

Kuantifikasi Bakteri Pelarut Phosphate pada Media Sisa Rotasi Tanam Dengan Aplikasi Biofertiliser-VP3 Terhadap Pertumbuhan Bibit Tomat

Sekar Arum Dwi Kartika Sari , Novi Arfarita*, Anita Qur'ania

Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Email Korespondensi : arfarita@unisma.ac.id

Abstrak

Kondisi fisik dan kimia tanah pasir yang kurang mendukung pertumbuhan tanaman membutuhkan adanya perbaikan melalui penambahan pupuk hayati dan mikroorganisme. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh rotasi tanaman kedelai-sawi terhadap kelimpahan bakteri pelarut fosfat, serta pertumbuhan bibit tomat pada media tanam pasir bekas tambang dengan tambahan pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3. Penelitian dilaksanakan selama empat bulan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Paramater yang diamati meliputi sifat kimia tanah (pH), angka lempeng total (ALT) bakteri, serta pertumbuhan bibit tomat. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kombinasi pelet pupuk hayati VP3, bahan organik, dan *Trichoderma viride* (V2 dan V4) mampu meningkatkan jumlah bakteri pelarut fosfat secara nyata dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan V4 juga menghasilkan tinggi bibit tomat tertinggi, yakni mencapai 39,15 cm pada umur 8 HST, meskipun tidak terdapat perbedaan nyata pada berat segar, jumlah daun, dan panjang akar. Kandungan unsur hara tanah pada perlakuan V1–V4 termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi, dengan pH tanah netral. Hasil Penelitian ini menunjukan bahwa media tanam bekas rotasi kedelai-sawi yang diperkaya pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* memiliki potensi untuk diterapkan secara berkelanjutan guna mendukung pertanian lahan suboptimal, khususnya tanah berpasir.

Kata kunci: Biofertiliser-VP3, Rotasi Tanaman, Tanah Berpasir

Abstract

The physical and chemical conditions of sandy soil do not support plant growth require improvement through the addition of biofertilizers and microorganisms. This study aims to determine the effect of soybean-mustard crop rotation on the abundance of phosphate-solubilizing bacteria, as well as the growth of tomato seedlings in post-mining sand growing media with the addition of VP3 and Trichoderma viride FRP3 biofertilizers. The study was conducted for four months using a Completely Randomized Design with six treatments and four replications. Observed parameters included soil chemical properties (pH), bacterial total plate count (TLC), and tomato seedling growth. The results showed that the combination treatment of VP3 biofertilizer pellets, organic matter, and Trichoderma viride (V2 and V4) significantly increased the number of phosphate-solubilizing bacteria compared to the control. The V4 treatment also produced the highest tomato seedling height, reaching 39.15 cm at 8 days after planting (DAP), although there were no significant differences in fresh weight, number of leaves, and root length. The soil nutrient content in treatments V1–V4 was categorized as moderate to high, with a neutral soil pH. The results of this study indicate that the planting medium used in soybean-mustard rotation enriched with VP3 and Trichoderma viride biofertilizer has the potential to be applied sustainably to support suboptimal land agriculture, especially sandy soil.

Keywords: Biofertilizer-VP3, Crop Rotation, Sandy Soil

Pendahuluan

Alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman, menyebabkan penyempitan luas lahan pertanian di Indonesia. Salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memanfaatkan lahan marginal seperti tanah berpasir bekas tambang sebagai media tanam alternatif. Namun, tanah berpasir memiliki kendala dengan adanya porositas yang tinggi dan kemampuan menahan air serta unsur hara yang rendah, sehingga kurang mendukung bagi pertumbuhan tanaman secara optimal (Aprilia & Sukur, 2021)

Perbaikan tanah berpasir dapat dilakukan melalui penambahan bahan organik dan mikroorganisme fungsional seperti pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan produk yang mengandung mikroorganisme hidup yang mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui proses pelarutan fosfat, fiksasi nitrogen, dan produksi senyawa pemacu tumbuh tanaman (Fitriani *et al.*, 2016). Pupuk pelet Hayati VP3 merupakan formulasi pupuk yang mengandung 3 isolat bakteri fungsional yang mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya dalam hal kemudahan aplikasi, pengemasan, dan transportasi (Arfarita *et al.*, 2020; Arfarita *et al.*, 2017). Pada penelitian sebelumnya (Khakim *et al.*, 2023), menggunakan media tanam tanah marginal berpasir dari daerah Wajak, Malang, Jawa Timur dengan penambahan bahan organik, pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3, dan di uji coba pada tanaman kedelai. Kemudian penelitian ini dilanjutkan oleh Ayu *et al.*, (2024) dengan pemanfaatan sisa media tanam kedelai tersebut dengan ditanami sawi. Tanaman legum seperti kedelai mampu menghasilkan nitrogen ke dalam tanah melalui simbiosis dengan bakteri *Rhizobium*, sementara tanaman sawi berpotensi memanfaatkan nutrisi sisa dan mempercepat dekomposisi bahan organik. Sistem rotasi tanaman kedelai-sawi menghasilkan residu organik yang dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah. Penggunaan agen hayati seperti *Trichoderma viride* juga menunjukkan potensi dalam mendukung perbaikan tanah dan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, pemanfaatan residu media tanam dari rotasi kedelai-sawi yang diperkaya dengan pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* berpotensi untuk digunakan kembali dalam budidaya tanaman hortikultura seperti tomat.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Mei 2025. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Halal Center, Universitas Islam Malang. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cawan petri, tabung reaksi, timbangan analitik, bunsen, laminar air flow, gelas ukur, camera digital, autoclaf, wrapping plastik,

aluminium foil, tisu, inkubator dan shaker. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tomat merk dagang "Benih Inti" dengan varietas Pandu, media tanam sisa rotasi tanam kedelai-sawi (Ayu *et al.*, 2024), media picovkaya untuk pertumbuhan bakteri pelarut phosphate.

Metode penelitian yang digunakan adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) pada analisa angka lempeng total yang terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali sedangkan pada pembibitan tanaman tomat terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 4 Kali. Penelitian ini terdapat 6 perlakuan yaitu K = kontrol, N = NPK, V1 = tanah berpasir + kompos + pupuk kandang, V2 = tanah berpasir + kompos + pupuk kandang + pelet VP3 3 aplikasi, V3 = tanah berpasir + pupuk kandang + kompos + pelet VP3 3 kali aplikasi + trichoderma viride FRP3 1 kali aplikasi, dan V4 = tanah berpasir + pupuk kandang + kompos + pelet pupuk hayati VP3 3 kali aplikasi + trichoderma viride FRP3 1 kali aplikasi + 25% NPK dari perlakuan V0. Parameter yang diamati antara lain pH tanah, tinggi tanaman, jumlah daun, berat segar, dan panjang akar.

Hasil Dan Pembahasan

Analisa Kimia Tanah

Tabel 1. pH Media Tanam dan Angka Lempeng Total (ALT) Bakteri Pelarut Phosphate

Perlakuan	pH 1:1		Rata-rata ALT Bakteri Pelarut Phosphate (Log CFU/ gr)
	H2O	KCI 1N	
K	7.39	6.9	6,44 a
N (V0)	7.47	7.3	7,33 b
V1	7.47	7.02	7,33 b
V2	7.15	6.98	7,46 b
V3	7.22	7.14	7,43 b
V4	7.42	6.93	7,44 b
BNT 5%			0,28

Keterangan: Hasil analisa pH pada sampel tanah dan notasi yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%

Dari hasil analisa (Tabel 1) di ketahui bahwa keenam sampel tanah menunjukkan kadar pH pada media tanam sisa sistem rotasi tanam kedelai-sawi masuk dalam kategori Netral (6.6-7.5). Tanah dengan pH netral dalam kisaran 6,6 hingga 7,5 cenderung mempermudah pelarutan unsur hara di dalam air, sehingga dapat lebih mudah diserap oleh akar tanaman (Syofiani *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil penelitian, penerapan sistem rotasi tanaman kedelai dan sawi berperan dalam menjaga kestabilan pH tanah pada tingkat netral. Kondisi ini dipengaruhi oleh meningkatnya aktivitas mikroorganisme

dalam sistem rotasi, yang mempercepat proses dekomposisi bahan organik serta melepaskan kation basa ke dalam tanah (Dohona & Halawa, 2024). Kedelai, sebagai tanaman leguminosa, mampu melakukan fiksasi nitrogen secara biologis yang membantu menurunkan tingkat keasaman tanah. Di sisi lain, residu sawi yang mudah terurai dapat meningkatkan kandungan bahan organik, sehingga mendukung kestabilan pH tanah (Tuas *et al.*, 2024).

Hasil perhitungan jumlah Bakteri Pelarut Fosfat (BPF) pada media tanam bekas rotasi kedelai-sawi menunjukkan adanya populasi pada setiap ulangan Berdasarkan analisis, jumlah total bakteri pelarut fosfat yang didapatkan berbeda nyata menurut uji BNT 5%. Perlakuan V2 menghasilkan jumlah bakteri pelarut fosfat tertinggi, sedangkan perlakuan K menunjukkan jumlah terendah.

Zona bening di sekitar koloni pada media Picovskaya menunjukkan adanya kemampuan bakteri Pmelarutkan fosfat terikat melalui produksi asam organik. Penelitian (Kiran *et al.*, 2020) menyatakan bahwa bakteri pelarut fosfat meningkatkan ketersediaan fosfor tanah dengan mengubah fosfat menjadi bentuk yang mudah diserap tanaman. Meskipun BPF berperan dalam melarutkan fosfor, aktivitasnya tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kandungan bahan organik dan nitrogen tanah. Kandungan nitrogen yang sudah memadai mendukung aktivitas mikroba secara umum, sementara peningkatan populasi BPF lebih bergantung pada ketersediaan fosfor dan pengelolaan media tanam. Selain itu, keberadaan bahan organik penting sebagai sumber energi mikroorganisme, tetapi aktivitas spesifik bakteri pelarut fosfat lebih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan mikro dan ketersediaan fosfor (Sharma *et al.*, 2013).

Tinggi Tanaman

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada tanaman tomat pada umur 4 hingga 8 hari setelah tanam (HST) berpengaruh nyata terhadap tinggi bibit. Pada umur 2 HST, tidak terdapat perbedaan signifikan dalam tinggi bibit. Penelitian ini sesuai dengan (Sari & Wijaya, 2020) yang menyatakan tanaman masih berada dalam fase awal pertumbuhan sehingga pengaruh perlakuan belum terlihat secara optimal. Perlakuan V4, menunjukkan tinggi bibit tertinggi pada umur 8 HST Pertumbuhan tinggi bibit juga dipengaruhi oleh hormon auksin yang berperan dalam pengaturan pemanjangan sel pada bagian batang dan akar melalui mekanisme osmosis Selain itu, keberadaan bahan organik seperti pupuk kandang dan kompos dalam media tanam berfungsi untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan retensi air, serta menyediakan unsur hara yang mendukung pertumbuhan tanaman (Hernandez *et al.*, 2019). Meskipun kandungan unsur hara seperti nitrogen,

fosfor, dan kalium pada pupuk organik relatif rendah, peranannya sangat penting dalam menunjang pertumbuhan tanaman.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Bibit Tanaman Tomat dengan Penggunaan Media Tanam Sisa Rotasi Tanam Dengan Aplikasi Biofertiliser-VP3

Perlakuan	Rata-Rata Tinggi Bibit Tomat (cm) Pada Umur pengamatan (HST)			
	2 HST	4 HST	6 HST	8 HST
K	26,48a	28,45a	26,48a	27,46a
N	28,60a	30,90a	28,60b	29,75b
V1	35,55a	37,88b	35,55c	36,71c
V2	35,80a	38,35b	35,80c	37,08c
V3	36,15a	38,63b	36,15c	37,39c
V4	37,73a	40,58b	37,73d	39,15d
BNT 5%	NS	2,206	2,120	2,044

Keterangan: Notasi yang di dampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%, NS: tidak signifikan

Jumlah Daun

Tabel 3. Rata-rata Jumlah Daun Bibit Tanaman Tomat dengan Penggunaan Media Tanam Sisa Rotasi Tanam dengan Aplikasi Biofertiliser-VP3

Perlakuan	Jumlah Daun Tanaman Tomat (Helai) Pada Umur Pengamatan (HST)			
	2 HST	4 HST	6 HST	8 HST
K	14,5	18	19,3	24,5
N	14,75	18	21,0	25,75
V1	15,75	18	20,5	27,5
V2	14,75	18	24,8	25
V3	15	18	25,3	25,3
V4	16,5	18	24,8	31,5
BNT 5%	NS	NS	NS	NS

Keterangan: Nilai BNT 5% yang menunjukkan NS berarti perbedaan rata-rata jumlah daun antar perlakuan

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa aplikasi Biofertiliser-VP3 pada media sisa rotasi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun bibit tomat pada umur 2, 4, 6, dan 8 HST. Perlakuan V3 dan V4 menunjukkan rata-rata jumlah daun yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, hal ini diduga karena pemberian pupuk hayati belum mampu memenuhi kebutuhan hara tanaman secara optimal untuk memengaruhi jumlah daun, yang juga sangat dipengaruhi oleh faktor genetik. Penelitian Primasta (2022) mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa pupuk hayati memiliki dampak yang terbatas pada jumlah daun karena faktor genetik menjadi penentu utama.

Berat Segar

Tabel. 4 Rata-rata Berat segar Bibit Tanaman Tomat Dengan Penggunaan Media Tanam Sisa Rotasi Tanam Dengan Aplikasi Biofertiliser-VP3

Perlakuan	Berat Segar Tanaman Tomat (gr)
	9 HST
K	0,66
N	0,91
V1	0,61
V2	0,61
V3	0,69
V4	0,74
BNT 5%	NS

Keterangan: NS: tidak signifikan

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa aplikasi Biofertiliser-VP3 pada media tanam sisa rotasi tidak berpengaruh nyata terhadap berat segar bibit tomat pada umur 9 HST. Meskipun perlakuan N (NPK) menghasilkan berat segar tertinggi (0,91 gram) dibandingkan perlakuan lain (0,61–0,74 gram), perbedaan ini tidak signifikan. Hal ini disebabkan bibit tomat pada fase awal pertumbuhan masih mengandalkan cadangan nutrisi biji sehingga perbedaan biomassa antar perlakuan belum terlihat nyata (Sulistyowati *et al.*, 2021). Selain itu, pengaruh pupuk hayati yang bekerja secara bertahap dan bergantung pada aktivitas mikroorganisme juga memerlukan waktu lebih lama untuk terlihat. Media tanam berupa tanah berpasir dengan karakteristik fisik dan kimia kurang optimal, terutama dalam menyimpan air dan unsur hara, turut membatasi pertumbuhan bibit dan mengurangi efek perlakuan (Masfufah *et al.*, 2018).

Panjang Akar

Berdasarkan (Tabel 6), menunjukkan bahwa pemberian Biofertiliser-VP3 pada media tanam sisa rotasi tanam tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap panjang akar bibit tomat pada umur 9 HST. Perbedaan panjang akar antar perlakuan tidak berbeda nyata, sehingga aplikasi Biofertiliser VP3 pada media tanam sisa rotasi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan akar bibit tomat pada umur 9 HST. Perlakuan V1 dan kontrol (K) menghasilkan panjang akar tertinggi, sementara perlakuan lainnya lebih rendah. Ketersediaan nutrisi yang cukup dapat membuat tanaman lebih mengarahkan pertumbuhannya ke arah batang, sehingga panjang akar berkurang karena nutrisi sudah tersedia di area akar (Rohmah *et al.*, 2020). Selain itu, pada fase awal pertumbuhan (1–2 bulan), pertumbuhan tanaman cenderung lambat karena organ

tanaman belum berkembang sepenuhnya, sehingga penyerapan nutrisi dan perbedaan pertumbuhan antar perlakuan belum tampak (Yuliyanto *et al.*, 2022).

Tabel. 5 Rata-rata Panjang akar Bibit Tanaman Tomat Dengan Penggunaan Media Tanam Sisa Rotasi Tanam Dengan Aplikasi Biofertiliser-Vp3

Perlakuan	Panjang Akar Tanaman Tomat (mm)
	9 HST
K	32,88
N	27,10
V1	32,93
V2	27,60
V3	20,85
V4	27,43
BNT 5%	NS

Keterangan: NS: tidak signifikan

Kesimpulan dan Saran

Pemberian pupuk dan bahan organik secara signifikan meningkatkan populasi bakteri pelarut fosfat. Selain itu, penggunaan Biofertilizer VP3 memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan tinggi bibit tomat pada umur 4–8 HST, namun, variabel jumlah daun, berat segar, dan panjang akar bibit tomat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan selama periode pengamatan. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah menambahkan variabel yang diamati serta memperpanjang masa pengamatan hingga fase pertumbuhan tanaman yang lebih lanjut, mengingat efek pupuk hayati biasanya bertahap dan membutuhkan waktu lebih lama untuk memperlihatkan pengaruh yang nyata.

Daftar Pustaka

- Aprilia, R. L., & Sukur. 2021. Kajian Sifat Fisik, Kimia, Dan Biologi Pada Tanah Berpasir Di Beberapa Wilayah Indonesia. 71–79.
- Arfarita, N., Hidayati, N., Rosyidah, A., Machfudz, M., & Higuchi, T. (2016). Exploration of Indigenous Soil Bacteria Producing-Exopolysaccharides for Stabilizing of Aggregates Land Potential as Biofertilizer. *Journal of D Egraded and Mining Lands Management*, 4(1), 697–702.
- Arfarita, N., Lestar, M. W., & Prayogo, C. (2020). Utilization Of Vermiwash For The Production Of Liquid Biofertilizers And Its Effect On. *AGRIVITA* 42(1), 120–130.
- Arfarita, N., W Lestari, M., Murwani, I., & Higuchi, T. (2017). Isolation of Indigenous Bacteria of Phosphate Solubilizing from Green Bean Rhizospheres. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 04(03), 845–851.

<https://doi.org/10.15243/jdmlm.2017.043.845>

- Dohona, M. A., & Halawa, H. J. (2024). Pengaruh sistem rotasi tanaman terhadap perbaikan sifat kimia tanah pada lahan pasca tambang. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 15(1), 25–33.
- Dohona, N. H., & Herni Jelita Halawa. (2024). *Pengaruh rotasi tanaman terhadap kualitas fisik tanah dan efesiensi penggunaan air*. 01, 107–112.
- Fitriatin, B. N., Rahadiyan, A., Yuniarti, A., & Turmuktini, T. (2016). Pengaruh aplikasi pupuk hayati mikroba pelarut fosfat dalam meningkatkan kandungan P tanah , pertumbuhan dan hasil jagung pada Ultisols. *Soilrens*, 14(2), 13–18.
- Khakim, M. M., Sunawan, & Arfarita, N. (2023). Pertumbuhan Vegetatif dan Kandungan Klorofil Tanaman Kedelai (*Glycine Max . L*) pada Tanah Marginal Berpasir Effect of VP3 Pelet and Trichoderma Viride FRP3 Application to The Growth and Chlorophyl Content of Soybean (*Glycine Max . L*) Cultivated At. 11(9), 730–737.
- Masfufah, A., Supriyanto, A., & Surtiningsih, T. (2018). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati (Biofertilizer) Pada Berbagai Dosis Pupuk Dan Media Tanam Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Dan Produktivitas Tanaman Tomat (*Lycopersicon esculentum*) Pada Polybag. *Fakultas Sains dan Teknologi*, 276.
- Setianingsih, A. N. (2024). Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi Hijau (*Brassica Juncea L.*) Pada Media Tanam Residu Pupuk Hayati Di Tanah Berpasir Sisa Budidaya Tanaman Kedelai.
- Sulistiyowati, S., Nurchayati, Y., & Setiari, N. (2021). Pertumbuhan dan Produksi Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Servo pada Frekuensi Penyiraman yang Berbeda. *Pertumbuhan dan Produksi Tomat (Lycopersicon esculentum Mill.) Varietas Servo pada Frekuensi Penyiraman yang Berbeda*, 6(1), 26–34.
- Syofiani, L., Hernani, H., & Fitriani, Y. (2020). Pengaruh pH tanah terhadap ketersediaan hara makro dan mikro bagi tanaman. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 8(2), 98–105.
- Syofiani, R., Diana Putri, S., & Karjunita, N. (2020). Karakteristik Sifat Tanah Sebagai Faktor Penentu Potensi Pertanian Di Nagari Silokek Kawasan Geopark Nasional. *Jurnal Agrium*, 17(1).
- Tuas, J. R., et al. (2024). Karakteristik pH tanah dan implikasinya terhadap pertumbuhan tanaman hortikultura. *Jurnal Agroekoteknologi*, 12(1), 40–48.