



Pemanfaatan Bakteri Bacillus sp Pada Sektor Pertanian *Utilization of Bacillus sp Bacteria in the Agricultural Sector*

Mulyono & Ifan Aulia Candra*

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Pertanian modern menghadapi tantangan serius akibat ketergantungan tinggi pada pupuk kimia, yang dalam jangka panjang menimbulkan degradasi tanah, pencemaran lingkungan, dan penurunan keragaman mikroorganisme tanah. Salah satu pendekatan inovatif yang kini banyak dikembangkan adalah penggunaan mikroorganisme tanah sebagai agen hayati, khususnya bakteri Bacillus sp. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran Bacillus sp. dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan melalui studi literatur. Sebanyak 25 artikel ilmiah yang relevan diterbitkan pada 2015–2024 dianalisis secara tematik berdasarkan aspek pelarutan fosfat, produksi enzim, kemampuan biokontrol, dan peningkatan pertumbuhan tanaman. Hasil kajian menunjukkan bahwa Bacillus sp. memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketersediaan hara, menghambat patogen tanaman, memperbaiki struktur tanah, serta merangsang pertumbuhan akar melalui produksi fitohormon. Meskipun demikian, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman dan kondisi agroekosistem. Dengan pengelolaan yang tepat, Bacillus sp. dapat menjadi alternatif unggulan untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dan mendorong pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan dan efisien.

Kata Kunci: Bacillus sp; Biofotilezer; Manfaat Bacillus.

Abstract

Modern agriculture faces serious challenges due to its high dependence on chemical fertilizers, which in the long run leads to soil degradation, environmental pollution, and a decrease in the diversity of soil microorganisms. One of the innovative approaches that is now widely developed is the use of soil microorganisms as biological agents, especially Bacillus sp. This study aims to examine the role of Bacillus sp. in improving soil fertility and plant productivity in a sustainable manner through literature studies. A total of 25 relevant scientific articles published in 2015–2024 were thematically analyzed based on aspects of phosphate dissolution, enzyme production, biocontrol capabilities, and increased plant growth. The results of the study show that Bacillus sp. It has the ability to increase nutrient availability, inhibit plant pathogens, improve soil structure, and stimulate root growth through the production of phytohormones. However, its effectiveness is greatly influenced by the type of plant and the condition of the agroecosystem. With proper management, Bacillus sp. can be a leading alternative to reduce the use of chemical fertilizers and encourage sustainable agriculture that is environmentally friendly and efficient.

Keywords: Bacillus sp; Biophotjournalist; Benefits of Bacillus.

How to Cite: Mulyono., & Candra, I, A. (2025). Pemanfaatan Bakteri Bacillus sp Pada Sektor Pertanian. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 7(2): 178-184,

*E-mail: ifan@staff.uma.ac.id

ISSN 2722-0338 (Online)



PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor vital yang memainkan peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan, meningkatkan kesejahteraan masyarakat, serta menjaga keseimbangan lingkungan hidup. Dalam konteks global, pertanian tidak hanya menjadi penopang ekonomi sebagian besar negara berkembang, tetapi juga berkontribusi terhadap pembangunan berkelanjutan melalui penyediaan bahan pangan, pakan, dan energi terbarukan (Astriani & Murtiyaningsih, 2018; Sumardi et al., 2012). Di Indonesia, sektor pertanian masih menjadi tulang punggung bagi sebagian besar penduduk di pedesaan, sekaligus menjadi sektor yang sangat dipengaruhi oleh dinamika lingkungan dan kebijakan. Namun demikian, produktivitas pertanian masih menghadapi berbagai tantangan yang kompleks, mulai dari perubahan iklim, degradasi lahan, penurunan kesuburan tanah, hingga ketergantungan yang tinggi terhadap input pertanian kimia seperti pupuk dan pestisida.

Salah satu permasalahan utama dalam budidaya pertanian modern adalah ketergantungan terhadap pupuk kimia untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman (Antri Sianturi et al., 2020; Pinem, 2015). Penggunaan pupuk kimia memang mampu meningkatkan hasil pertanian secara cepat dan signifikan, namun dalam jangka panjang menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kesehatan tanah dan lingkungan. Pemberian pupuk kimia secara berlebihan dan terus-menerus menyebabkan terjadinya degradasi tanah, pencemaran air, serta menurunkan keragaman hayati mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem (Purnomo et al., 2020; Rangkuti, 2012). Menurunnya kesuburan tanah akibat akumulasi residu kimia juga berdampak pada efisiensi penggunaan pupuk, sehingga petani harus menggunakan dosis yang lebih tinggi untuk mendapatkan hasil yang sama. Kondisi ini menimbulkan lingkaran ketergantungan yang pada akhirnya mengancam keberlanjutan sistem pertanian itu sendiri.

Kesuburan tanah merupakan faktor utama yang menentukan produktivitas tanaman pertanian. Tanah yang subur mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro dalam jumlah yang cukup dan seimbang, memiliki struktur yang baik, serta mendukung aktivitas biologis yang tinggi (Hasibuan et al., 2022; Sianipar et al., 2020). Dalam beberapa dekade terakhir, perhatian terhadap pendekatan pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan semakin meningkat, seiring dengan munculnya kesadaran akan pentingnya menjaga sumber daya alam. Salah satu pendekatan yang semakin mendapatkan perhatian dalam upaya mengatasi masalah degradasi tanah adalah pemanfaatan mikroorganisme tanah sebagai agen perbaikan tanah. Mikroorganisme ini dikenal sebagai agen hayati yang memiliki kemampuan untuk memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan hara, serta mendukung pertumbuhan tanaman.

Salah satu kelompok mikroorganisme yang banyak dikaji dalam konteks ini adalah bakteri tanah dari kelompok Rhizobacteria, khususnya yang tergolong dalam kelompok Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). *Bacillus* sp. merupakan salah satu spesies yang banyak diteliti karena kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan tanaman serta memperbaiki kesuburan tanah. *Bacillus* sp. termasuk bakteri gram positif yang dapat membentuk spora dan memiliki daya tahan tinggi terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Mikroorganisme ini mampu bersimbiosis dengan akar tanaman, menghasilkan senyawa bioaktif, dan meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara. *Bacillus* sp. juga memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat, memfiksasi nitrogen, serta menghasilkan fitohormon seperti auksin dan sitokinin yang merangsang pertumbuhan akar dan pembentukan tunas.

Menurut Setiyono et al (2022), *Bacillus* sp. berperan penting dalam menyediakan nutrisi tanaman seperti fosfat dan nitrogen secara biologis. Selain itu, mikroorganisme ini juga mampu menghambat pertumbuhan patogen melalui produksi senyawa antibiotik alami dan lipopeptida.

Hal ini berkontribusi terhadap peningkatan ketahanan tanaman terhadap serangan penyakit. Andrić et al. (2021) menambahkan bahwa *Bacillus* sp. dapat memproduksi senyawa metabolit sekunder yang mendukung interaksi molekuler antara mikroorganisme tanah dan tanaman, sehingga memperbaiki kesehatan tanah secara keseluruhan. Mikroorganisme ini juga diketahui menghasilkan enzim seperti protease dan lipase yang berperan dalam dekomposisi bahan organik di tanah, sehingga mempercepat proses mineralisasi dan meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman (Astriani & Murtiyaningsih, 2018).

Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus* sp. sebagai pupuk hayati memberikan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan produktivitas tanaman. Pradana et al. (2022) melaporkan bahwa penggunaan PGPR pada berbagai jenis tanaman seperti padi, jagung, dan kedelai mampu meningkatkan hasil panen hingga 25%. Peningkatan produktivitas ini dikaitkan dengan perbaikan struktur tanah, peningkatan ketersediaan nutrisi, dan pengurangan stres biotik dan abiotik pada tanaman. *Bacillus* sp. juga membantu dalam mempertahankan kelembapan tanah, meningkatkan porositas, dan menurunkan kejenuhan toksin logam berat melalui mekanisme kelasi dan degradasi senyawa beracun.

Meskipun *Bacillus* sp. memiliki potensi besar sebagai agen hayati dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman, penerapannya dalam skala luas masih menghadapi tantangan, seperti efektivitas yang bervariasi di berbagai agroekosistem dan risiko gangguan terhadap keseimbangan mikrobiota tanah. Oleh karena itu, diperlukan pemahaman mendalam mengenai mekanisme kerja dan dampaknya terhadap lingkungan, serta uji lokal yang sesuai dengan karakteristik tanah dan tanaman setempat. Penggunaan *Bacillus* sp. dinilai menjanjikan dalam mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia dan mendukung pertanian berkelanjutan, namun pengembangannya memerlukan dukungan penelitian ekosistemik dan kebijakan yang mendorong penerapan agen hayati. Tulisan ini bertujuan untuk mengkaji manfaat *Bacillus* sp. dalam meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan melalui studi literatur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (literature review) sebagai pendekatan utama untuk mengkaji peran *Bacillus* sp. dalam meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Data dikumpulkan melalui penelusuran pustaka dari berbagai sumber ilmiah yang relevan dan dapat dipertanggungjawabkan, termasuk artikel dari Google Scholar, jurnal terakreditasi nasional (minimal SINTA 2), jurnal internasional bereputasi (terindeks Scopus atau Web of Science), skripsi, tesis, serta buku ajar yang relevan. Dalam proses ini, diperoleh sebanyak 25 artikel ilmiah yang diterbitkan dalam rentang waktu 2015 hingga 2024. Kriteria inklusi yang digunakan dalam seleksi literatur meliputi: (1) fokus pembahasan mengenai *Bacillus* sp. sebagai mikroorganisme tanah, (2) membahas efek biologis seperti pelarutan fosfat, produksi enzim, atau biokontrol, dan (3) memiliki relevansi langsung dengan topik pertanian berkelanjutan dan pemulihan kesuburan tanah. Artikel yang tidak menyebutkan *Bacillus* sp. secara spesifik atau tidak menyediakan data empiris dikeluarkan dari analisis.

Setelah artikel terpilih, proses analisis dilakukan secara tematik. Artikel dikelompokkan ke dalam beberapa kategori berdasarkan fokus pembahasannya, yaitu: (a) pelarutan fosfat dan peningkatan ketersediaan nutrisi tanah, (b) produksi enzim seperti protease dan lipase, (c) peran *Bacillus* sp. dalam pengendalian hayati terhadap patogen tanaman, dan (d) kontribusinya terhadap peningkatan ketahanan dan pertumbuhan tanaman melalui sintesis fitohormon. Setiap kelompok dianalisis secara mendalam untuk menggali pola, kesamaan temuan, serta perbedaan konteks penggunaan. Hasil sintesis ini kemudian dijadikan dasar untuk menyusun kesimpulan

mengenai efektivitas dan potensi *Bacillus* sp. dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Pendekatan ini memungkinkan pemahaman yang lebih komprehensif dan berbasis bukti terhadap topik yang dikaji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Biologi *Bacillus* sp.

Bacillus sp. merupakan salah satu genus bakteri tanah yang tersebar luas dan dikenal memiliki berbagai manfaat bagi sistem pertanian berkelanjutan. Bakteri ini dapat ditemukan pada tanah, air, udara, dan sisa tanaman, serta memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi substrat alami sehingga berkontribusi dalam siklus hara. Menurut Sumardi et al. (2012), beberapa spesies *Bacillus* yang umum dijumpai antara lain *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus coagulans*, dan *Bacillus licheniformis*. Kelompok ini tergolong ke dalam Rhizobacteria yang mampu hidup di daerah rizosfer dan bersimbiosis dengan tanaman.

Secara morfologis, *Bacillus* memiliki bentuk batang, tergolong bakteri Gram-positif, bersifat aerobik, serta membentuk endospora yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem (DeGue et al., 2014). Endospora ini memungkinkan *Bacillus* bertahan dalam kondisi kering, minim nutrisi, hingga paparan suhu tinggi. Brock et al. (1994) menyebutkan bahwa *Bacillus* sp. mampu beradaptasi dengan berbagai variasi lingkungan, termasuk fluktuasi kadar nutrisi, pH, dan temperatur, dengan suhu optimal pertumbuhan sekitar 25^o-35^oC dan pH netral hingga basa (7,3-10,5). Bakteri ini dapat bertahan hidup hingga suhu 45^oC, menjadikannya sangat fleksibel dalam berbagai agroekosistem tropis dan subtropis.

Faktor lingkungan, seperti pH tanah, sangat memengaruhi aktivitas enzimatik *Bacillus*. pH yang tidak sesuai dapat menurunkan aktivitas enzim dan menurunkan kemampuan metabolisme bakteri (Ismay et al., 2019). Oleh karena itu, pemanfaatan *Bacillus* sp. dalam pertanian sebaiknya disesuaikan dengan karakteristik tanah setempat.

Peran dalam Biokontrol

Salah satu kontribusi penting *Bacillus* sp. adalah peranannya sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanaman. *Bacillus* diketahui mampu menghasilkan senyawa antimikroba seperti lipopeptida, surfaktan, dan iturin yang memiliki efek antagonistik terhadap berbagai mikroorganisme patogen (Setiyono et al., 2022). Kemampuan ini menjadikan *Bacillus* sebagai kandidat utama dalam pengembangan biofungisida dan biopestisida alami.

Menurut penelitian Puspitasari (dalam Romadloni et al., 2024), endospora *Bacillus* memungkinkan bakteri ini tetap aktif dalam kondisi lingkungan yang tidak mendukung, seperti kekeringan dan kontaminasi kimia, sehingga efektivitasnya sebagai agen biokontrol lebih stabil dibanding mikroorganisme lain yang tidak mampu membentuk endospora. Hal ini dibuktikan dalam aplikasi pada lahan kering di wilayah NTB yang menunjukkan pengendalian patogen akar lebih efektif dengan *Bacillus subtilis* dibandingkan bioagen lain (Muslimah & Masnilah, 2024).

Dibandingkan dengan agen hayati lain seperti *Pseudomonas fluorescens* atau *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* menunjukkan keunggulan dalam hal kecepatan kolonisasi di rizosfer dan ketahanan lingkungan. Namun, efektivitas ini tetap dipengaruhi oleh jenis tanaman dan kondisi tanah, yang menegaskan pentingnya uji lapangan untuk validasi lokal.

Peningkatan Kesuburan dan Pertumbuhan Tanaman

Dalam perannya sebagai *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria* (PGPR), *Bacillus* sp. memiliki kemampuan untuk meningkatkan ketersediaan hara tanah melalui pelarutan fosfat dan fiksasi nitrogen. Menurut Setiyono et al (2022), *Bacillus* membantu pelarutan fosfat melalui

sekresi asam organik yang mampu mengubah fosfat tidak larut menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. Hal ini penting terutama pada tanah yang miskin fosfat atau memiliki pH tinggi yang menghambat mobilisasi unsur hara.

Pupuk hayati berbasis *Bacillus* mampu meningkatkan jumlah mikroorganisme tanah yang menguntungkan, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan agregasi dan aerasi tanah, serta meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air. Semua faktor ini berkontribusi langsung pada pertumbuhan tanaman yang lebih optimal. Hidayat (2004) menjelaskan bahwa *Bacillus* menghasilkan enzim seperti protease, amilase, dan lipase yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan transformasi unsur hara mikro.

Studi oleh Mangungsong et al. (dalam Muslimah & Masnilah, 2024) menunjukkan bahwa aplikasi *Bacillus* pada tanaman kedelai dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan melalui perbaikan struktur tanah dan peningkatan efisiensi penyerapan nutrisi. Hasil ini sejalan dengan temuan Sudiarti (2017) yang menyatakan bahwa biofertilizer *Bacillus* mampu meningkatkan pertumbuhan akar dan daun tanaman jagung pada lahan marjinal.

Perbandingan lintas spesies tanaman menunjukkan bahwa meskipun *Bacillus* memberikan efek positif hampir pada semua jenis tanaman, respons tertinggi dicapai pada tanaman legum yang memiliki simbiosis akar aktif dan permintaan nutrisi tinggi, dibandingkan tanaman sereal yang responsnya lebih moderat.

Implikasi terhadap Keseimbangan Ekosistem

Penerapan *Bacillus* sp. dalam sistem pertanian tidak hanya berdampak pada produktivitas tanaman, tetapi juga pada keberlanjutan ekosistem tanah. Nugroho dan Setiawan (2021) menyatakan bahwa keberadaan *Bacillus* dalam tanah mampu meningkatkan daya dukung tanah dalam jangka panjang, menjaga keseimbangan mikroba, serta memperkuat resiliensi tanah terhadap tekanan lingkungan seperti pencemaran atau erosi.

Menurut Subowo et al. (2013), agar aktivitas mikroorganisme dari biofertilizer seperti *Bacillus* tetap optimal, perlu adanya penambahan bahan organik sebagai sumber energi serta pemilihan jenis biofertilizer yang sesuai dengan kondisi tanah. Pemanfaatan *Bacillus* juga memberikan peluang untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia dan pestisida sintetis, yang dalam jangka panjang dapat menurunkan risiko pencemaran air tanah dan menekan emisi gas rumah kaca dari sektor pertanian.

Namun demikian, integrasi *Bacillus* dalam sistem pertanian harus disertai pengelolaan yang bijak. Aplikasi yang berlebihan atau tidak sesuai dengan kondisi agroekosistem setempat dapat menyebabkan gangguan pada keseimbangan mikrobiota tanah dan mengurangi efektivitas agen hayati lainnya. Oleh karena itu, penting untuk mengkombinasikan pendekatan ini dengan prinsip pertanian konservasi dan manajemen input yang berkelanjutan.

Dengan berbagai fungsi biologis yang dimilikinya mulai dari pelarutan fosfat, produksi enzim, antagonisme terhadap patogen, hingga perbaikan struktur tanah *Bacillus* sp. telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Namun efektivitasnya sangat tergantung pada jenis tanaman, karakteristik tanah, dan strategi manajemen pertanian yang diterapkan. Penelitian lanjutan yang lebih aplikatif dan lintas disiplin sangat diperlukan untuk mengoptimalkan penggunaan *Bacillus* sp. sebagai solusi jangka panjang dalam menghadapi tantangan degradasi tanah dan produktivitas pertanian yang stagnan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian literatur, *Bacillus* sp. terbukti memiliki potensi besar sebagai agen hayati dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Karakteristik biologisnya yang mencakup

kemampuan membentuk endospora, toleransi terhadap kondisi ekstrem, serta produksi senyawa bioaktif menjadikannya unggul sebagai Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR). Perannya dalam pelarutan fosfat, produksi enzim, biokontrol terhadap patogen tanaman, serta sintesis fitohormon menunjukkan kontribusi nyata terhadap peningkatan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Aplikasi *Bacillus* sp. juga mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya simpan air dan udara, serta memperkuat resistensi tanaman terhadap stres biotik dan abiotik.

Namun demikian, efektivitas penggunaan *Bacillus* sp. sangat dipengaruhi oleh jenis tanaman, karakteristik tanah, dan kondisi lingkungan setempat. Oleh karena itu, penting dilakukan uji lokal dan pendekatan berbasis ekosistem dalam penerapannya. Penggunaan *Bacillus* sp. harus dikelola secara bijak agar tidak mengganggu keseimbangan mikrobiota tanah. Penelitian lebih lanjut yang bersifat interdisipliner dan aplikatif sangat diperlukan untuk mengoptimalkan peran *Bacillus* sp. sebagai alternatif ramah lingkungan dalam mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, serta mewujudkan sistem pertanian yang tangguh, efisien, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrić, S., Meyer, T., Rigolet, A., Prigent-Combaret, C., Höfte, M., Balleux, G., Steels, S., Hoff, G., De Mot, R., McCann, A., De Pauw, E., Argüelles Arias, A., & Ongena, M. (2021). Lipopeptide Interplay Mediates Molecular Interactions between Soil Bacilli and Pseudomonads. *Microbiology Spectrum*, 9(3). <https://doi.org/10.1128/spectrum.02038-21>
- Antri Sianturi, M. J., Lubis, Z., & Siregar, T. H. S. (2020). Analisis Usahatani dan Saluran Pemasaran Biji Kakao di Kecamatan Juhar Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. *AGRISAINS: Jurnal Ilmiah Magister Agribisnis*, 2(2), 181–193. <https://doi.org/10.31289/agrisains.v2i2.299>
- Astriani, M., & Murtiyaningsih, H. (2018). Pengukuran Indole- 3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp dengan Penambahan L-Tryptopan. *Bioeduscience*, 2(2), 116. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>
- Brock, T. D., Madigan, M. T., Martinko, J. M., & Parker, J. (1994). *Biology of Mikroorganism*s. Pearson Education.
- DeGue, S., Valle, L. A., Holt, M. K., Massetti, G. M., Matjasko, J. L., & Tharp, A. T. (2014). A systematic review of primary prevention strategies for sexual violence perpetration. *Aggression and Violent Behavior*, 19(4), 346–362. <https://doi.org/10.1016/j.avb.2014.05.004>
- Hasibuan, S., Hutapea, S., & Mardiana, S. (2022). Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pemberian Mulsa Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Hasil Produksi Jagung Manis (*Zea mays saccharata* Strut L). *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 4(2), 111–123. <https://doi.org/10.31289/jiperta.v4i2.1382>
- Hidayat, I. (2004). Skrining Aktivitas Enzim *Bacillus* sp. yang Diisolasi dari Taman Nasional Gunung Halimun. *Berita Biologi*, 7(2), 25–32.
- Ismay, A., Syauqi, A., & Zayadi, H. (2019). Keanekaragaman Koloni Mikroorganisme Rizosfer Lahan Tebu (*Saccharum officinarum*) Pada Penggunaan Pupuk Bio-Slurry dan Pupuk Kimia. *Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 5(1), 25–30. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v5i1.223>
- Muslimah, S. A., & Masnilah, R. (2024). Kajian Efektifitas *Bacillus* Sp dengan Penambahan Pupuk Kompos dalam Mengendalikan Busuk Hitam (*Xanthomonas Campestris*) pada Tanaman Kubis Bunga. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 7(1), 41. <https://doi.org/10.19184/bip.v7i1.38168>
- Nugroho, F. T., & Setiawan, A. W. (2021). Isolasi dan karakterisasi bakteri pada tanah organik dan anorganik di Kec.Kopeng dan Kec.Magelang. *AgriLand: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(1), 17–26. <https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/agriLand/article/view/3931>
- Pinem, K. (2015). *Jurnal Pendidikan Ilmu-Ilmu Sosial Studi Usaha-Usaha Petani dalam Peningkatan Produksi Kelapa Sawit di Desa Alur Manis*. 7(1), 83–92.
- Pradana, A. P., Mardhiana, Suriana, Adiwena, M., & Yousif, A. I. A. (2022). Formula Bakteri Endofit Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Jagung Pada Tanah Masam Podsolik Merah-Kuning. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 22(1), 30–41. <https://doi.org/10.25047/jii.v22i1.3091>
- Purnomo, M. R., Panggabean, E. L., & Mardiana, S. (2020). Respon Pemberian Campuran Kompos Baglog Dengan Pupuk Kandang Sapi dan Pupuk Organik Cair (POC) Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Panjang (*Vigna sinensis* L.). *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 2(1), 33–43. <https://doi.org/10.31289/jiperta.v2i1.90>

- Rangkuti, S. (2012). Efektivitas Pendistribusian Pupuk Bersubsidi Di Kabupaten Deli Serdang Studi Kasus Di Kecamatan Hamparan Perak. *Jurnal Administrasi Publik (Public Administration Journal)*, 3(2), 287–318.
- Romadloni, M. Y., Wibowo, F. A. C., Wahidiah, T., & Pradipta, A. (2024). Isolasi Bakteri Perlarut Fosfat (Bpf) Pada Hutan Produksi Di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (Khdtk) Pujon Hill Umm, Kabupaten Malang. *Berita Biologi*, 23(1), 91–102. <https://doi.org/10.55981/beritabiologi.2024.4148>
- Setiyono, S., Pangestu, R. W., & Kusbianto, D. E. (2022). Aplikasi Pupuk Hayati (Biofertilizer) Dan Pupuk ZA Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris L.*). *Agrotrop : Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 20(1), 10–19. <https://doi.org/10.32528/agrotrop.v20i1.7124>
- Sianipar, G., Indrawati, A., & Rahman, A. (2020). Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea L.*) terhadap Pemberian Kompos Batang Jagung dan Pupuk Organik Cair Limbah Ampas Tebu Growth Response and Peanut Plant Production (*Arachis hypogaea L.*). *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 2(1), 11–22. <http://jurnalmahasiswa.uma.ac.id/index.php/jiperta>
- Subowo, Purwani, J., & Rochayati, S. (2013). Prospek dan Tantangan Pengembangan Biofertilizer untuk Perbaikan Kesuburan Tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 7(1), 15–26.
- Sudiarti, D. (2017). THE EFFECTIVENESS OF BIOFERTILIZER ON PLANT GROWTH SOYB EA N & EDAM AM & (Glycin max). *Jurnal SainHealth*, 1(2), 97. <https://doi.org/10.51804/jsh.v1i2.110.97-106>
- Sumardi, Ekowati, C. N., Handayani, K., & Nurhayati. (2012). Isolasi dan karakterisasi *Bacillus sp.* Penghasil Antimikroba dari Saluran Pencernaan Ayam Kampung (*Gallus domesticus*). *Prosiding Seminar Nasional Sains Mipa Dan Aplikasi*, III(978), 306–311.