana.

2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan meliputi; (1) berbagai alat dalam pengambilan tanah seperti cangkul, skop, karung, dan linggis, (2) berbagai alat untuk analisis sifat kimia tanah seperti timbangan analitik, ayakan, mesin *shaker*, labu khedjal, alat destilasi, erlenmeyer, pipet tetes, gelas ukur, gelas kimia, ruang asam, pH meter, *hot plate* (3) berbagai alat untuk keperluan penyegaran BPF seperti erlenmeyer, botol *shot*, spatula, *hot plate*, *laminar flow*, cawan petri, jarum ose (4) alat tulis-menulis, (5) kamera.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) benih jagung pulut (Kumala F1), Isolat BPF, tanah Alfisol, formalin 5%, air steril, polybag kapasitas 20 kg, pupuk SP-36, alcohol 70%. (2) berbagai bahan untuk analisis sifat kimia tanah, seperti arang aktif, Larutan NaHCO_3 , chloromolibdat, aquades, indicator P, selenium reagan, Larutan H_2SO_4 , Larutan NaOH 40%, H_3BO_3 (asam borat), indicator Conway. (3) berbagai bahan yang digunakan untuk keperluan penyegaran isolate BPF seperti Ca_3PO_4 , glukosa, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCL, $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, MnSO_4 , FeSO_4 , ekstrak ragi, dan agar.

2.3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan faktor I terdiri atas 4 perlakuan BPF (Tanpa isolate BPF, isolate BPF asal ekosistem Pesisir, isolate BPF asal ekosistem Kebun dan isolate BPF asal ekosistem Mamar) dan faktor II terdiri atas 5 dosis pupuk SP-36 (0, 25, 50, 75 dan 100 % dosis anjuran SP-36/tanaman). Dengan demikian terdapat 20 kombinasi perlakuan, setiap perlakuan diulang 3 kali, sehingga terdapat 60 satuan percobaan.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Media tanam yang digunakan adalah tanah jenis Alfisol. Tanah diambil dari desa Baumata Kabupaten Kupang. Lokasi pengambilan tanah dilakukan pada areal lahan yang tidak pernah diolah atau pun ditanami oleh tanaman. Vegetasi yang ada disekitar lokasi berupa pohon mahoni. Tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dengan menggunakan cangkul, linggis dan sekop lalu ditampung pada karung kapasitas 50 kg dan dibawa ke Fakultas Pertanian Undana. Setelah itu, tanah dihaluskan dengan cara ditumbuk menggunakan palu kayu dan diayak menggunakan ayakan 5 mm. Tanah hasil ayakan ditimbang sebanyak 20 kg lalu dimasukkan ke dalam kantong plastik yang selanjutnya akan disteril.

Sterilisasi tanah bertujuan untuk menghilangkan mikroba yang ada di dalam tanah yang akan digunakan untuk penelitian. Tanah yang telah dimasukkan ke dalam kantong disteril menggunakan formalin (5%). Masing-masing tanah di dalam kantong

diratakan di atas plastik bening yang telah disemprot alkohol (70%) dengan ukuran 1 m x 1 m. sterilisasi dilakukan dengan menyemprotkan formalin menggunakan sprayer dengan volume 500 ml per kantong. Setelah disprayer tanah bolak-balikkan untuk meratakan larutan formalin. Setelah itu, tanah kembali dimasukkan kedalam kantong yang sebelumnya telah disprayer alkohol (70%) lalu diikat dan ditunggu selama satu minggu untuk masa inkubasi.

Sebelum diaplikasikan ke tanah, isolate bakteri perlu disegarkan kembali. Penyegaran isolate dimulai dengan pembuatan media pikovskaya. Media ini dibuat dengan mencampurkan bahan seperti Ca_3PO_4 , glukosa, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, KCL, $\text{MgSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, MnSO_4 , FeSO_4 , ekstrak ragi, dan agar. Semua bahan yang telah ditimbang dimasukkan kedalam botol scot lalu ditambahkan 1 L aquades. Kocok botol beberapa saat untuk menghomogenkan semua bahan. Setelah homogen, botol diletakan di atas *hot plate* sambil diaduk hingga mendidih. Lalu saat larutan telah mendidih *hot plate* dimatikan dan tunggu larutan hingga dingin. Ketika larutan telah dingin, siapkan cawan petri steril untuk dituangi larutan lalu tunggu hingga larutan memadat. Setelah itu, inokulum BPF diambil dari *freezer* lalu di menggoreskan inokulum pada media menggunakan jarum ose yang steril di permukaan media dalam *laminar flow*. Dalam jangka waktu 2 hari bakteri yang telah tumbuh diambil menggunakan jarum ose lalu dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi larutan *Nutrient Broth* (NB). Larutan NB terbuat dari bubuk NB sebanyak 2 g dalam 250 ml aquades. Setelah bakteri dimasukkan ke dalam larutan NB mulut erlenmeyer disumbat dengan kapas lalu ditutup oleh alumunium foil dengan kondisi longgar selanjutnya dilakukan proses *shaker* selama 24 jam.

Tanah yang telah disteril disiram dengan air steril hingga kondisi kapasitas lapang. Saat kondisi tanah sudah dalam kondisi lembab, dibuat lubang tanam jagung sebanyak 3 titik. Jagung yang digunakan adalah jenis jagung pulut hibrida maka sebelum ditanam perlu direndam dan dicuci hingga air tidak berwarna untuk menghilangkan insektisida yang menempel pada jagung, hal ini dilakukan agar insektisida tidak mengkontaminasi BPF. Setelah itu, jagung ditanam 3 benih per polybag dan lalu diinokulasikan Inokulan BPF sebanyak 2 ml per polybag menggunakan jarum hipodermik. Jika proses penanaman dan inokulasi telah selesai tutup kembali lubang tanam. Setelah tanaman berusia 3 hari dilakukan pemberian pupuk SP-36 dengan dosis yang sesuai dengan perlakuan. Dosis pupuk SP-36 sesuai anjuran adalah sebanyak 300 kg/ha. Jika dikalkulasikan untuk penggunaan polybag 20 kg adalah sebanyak 3 g/polybag. Dosis pupuk SP-36 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Jumlah pupuk SP-36 pada setiap taraf pemupukan

Taraf	0%	25%	50%	75%	100%
Dosis (g)	0	0,75	1,5	2,25	3

2.5. Variabel Pengamatan

2.5.1. Variabel Penunjang

Variabel penunjang terdiri dari C-organic (Welkey and Black), N-total (Kheldjal), pH (H_2O), P-total (Destruksi Basa), P-Tersedia ((Olsen), Kadar Air

(Gravimetrik)

2.5.2. Variabel Utama

Variabel Utama terdiri dari Efisiensi Serapan P (Jumlah nilai serapan tanaman yang diberi pupuk dikurangi dengan serapan tanaman tanpa pupuk dibagi dengan jumlah P yang diberikan lalu dikalikan dengan 100% (Tambunan dkk., 2014)), pH, P-tersedia, tinggi tanaman dan panjang tongkol.

2.6. Analisis Data

Pengambilan data variabel utama dilakukan pada akhir penelitian. Data hasil pengamatan akan dianalisis ragamkan (ANOVA) dan selanjutnya akan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) untuk membandingkan rerata pasangan perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Awal Kimia Tanah

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah dan Kriterianya

Sifat Kimia	Angka	Kriteria
C-Organik (%)	1,23	Rendah
N-total (%)	0,28	Sedang
pH	7,15	Netral
P-total (mg/kg)	160,7	Sangat tinggi
P-tersedia (mg/kg)	10,26	Rendah
Kadar air (%)	25	

Sumber : Kriteria sifat kimia tanah berdasarkan LPT Bogor (1983)

Hasil analisis C-organik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa tanah memiliki kandungan C-organik yang tergolong rendah. Kondisi ini mencerminkan bahwa kandungan bahan organik pada tanah dikatakan rendah. Rendahnya kandungan bahan organik disebabkan oleh tanah yang hanya ditumbuhi oleh sedikit vegetasi sehingga suplai bahan organik pada tanah tersebut hanya berasal dari vegetasi yang tumbuh di lokasi tersebut. Irawan dan Yuwono (2016) menyatakan bahwa semakin tinggi bahan organik berupa serasah yang menutupi tanah maka akan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dalam mendekomposisi bahan organik yang akan menjaga struktur tanah.

Kondisi bahan organik seperti yang telah dijelaskan juga berkaitan dengan kondisi ketersediaan N. Berdasarkan Tabel 2, nilai N-total yang terkandung di dalam tanah tergolong sedang, yaitu sebesar 0,28 %. Hal tersebut disebabkan karena N paling banyak berasal dari bahan organik. Shaheen & Matien (2016) menyatakan adanya hubungan linier antara peningkatan bahan organik terhadap N-total.

Hasil analisis pH pada Tabel 2. menunjukkan bahwa pH tanah tergolong netral yaitu sebesar 7,15. Hal tersebut dapat dikaitkan dengan proses pembentukan tanah

yang berbahan induk kapur dan pencucian basa seperti Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ dan Na^+ yang rendah akibat rendahnya curah hujan di Pulau Timor. Keberadaan kation-kation tersebut dalam jumlah yang cukup dapat menetralkan asam sehingga menjaga pH tanah pada kondisi netral (Hakim, 2016).

Berdasarkan Tabel 2 Nilai P-total tanah, yaitu 16,07 mg/kg. Hal ini menunjukkan ketersediaan P yang sangat tinggi pada tanah. Batuan induk (Litologi) merupakan salah satu faktor pembentuk tanah yang sangat menentukan sifat kimia dan fisik tanah. Pulau Timor yang memiliki batuan induk kapur bersifat basa, memiliki kandungan unsur Ca, Mg dan K, namun relatif miskin unsur hara (Aji dan Teapon, 2019)

P-tersedia merupakan jumlah hara P yang tersedia atau dapat diserap oleh tanaman. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 2, jumlah P-tersedia tergolong rendah yaitu 10,26 mg/kg. Rendahnya jumlah P-tersedia disebabkan oleh adanya fiksasi P oleh Ca membentuk ikatan Ca-P sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Proses pembentukan tanah di Pulau Timor yang dipengaruhi oleh formasi geologi batuan kapur sehingga kandungan Ca mengikat P membentuk senyawa Ca-P yang sukar larut menyebabkan ketersediaan P tergolong rendah (Carson, 1990).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar air tanah sebesar 25%. Kandungan air dalam tanah dipengaruhi curah hujan dan suhu. Lokasi pengambilan sampel ditumbuhi oleh rumput-rumputan, mahoni dan lamtoro. Kondisi suhu yang tinggi akibat rendahnya curah hujan mengakibatkan tingginya evaporasi.

3.2. Data Utama

a. Efisiensi Serapan P

Efisiensi Serapan P merupakan perbandingan antara jumlah hara yang dapat diserap tanaman dengan jumlah hara yang diberikan. Jumlah unsur hara P yang diserap oleh tanaman diketahui melalui analisis P jaringan. Efisiensi serapan dapat dihitung melalui jumlah hara P yang diserap per unit hara P yang ditambahkan (Tambunan, 2014).

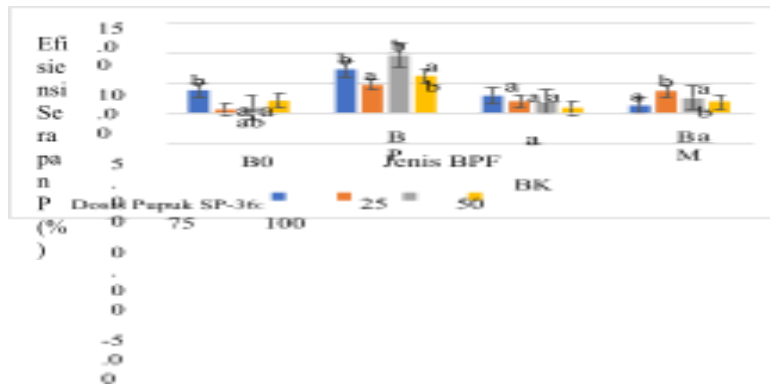
Hasil sidik ragam menunjukkan Interaksi BPF dengan dosis SP-36 dan perlakuan tunggal jenis BPF berpengaruh nyata terhadap efisiensi serapan P sedangkan perlakuan tunggal dosis pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata terhadap efisiensi serapan P. Hasil uji DMRT interaksi jenis BPF dengan dosis pupuk SP-36 dan perlakuan tunggal jenis BPF terhadap efisiensi serapan P masing-masing disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh interaksi BPF dan Dosis SP-36 terhadap efisiensi serapan P

		Efisiensi Serapan P (%)			
		Dosis Pupuk SP-36			
BPF	—	25%	50%	75%	100%
BO		3,80 b B	0,64 a A	0,91 a A	2,07 ab A
BP		7,36 b C	4,76 a B	9,63 b B	6,24 ab B
BK		2,93 a	1,98 a	1,82 a	0,90 a

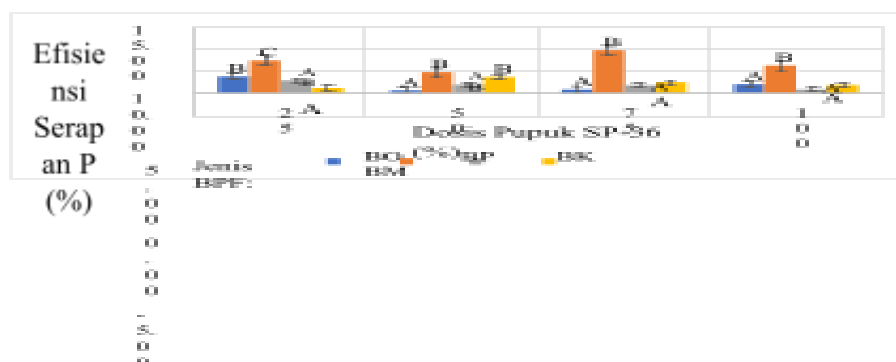
	AB	AB	A	A
BM	1,26 a	3,70 b	2,50 ab	1,94 a
	A	B	A	A

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



Gambar 1. Pengaruh jenis BPF pada tiap dosis Pupuk SP-36

Berdasarkan Gambar 1 efisiensi serapan P pada B0 tertinggi terdapat pada perlakuan dosis 25% berbeda nyata dengan perlakuan 50% dan 75% tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan 100%. Hal tersebut disebabkan karena tidak adanya pemberian BPF yang dapat melarutkan P yang diberikan. Pada perlakuan BP efisiensi serapan P tertinggi terdapat pada dosis 75% dan berbeda nyata dengan perlakuan 50% tetapi berbeda tidak nyata dengan dosis 25% dan 100%. Artinya meskipun terjadi pengurangan dalam pemberian dosis SP-36 hal tersebut tidak mempengaruhi kinerja dan fungsi BPF isolat asal Pesisir (BP). Pada perlakuan BK tidak ada perbedaan nyata pada tiap dosis SP-36 yang diberikan. Dari diagram di atas dapat dilihat nilai efisiensi yang cenderung menurun dari dosis 25% ke dosis 100%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Wulandari dkk. (2014) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk SP-36 yang awalnya meningkatkan aktivitas BPF dan ketersediaan P justru menurun pada dosis tinggi. Hal tersebut diduga karena dosis SP-36 yang tinggi secara langsung memenuhi kebutuhan tanaman sehingga BPF tidak lagi berperan aktif dalam melarutkan P yang terfiksasi dalam tanah. Perlakuan BM efisiensi serapan tertinggi terdapat pada perlakuan dosis 50% yang berbeda nyata dengan perlakuan 25% dan 100% tetapi berbeda tidak nyata dengan dosis 75%. Jika dilihat dari diagram terjadi penurunan efisiensi dari dosis 50% ke dosis 100%. Hal tersebut diduga akibat penurunan aktivitas karena dosis pupuk yang lebih tinggi dapat memenuhi kebutuhan P tanaman secara langsung sehingga BPF tidak berperan aktif dalam melarutkan P dalam tanah (Wulandari dkk., 2014)



Gambar 2. Pengaruh dosis pupuk SP-36 pada setiap jenis BPF

Pada setiap pemberian dosis pupuk (Gambar 2), jenis BPF yang memiliki efisiensi serapan terbaik adalah Isolat BPF Pesisir (BP). Hal tersebut dapat dilihat dari BP yang berbeda nyata dengan perlakuan lainnya pada setiap pemberian dosis pupuk SP-36. Artinya bahwa BP bekerja secara optimal pada setiap dosis perlakuan, Perlakuan dosis 75% merupakan perlakuan terbaik dalam efisiensi serapan P dengan nilai sebesar 9,63%. Hal tersebut mengartikan bahwa BP dapat mempengaruhi perkembangan akar tanaman lebih baik melalui kemampuannya dalam menyediakan P. Pada dosis 25%, perlakuan BM menjadi perlakuan terendah dalam efisiensi serapan bahkan lebih rendah dari dari perlakuan B0. Selain proses pelarutan yang tidak optimal, hal tersebut juga diduga berkaitan dengan distribusi dan perkembangan akar. Rendahnya ketersediaan P dapat menghambat perkembangan akar sehingga penyerapan yang dilakukan oleh tanaman tidak berjalan dengan baik. Winarso (2013) dalam Irwan dkk. (2017) menyatakan bahwa lingkungan dengan kondisi P yang cukup memiliki distribusi perakaran yang baik.

b. pH

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan interaksi BPF dengan dosis pupuk SP-36 dan perlakuan tunggal dosis pupuk SP-36 tidak memberikan pengaruh nyata pada taraf 5% terhadap pH sedangkan perlakuan tunggal BPF memberikan pengaruh nyata. Hasil uji DMRT taraf 5% pada perlakuan tunggal BPF disajikan pada Tabel 4

Tabel 4. pH Tanah akibat pemberian BPF ekosistem Pesisir, Kebun dan Mamar

No.	Bakteri Pelarut Fosfat	pH
1.	Tanpa Isolat (B0)	7,26 a
2.	Isolat BPF Pesisir (BP)	7,29 a
3.	Isolat BPF Kebun (BK)	7,31ab
4.	Isolat BPF Mamar (BM)	7,36 b

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Dari Tabel 3 perlakuan BM merupakan perlakuan yang menghasilkan pH tertinggi yaitu sebesar 7,361 berbeda nyata dengan perlakuan BP (7,29) dan B0 (7,26) namun berbeda tidak nyata dengan BK sebesar 7,31. Jika ditinjau dari nilai IKF pada media agar (*in vitro*), BM memiliki nilai yang lebih kecil dari BP dan BK yakni sebesar 2,2 (Nur dkk., 2023). Hal ini diduga karena banyaknya P yang terlarut sehingga kation-kation yang mengikat P seperti Ca^{2+} terbebas akibatnya pH meningkat. Meskipun begitu nilai pH dari setiap perlakuan masih tergolong netral dan terjadi sedikit peningkatan nilai dari pH awal. Berdasarkan data analisis awal, pH memiliki nilai sebesar 7,15. Peningkatan nilai pH tersebut sesuai dengan pernyataan Husen dkk., (2022) yang menyatakan bahwa setelah proses pelarutan P terjadi, pH tanah akan kembali meningkat menyebabkan bentuk divalen dan trivalen dari P

anorganik, HPO_4^{2-} dan HPO_4^{3-} akan meningkat di dalam tanah. Hal tersebut mengartikan bahwa adanya peningkatan jumlah OH^- atau pengurangan H^+ .

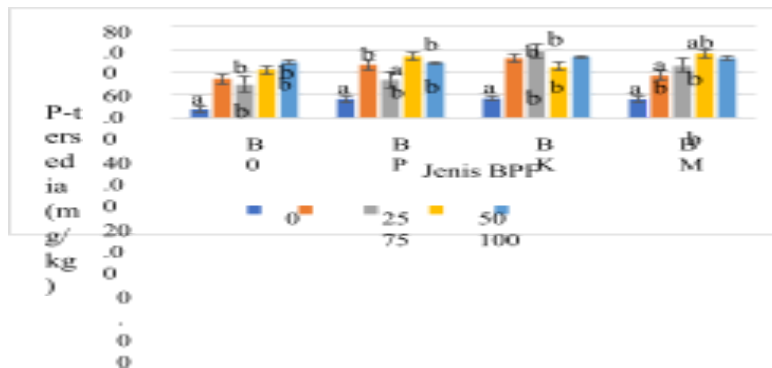
c. P-tersedia

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi BPF dengan pupuk SP-36 dan perlakuan tunggal pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap jumlah P-tersedia sedangkan, perlakuan tunggal BPF tidak memberikan pengaruh nyata. Hasil uji DMRT taraf 5% pada interaksi BPF dengan dosis pupuk SP-36 dan perlakuan tunggal pupuk SP-36 disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh interaksi BPF dan Dosis SP-36 terhadap Jumlah P-tersedia

BPF	P-Tersedia (mg/kg)				
	Dosis Pupuk SP-36				
	0%	25%	50%	75%	100%
BO	7,53 a A	34,10 b A	29,12 b A	42,35 b A	41,04 b A
BP	16,61 a A	46,62 b A	33,03 ab AB	54,07 b A	48,21 b A
BK	17,04 a A	52,30 b A	58,23 b B	44,50 b A	53,47 b A
BM	16,37 a A	36,95 ab A	36,44 ab AB	56,67 b A	52,16 b A

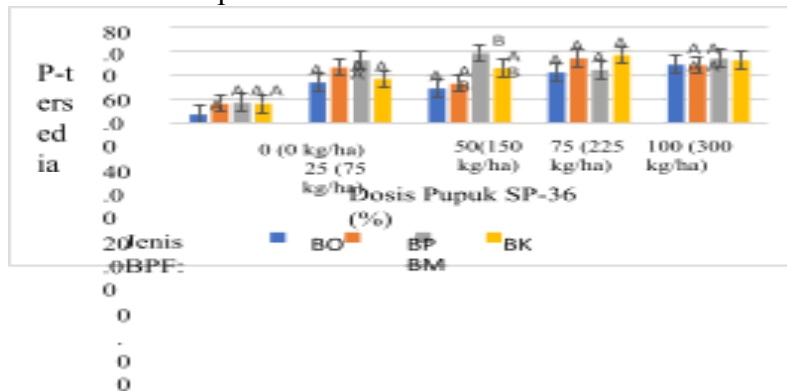
Keterangan : Notasi yang ditulis dengan huruf kapital (A) untuk perbandingan vertikal dan notasi yang ditulis dengan huruf kecil (a) untuk perbandingan horizontal



Gambar 3. Pengaruh jenis BPF pada tiap dosis Pupuk SP-36

Dari Gambar 3. dapat dilihat bahwa pada perlakuan B0 pemberian pupuk SP-36 sampai 100% berbeda nyata dengan perlakuan tanpa pupuk. Perlakuan dosis pupuk 75% menjadi perlakuan tertinggi dalam menyediakan P meskipun berbeda tidak nyata dengan perlakuan dosis pupuk lainnya. Sedangkan perlakuan tanpa pupuk menjadi perlakuan yang menghasilkan P-tersedia terendah. Hal ini terjadi dikarenakan tidak adanya pemberian BPF dan pupuk P pada kontrol. Lalu pada perlakuan BP dosis 75% menghasilkan P-tersedia tertinggi (54,07 mg/kg) berbeda nyata dengan dosis 0% tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan 25%, 50% dan 100%. Artinya bahwa pengurangan dosis tetap mendukung dan tidak menghambat fungsi dan kinerja BPF dalam mendukung ketersediaan P. Kemudian, pada perlakuan BK dosis 50%

menghasilkan P-tersedia sebesar 58,23 berbeda nyata dengan perlakuan dosis 0% (17,04) tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan 25%,50% dan 100%. Tidak adanya pemberian P pada dosis 0% mengakibatkan BPF hanya melarutkan P yang ada pada tanah dan tidak dapat menyaingi hasil P-tersedia pada perlakuan dosis lainnya. Pada perlakuan BM, dosis 75% menjadi dosis terbaik yang menghasilkan P tersedia (56,67 mg/kg) berbeda nyata dengan kontrol namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan dosis 25 %, 50% dan 100%. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pengurangan dosis tidak menghambat kinerja BPF dalam menyediakan P. Sedangkan pada perlakuan 25% dan 50% berbeda tidak nyata dengan dosis 0%. Hal tersebut mengartikan bahwa pelarutan P oleh BM pada tanah tanpa pemberian pupuk SP-36 berjalan dengan baik sehingga hasil P- tersedia yang dihasilkan hampir mendekati hasil pada dosis 25% dan 50%.



Gambar 4. Pengaruh dosis Pupuk SP-36 pada setiap jenis BPF

Pada perlakuan dosis SP-36 (Gambar 4), perbedaan jenis BPF memberikan P-tersedia yang berbeda nyata hanya pada dosis 50% SP-36. Jenis BPF asal ekosistem Kebun (BK) menjadi perlakuan yang menghasilkan P tertinggi (58,23 mg/kg) berbeda nyata dengan perlakuan B0 tetapi berbeda tidak nyata dengan BP dan BM. Tidak adanya pemberian BPF pada B0 menjadi faktor yang mempengaruhi perbedaan yang nyata antara BK dengan B0. Diduga dosis 50% pada BK tidak mempengaruhi aktivitas mikroba dalam melarutkan P yang terfiksasi dalam tanah. Penelitian Edy dkk. (2019) menunjukkan bahwa mikroba dalam ekstrak pelarut fosfat dapat meningkatkan ketersediaan P dalam tanah melalui proses perombakan unsur hara P yang berada dalam tanah.

d. Tinggi Tanaman (cm)

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi BPF dengan dosis pupuk SP-36 dan perlakuan tunggal dosis pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman pada hari ke-60. Tetapi faktor tunggal BPF berpengaruh nyata pada tinggi tanaman hari ke-60. Hasil uji Duncan taraf 5% pada pemberian BPF disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tinggi tanaman pada umur 60 HST akibat pemberian BPF ekosistem Pesisir, Kebun dan Mamar

No.	Bakteri Pelarut Fosfat	Tinggi Tanaman (cm)
1.	Kontrol (B0)	149,29 a

2. Isolat BPF Pesisir (BP)	153,44 ab
3. Isolat BPF Kebun (BK)	164,23 b
4. Isolat BPF Mamar (BM)	165,37 b

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan Tabel 5 perlakuan yang menghasilkan tinggi jagung tertinggi terdapat pada perlakuan BM sebesar 165,37 cm, berbeda nyata dengan B0 namun berbeda tidak nyata dengan BP dan BK. Perlakuan B0 merupakan perlakuan yang menghasilkan tinggi terendah sebesar 149,29 cm. Artinya bahwa pemberian isolat BPF sangat berpengaruh dalam menyediakan unsur hara P dalam menunjang pertumbuhan tanaman dibandingkan dengan tanpa pemberian BPF.

Jika dilihat dari pengaruh BPF dalam penelitian Nur dkk., (2023), ketiga isolat memiliki Indeks Kelarutan Fosfat (IKF) berbeda di media agar (*in vitro*). Isolat BPF Mamar (Rhizosfer bambu) memiliki nilai IKF sebesar 2,2, Kebun (Rhizosfer Kelor) sebesar 2,7 dan Pesisir (Rhizosfer Jarak merah) sebesar 2,7. Dari Nilai IKF tersebut, Isolat mamar memiliki nilai IKF lebih kecil dari IKF Pesisir dan Kebun. Hal tersebut tidak sejalan dengan pengaruhnya ke tinggi tanaman karena nilai BP yang memiliki nilai IKF memiliki nilai IKF terendah dari isolat Pesisir dan Kebun. Hal tersebut diduga karena Isolat BPF Pesisir yang masih beradaptasi dengan jenis tanah yang diambil dari daerah dataran tinggi yang banyak ditumbuhi banyak vegetasi.

e. Panjang Tongkol

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata terhadap panjang tongkol sedangkan perlakuan tunggal BPF dan interaksi BPF dan dosis pupuk SP-36 berpengaruh tidak nyata. Hasil uji Duncan taraf 5% pada dosis pupuk SP-36 disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Panjang Tongkol Jagung akibat Perlakuan Dosis SP-36

No.	Dosis Pupuk SP-36 (%)	Panjang Tongkol (cm)
1.	0% (0 kg/ha)	11,58 a
2.	25% (75 kg/ha)	13,80 ab
3.	50% (150 kg/ha)	12,58 ab
4.	75% (225 kg/ha)	14,63 b
5.	100% (300 kg/ha)	13,04 ab

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf sama berbeda tidak nyata pada uji DMRT 5%

Berdasarkan Tabel 6 di atas, ukuran panjang tongkol tertinggi pada perlakuan dosis 75% (14,63) berbeda nyata dengan perlakuan dosis 0% (11,58) dan 50% (12,58) namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan 25% (13,80) dan 100% (13,04). Artinya pengurangan penggunaan pupuk SP-36 masih bisa mendukung hasil panjang tongkol tanaman jagung. Pemupukan dengan dosis SP-36 0% (tanpa pemberian pupuk) menghasilkan panjang tongkol terendah dan berbeda tidak nyata dengan dosis 50 %. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tanpa pemberian pupuk SP-36 menghasilkan panjang tongkol yang terendah. Oleh karena itu, input pupuk P sangat berpengaruh terhadap pembentukan tongkol. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Sutejo (1995) dalam Pangaribuan (2017) yang menyatakan bahwa dalam fase pembungaan unsur hara P sangat dibutuhkan dalam mempengaruhi pembentukan buah dan ukuran tongkol jagung.

4. KESIMPULAN

Interaksi antara Jenis BPF dan dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata pada efisiensi pemupukan P (serapan P) dan P-tersedia tanah. Faktor tunggal Jenis BPF berpengaruh nyata pada pH dan tinggi tanaman sedangkan faktor tunggal dosis pupuk SP-36 berpengaruh nyata pada panjang tongkol jagung.

Jenis isolate asal Pesisir (BP) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia dan tinggi tanaman terbaik pada dosis 75% pupuk SP-36. Selanjutnya, jenis isolate BPF asal Kebun (BK) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia dan tinggi tanaman terbaik pada dosis 25% pupuk SP-36. Kemudian, jenis isolat BPF asal Mamar (BM) memberikan efisiensi serapan P, P-tersedia dan tinggi tanaman terbaik pada dosis 50% pupuk SP-36.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Pembimbing atas bimbingannya dalam penulisan jurnal ilmiah ini. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada rekan-rekan tim penelitian BPF sehingga penelitian berjalan dengan baik. Terakhir saya ucapkan terima kasih kepada Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana yang telah mendanai penelitian ini

REFERENSI

- Aji, H.B., & Teapon, A., 2019. Pengaruh Batuan Induk Dan Kimia Tanah terhadap Potensi Kesuburan Tanah di Kabupaten Kepulauan Sula, Provinsi Maluku Utara. *Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. Vol. 22 (3):343-353.
- Baloc, I. S., Ishaq, L. F., Adutae, A. S., & Serangmo Diana., 2023. Exploration Indigenous Phosphate Solubilizing Bacteria at Agriculture Land and Coastal Ecosystem in Kupang District. *Agrisa*. Vol. 12(2):106-124.
- Carson, B. (1990). *Soil of West Timor*. M.Sc.Degree in Soils. Murdoch University. Australia
- Edy, Alam, T., Baktiar., 2019. Aplikasi Pupuk SP-36 dan Ekastrak Pelarut Fosfat untuk Meningkatkan Produksi Jagung Lokal Pulut. *Vegetalika*, Vol.8(4):220-226. <https://doi.org/10.22146/veg.45428>
- Firdausi, N., & Muslihatin, W., 2016. Pengaruh Kombinasi Media Pembawa Pupuk Hayati Bakteri Pelarut Fosfat terhadap pH dan Unsur Hara Fosfat dalam Tanah. *Sains dan Seni ITS*. Vol. 5(2):2337- 3520. <http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v5i2.20634>
- Hakim, A. R. (2016) Evaluasi Kemasaman Tanah pada Lahan Pertanian Intensif di Sub DAS Mayang Kabupaten Jember, Fakultas Pertanian, Universitas Jember.
- Husen, E., Surono, Pratiwi, E., & Widowati, L. R. (2022). *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor:Balai Penelitian Tanah.Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/368818183_Mikroba_Pelarut_Fosfat/link/63fb2f1657495059454484f2/
- Ilham, I.B.G., Dharmayasa, Nurjaya, I.G.M.O. dan Kawuri, R., 2014. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pelarut Fosfat Potensial pada Tanah Konvensional dan Tanah Organik. *Simbiosis*. Vol.2(1): 173-183.

- Irawan T. dan Yuwono S. B., 2016. Infiltrasi pada Berbagai Tegakan Hutan di Arboretum Universitas Lampung. *Sylva Lestari*. Vol.4(3):21-34
- Irwan, A. W., T. Nurmala., T.D. Nira., 2017. Pengaruh Jarak Tanam Berbeda dan Berbagai Dosis Pupuk Kandang Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Hanjeli Pulut (*Coix Lacryma-Jobi L.*) di Dataran Tinggi Punclut. *Kultivasi*. Vol.16(1):514-521
- Nur, M. S., Benggu, Y. I., Adutae, A. S., Ishaq, F. L., & Soetedjo, I. N., 2023. Isolation and Characterization of Indigenous Phosphate Solubilizing Bacteria from Calcareous Soil of Dry Land Ecosystems in Timor Tengah Selatan, East Nusa Tenggara, Indonesia. *Tropdrylands*. Vol. 7(2):66-72.
- Nurmala, T. dan Irwan A. W. (2007). *Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor*. Bandung. Pustaka Giratuna.
- Pangaribuan, D. H., Hendarto, K., & Prihartini, K., 2017. Pengaruh Pemberian Kombinasi Pupuk Anorganik Tunggal Dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata sturt*) serta Populasi Mikroba Tanah. *Floratek*. Vol. 12(1):1-9
- Puspitawati, M. D., Sugiyanti, & Anas, I., 2013. Pemanfaatan Mikroba Pelarut Fosfat Untuk Mengurangi Dosis Pupuk P Anorganik pada Padi Sawah. *Agronomi Indonesia*. Vol. 41(3), 188-195.
- Shaheen A. and Matien M., 2016. The Effect of Land Use Type and Climatic Conditions on Carbon Dynamics and Physico-Chemical Properties of Inceptisols and Mollisols. *Sarhad Journal of Agriculture*. Vol. 32(4):364-371. <https://doi.org/10.17582/journal.sja/2016.32.4.364.371>
- Sofyan, E. T., Machfud, Y., Yeni Hilma, & Herdiansyah, G., 2019. Penyerapan Unsur Hara N, P Dan K Tanaman Jagung Manis (*Zea mays saccharata turt*) Akibat Aplikasi Pupuk Urea, SP- 36, KCL dan Pupuk Hayati pada Fluventic Eutrudepts Asal Jatinangor. *Agrotek Indonesia*. Vol.4(1): 1-7.
- Sutejo, M. M. (1995). *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Tambunan, A. S., Fauzi dan Guchi, H., 2014. Efisiensi Pemupukan P terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Jagung (*Zea Mays L.*) pada Tanah Andisol dan Ultisol. *Agroekoteknologi*. Vol.2(2) :414-426
- Wulandari, A., Effendi, C. dan Nasution, A. N., 2014. Pengaruh Pupuk SP-36 Terhadap Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat dan Ketersediaan Fosfor pada Tanah Inceptisol. *Agrimix*. Vol.13(2):127-134