

Efektivitas Konsorsium Mikroba Pelarut Fosfat Lokal dalam Formulasi Pupuk Cair Organik terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit

Taofi Kussani ^{a,1,*}, Juita Fahrani ^{b,2}

^a Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

^b Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

¹ taofikussani@gmail.com*, ² juimentari@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received June 9, 2025 Revised June 9, 2025 Accepted June 15, 2025 Published June 20, 2025	Declining soil fertility and limited phosphorus availability are key constraints to enhancing the productivity of bird's eye chili (<i>Capsicum frutescens</i> L.) cultivation. Although phosphorus is present in the soil, much of it exists in insoluble forms, rendering it inaccessible to plants. This study aimed to assess the efficacy of a locally sourced phosphate-solubilizing microbial (PSM) consortium, formulated into an organic liquid fertilizer (OLF), in promoting the growth of bird's eye chili. The PSM consortium, composed of <i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., and <i>Aspergillus</i> sp. isolates obtained from local agricultural soils, was incorporated into an OLF derived from liquid organic waste. A completely randomized design (CRD) was employed with five treatment groups: a non-fertilized control, OLF without PSM, and three concentrations of PSM-enriched OLF. Growth parameters including plant height, leaf number, and biomass weight were measured at 40 days after planting. Results revealed that application of the PSM-enriched OLF significantly enhanced plant growth compared to both the control and the non-inoculated OLF treatment ($p < 0.05$). The most effective treatment was a 20% concentration of PSM-enriched OLF, which increased plant height by 32.5%, leaf number by 28.4%, and fresh biomass weight by 35.1% relative to the control. These findings underscore the potential of combining organic liquid fertilizer with indigenous phosphate-solubilizing microbes to improve phosphorus bioavailability and support crop growth. This biofertilizer formulation represents a promising, environmentally sustainable alternative for enhancing soil fertility and promoting sustainable agricultural practices.
Keywords Phosphate-Solubilizing Microbes Organic Liquid Fertilizer Bird's Eye Chili Microbial Consortium Plant Growth	
 License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).	
<p>How to cite: Kussani, T., & Fahrani, J. (2025). Efektivitas Konsorsium Mikroba Pelarut Fosfat Lokal dalam Formulasi Pupuk Cair Organik terhadap Pertumbuhan Cabai Rawit. <i>Insight of Biology</i>, 1(1), 1-4. https://doi.org/10.70716/inbio.v1i1.194</p>	

PENDAHULUAN

Cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Permintaan pasar yang terus meningkat mendorong petani untuk meningkatkan produktivitas tanaman ini. Namun, produktivitas cabai rawit sering terhambat oleh rendahnya kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara esensial, terutama fosfor (P).

Fosfor adalah unsur hara makro yang vital bagi pertumbuhan tanaman, berperan dalam proses fotosintesis, respirasi, dan transfer energi. Meskipun kandungan total fosfor dalam tanah cukup tinggi, sebagian besar berada dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Hal ini disebabkan oleh fosfor yang terikat dengan kation seperti kalsium, besi, dan aluminium, membentuk senyawa yang sukar larut.

Untuk mengatasi keterbatasan ketersediaan fosfor, penggunaan pupuk fosfat anorganik sering dilakukan. Namun, aplikasi berlebihan dapat menyebabkan akumulasi residu kimia di tanah dan lingkungan, serta meningkatkan biaya produksi. Oleh karena itu, diperlukan alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman.

Salah satu alternatif tersebut adalah penggunaan mikroba pelarut fosfat (MPF), yaitu mikroorganisme yang mampu melarutkan senyawa fosfat yang tidak tersedia menjadi bentuk yang dapat diserap oleh tanaman. Mekanisme pelarutan fosfat oleh MPF meliputi produksi asam organik, sekresi enzim fosfatase, dan pelepasan proton .

Beberapa genus bakteri seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, dan *Rhizobium* telah diketahui memiliki kemampuan melarutkan fosfat. Penggunaan konsorsium mikroba, yaitu kombinasi beberapa jenis mikroba, dapat memberikan efek sinergis dalam meningkatkan efisiensi pelarutan fosfat dan ketersediaan unsur hara lainnya.

Formulasi pupuk cair organik (PCO) yang diperkaya dengan konsorsium MPF lokal menjadi strategi yang menjanjikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. PCO memiliki keunggulan dalam penyediaan unsur hara secara berkelanjutan dan meningkatkan aktivitas mikroba tanah. Penambahan MPF lokal dalam PCO dapat meningkatkan efektivitasnya dalam melarutkan fosfat dan mendukung pertumbuhan tanaman.

Studi sebelumnya menunjukkan bahwa aplikasi PCO yang diperkaya dengan konsorsium MPF dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai rawit secara signifikan. Penelitian oleh Yuliatiningsih et al. (2022) menunjukkan bahwa formulasi PCO dengan kombinasi air cucian beras, molase, dan konsorsium MPF meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa cabai rawit dibandingkan dengan kontrol.

Meskipun demikian, penelitian mengenai efektivitas konsorsium MPF lokal dalam formulasi PCO terhadap pertumbuhan cabai rawit masih terbatas. Konsorsium MPF lokal memiliki potensi adaptasi yang lebih baik terhadap kondisi lingkungan setempat, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pelarutan fosfat dan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Selain itu, penggunaan MPF lokal dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan mendukung pertanian berkelanjutan. Pengembangan teknologi PCO dengan MPF lokal juga dapat memberdayakan petani dalam memanfaatkan sumber daya lokal untuk meningkatkan produktivitas pertanian.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas konsorsium MPF lokal dalam formulasi PCO terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan biomassa tanaman. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi ilmiah yang berguna dalam pengembangan teknologi pupuk hayati berbasis mikroba lokal.

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam upaya peningkatan produktivitas cabai rawit secara berkelanjutan dan ramah lingkungan. Penggunaan konsorsium MPF lokal dalam PCO dapat menjadi solusi inovatif dalam mengatasi keterbatasan ketersediaan fosfor di tanah dan meningkatkan efisiensi pemupukan.

Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan produk pupuk hayati berbasis mikroba lokal yang dapat diproduksi secara massal dan diaplikasikan oleh petani di berbagai daerah. Hal ini sejalan dengan program pemerintah dalam mendukung pertanian berkelanjutan dan pengurangan penggunaan pupuk kimia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di rumah kaca menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan masing-masing diulang sebanyak empat kali. Perlakuan terdiri dari: P0 (kontrol, tanpa pupuk), P1 (pupuk cair organik tanpa konsorsium mikroba pelarut fosfat), P2 (pupuk cair organik + konsorsium MPF 10%), P3 (pupuk cair organik + konsorsium MPF 20%), dan P4 (pupuk cair organik + konsorsium MPF 30%). Konsorsium MPF yang digunakan terdiri atas isolat lokal *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Aspergillus* sp. yang diperoleh dari tanah pertanian setempat melalui proses isolasi dan seleksi berdasarkan kemampuan melarutkan fosfat.

Pupuk cair organik (PCO) diformulasikan dari campuran limbah organik cair (air cucian beras dan molase) yang difermentasi selama 14 hari, kemudian diperkaya dengan konsorsium mikroba pelarut fosfat yang telah dikultur sebelumnya. Tanaman cabai rawit ditanam dalam polybag berisi media tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Aplikasi PCO dilakukan setiap 7 hari sekali secara kocor ke media tanam selama 40 hari. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat biomassa segar tanaman. Data dianalisis menggunakan ANOVA, dan dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey apabila terdapat perbedaan yang signifikan antarperlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk cair organik (PCO) yang diperkaya dengan konsorsium mikroba pelarut fosfat (MPF) lokal memberikan pengaruh signifikan terhadap semua parameter

pertumbuhan tanaman cabai rawit. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot biomassa segar. Data dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat signifikansi 5%, dan hasil uji lanjut Tukey menunjukkan bahwa perlakuan dengan PCO + MPF 20% (P3) memberikan hasil terbaik.

Pada pengamatan tinggi tanaman, perlakuan P3 menunjukkan peningkatan yang paling signifikan dengan rata-rata tinggi tanaman mencapai 41,2 cm, dibandingkan dengan kontrol (P0) yang hanya mencapai 31,1 cm. Perlakuan P2 (10% MPF) dan P4 (30% MPF) masing-masing menghasilkan tinggi tanaman sebesar 36,8 cm dan 38,0 cm, sedangkan P1 (PCO tanpa MPF) hanya mencapai 33,5 cm. Peningkatan tinggi tanaman ini menunjukkan bahwa keberadaan MPF lokal dalam PCO mampu meningkatkan ketersediaan fosfor dalam tanah sehingga mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman.

Jumlah daun juga mengalami peningkatan yang signifikan. Rata-rata jumlah daun tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan 48 helai daun, disusul oleh P4 (44 daun), P2 (41 daun), P1 (36 daun), dan terendah pada kontrol (P0) dengan 32 helai daun. Peningkatan jumlah daun berbanding lurus dengan peningkatan penyerapan unsur hara, khususnya fosfor, yang penting dalam pembentukan jaringan meristematik dan proses fotosintesis.

Berat biomassa segar tanaman cabai rawit pun menunjukkan tren serupa. P3 mencatatkan bobot biomassa segar tertinggi yaitu 62,4 gram, diikuti oleh P4 (58,1 gram), P2 (53,7 gram), P1 (46,5 gram), dan P0 (41,2 gram). Hal ini menunjukkan bahwa MPF lokal dalam PCO tidak hanya membantu pelarutan fosfat tetapi juga meningkatkan penyerapan unsur hara lain secara tidak langsung melalui aktivitas metabolismik mikroba di zona perakaran (rizosfer).

Konsorsium mikroba pelarut fosfat lokal seperti *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Aspergillus* sp. berperan dalam memobilisasi fosfor dari bentuk yang tidak tersedia menjadi bentuk tersedia seperti ion $H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-} . Mereka menghasilkan asam organik (misalnya asam sitrat dan asam glukonat) yang mampu melarutkan fosfat terikat dalam tanah (Husna et al., 2019). Efek sinergis dari ketiga jenis mikroba dalam konsorsium juga memperkuat fungsi pelarutan dan meningkatkan efektivitas penyerapan oleh tanaman.

Penambahan PCO dengan MPF juga diyakini meningkatkan populasi mikroorganisme tanah dan aktivitas enzim fosfatase, yang berperan dalam mineralisasi fosfat organik. Hal ini memberikan keuntungan jangka panjang terhadap kesehatan tanah dan keberlanjutan pertanian. Menurut Yuliatiningsih et al. (2022), aplikasi pupuk cair fermentasi berbasis limbah organik dan MPF dapat memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan populasi mikroba tanah secara signifikan.

Menariknya, perlakuan P4 (30% MPF) tidak memberikan hasil yang lebih tinggi dari P3. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi mikroba di atas ambang tertentu tidak selalu meningkatkan hasil. Kemungkinan terjadi persaingan antar mikroba atau akumulasi metabolit sekunder yang bersifat menghambat. Oleh karena itu, konsentrasi 20% MPF (P3) merupakan dosis optimal dalam formulasi PCO untuk pertumbuhan cabai rawit dalam kondisi penelitian ini.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan konsorsium MPF lokal dalam formulasi pupuk cair organik merupakan strategi yang efektif dan berkelanjutan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman cabai rawit. Penggunaan mikroba lokal memberikan keunggulan adaptasi terhadap lingkungan tumbuh, mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, dan mendukung sistem pertanian ramah lingkungan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa formulasi pupuk cair organik (PCO) yang diperkaya dengan konsorsium mikroba pelarut fosfat (MPF) lokal memberikan dampak positif yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. Perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi MPF sebesar 20% (P3), yang memberikan hasil tertinggi dalam parameter tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot biomassa segar. Keberhasilan ini disebabkan oleh kemampuan konsorsium MPF lokal—yang terdiri dari *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Aspergillus* sp.—dalam melarutkan fosfat terikat di tanah, meningkatkan ketersediaan fosfor bagi tanaman, serta memperbaiki aktivitas mikrobiologis tanah.

Namun, peningkatan konsentrasi MPF hingga 30% tidak menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan 20%, mengindikasikan adanya batas optimal penggunaan mikroba sebelum muncul efek kompetisi atau penurunan efisiensi. Keterbatasan penelitian ini terletak pada ruang lingkup yang masih

terbatas di skala rumah kaca dan belum menguji efektivitasnya dalam kondisi lapangan atau musim tanam yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih ditujukan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta bimbingan yang sangat berharga selama proses penelitian hingga penyusunan laporan. Penulis juga mengapresiasi bantuan dari staf laboratorium dan teknisi yang telah memfasilitasi kegiatan isolasi mikroba, formulasi pupuk cair organik, serta pengumpulan data di rumah kaca. Tidak lupa, penulis berterima kasih kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah membantu dalam perawatan tanaman dan pencatatan data secara konsisten. Dukungan moral, semangat, dan doa dari keluarga serta sahabat juga sangat berarti dan menjadi penyemangat dalam menyelesaikan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan pertanian berkelanjutan berbasis teknologi hayati lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriatin, B. N., Turmuktini, T., & Yuniarti, A. (2010). Aplikasi konsorsium bakteri penambat nitrogen dan pelarut fosfat untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman padi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 6(1), 1–8.
- Glick, B. R. (1995). The enhancement of plant growth by free-living bacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 41(2), 109–117.
- Husna, M., Sugiyanta, S., & Pratiwi, E. (2019). Kemampuan konsorsium Bacillus pada pupuk hayati dalam memfiksasi N₂, melarutkan fosfat dan mensintesis fitohormon indole 3-acetic acid. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2), 113–121.
- Kalay, M., Jatnika, D., & Setiawan, A. (2020). Peranan mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman. *Unnes Journal of Life Science*, 9(1), 1–10.
- Pane, R. D. P., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Mikroba pelarut fosfat dan potensinya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 1–10.
- Permatasari, A. D., & Nurhidayati, T. (2014). Pengaruh inokulan bakteri penambat nitrogen, bakteri pelarut fosfat dan mikoriza asal desa Condoro, Lumajang, Jawa Timur terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2), 44–48.
- Rao, N. S. S. (1982). *Mikrobiologi tanah*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Rodriguez, H., & Fraga, R. (1999). Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17(4–5), 319–339.
- Rohmah, A. E., & Suryani, T. B. S. (2016). Aplikasi pupuk hayati pelarut fosfat dalam upaya peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agroplasma*, 8(2), 46–52.
- Subba-Rao, N. S. (1994). *Soil microorganisms and plant growth* (4th ed.). New Delhi: Oxford & IBH Publishing Co.
- Whitelaw, M. A. (2000). Growth promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Advances in Agronomy*, 69, 99–151.
- Yuliatiningsih, N. P., Darmayasa, I. B. G., & Defiani, M. R. (2022). Pengaruh formulasi pupuk cair berbasis limbah organik dan penambahan konsorsium mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Biologi Udayana*, 26(1), 29–36.
- Yuniati, S., & Sarfuddin. (2019). Pengaruh intensitas penyiraman terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Agriyan*, 5(2), 45–52.