



Peran Mikroorganisme sebagai Kunci Pertanian Berkelanjutan : Kajian Literaur

Septin Melindra Gulo^{1*}, Natalia Kristiani Lase²

^{1,2} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi,
Universitas Nias, Indonesia

Email : setinlindacantik123@gmail.com, natalialase16@gmail.com

Alamat: Jl. Yos Sudarso Ujung 118, Gunungsitoli, Sumatera Utara

Korespondensi penulis: setinlindacantik123@gmail.com*

Abstract. *Microorganisms are highly beneficial in sustainable agriculture as they are key components of the soil ecosystem and participate in various processes that enhance soil fertility, improve crop quality, and reduce reliance on synthetic chemicals. This study employs a meta-analysis or literature review method to examine previous research on the role of microorganisms in agriculture, specifically on how microorganisms play a critical role in sustainable farming. Most available studies rely on qualitative data or case studies, limiting the ability to conduct more in-depth quantitative analysis. The results indicate that waste processing into organic compost fertilizer is crucial. Applying organic farming methods improves crop quality while maintaining ecosystem balance.*

Keywords: *Microorganisms, Sustainable Agriculture, Soil Fertility, Crop Quality, Organic Compost Fertilizer.*

Abstrak. Mikroorganisme sangat bermanfaat dalam pertanian berkelanjutan karena merupakan komponen utama dalam ekosistem tanah dan berpartisipasi dalam berbagai proses yang meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan kualitas tanaman, dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis. Dan Studi ini menggunakan metode meta analisis atau studi pustaka untuk melihat penelitian sebelumnya tentang peran mikroorganisme dalam pertanian, khususnya tentang bagaimana mikroorganisme memainkan peran penting dalam pertanian berkelanjutan. Sebagian besar penelitian yang tersedia bergantung pada data kualitatif atau studi kasus. Akibatnya, kemampuan untuk melakukan analisis kuantitatif yang lebih mendalam terbatas. Hasil menunjukkan bahwa pengolahan limbah menjadi pupuk kompos organik sangat penting. Menerapkan metode pertanian organik untuk meningkatkan kualitas hasil panen sambil mempertahankan keseimbangan ekosistem.

Kata Kunci: Mikroorganisme, Pertanian Berkelanjutan, Kesuburan Tanah, Kualitas Tanaman, Pupuk Kompos Organik.

1. PENDAHULUAN

Pengolahan pupuk organik kompos dari limbah pertanian merupakan aspek penting dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Limbah pertanian, seperti limbah organik, kotoran ternak, dan sampah sayur, dapat diolah menjadi pupuk organik. Mikroorganisme sangat penting untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Mikroorganisme berfungsi sebagai bagian penting dari ekosistem tanah dalam berbagai proses yang mendukung kesuburan tanah, meningkatkan kualitas tanaman, dan mengurangi ketergantungan kita pada bahan kimia sintetis. Studi terbaru menunjukkan bahwa mikroorganisme dapat berfungsi sebagai alternatif yang efektif untuk mengatasi masalah yang dihadapi sistem pertanian modern, seperti polusi, degradasi tanah, dan penurunan produktivitas tanaman akibat penggunaan pupuk kimia yang berlebihan.

Menurut teori yang diajukan oleh Makkar dan Singh (2021), mikroorganisme tanah berpartisipasi dalam proses dekomposisi bahan organik, yang merupakan proses yang sangat penting untuk menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Selain itu, mikroorganisme seperti bakteri pengikat nitrogen memiliki kemampuan untuk meningkatkan kualitas tanah dengan meningkatkan jumlah nitrogen yang tersedia untuk tanaman.

Pengurangan penggunaan petisida kimia adalah bagian penting dari pertanian berkelanjutan. Dalam pengendalian hayati, mikroorganisme patogenik alami seperti jamur entomopatogen, bakteri penghasil toksin, dan virus fitopatogen telah lama digunakan untuk mencegah terjadinya kerugian pada lahan pertanian. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Li et al. (2019) menunjukkan penggunaan mikroorganisme pengendali hama dapat mengurangi efek negatif pestisida kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Petani dapat mengurangi ketergantungan mereka pada bahan kimia berbahaya dengan memanfaatkan mikroorganisme ini, sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem pertanian. Salah satu contohnya adalah membuat pupuk organik dari limbah ternak dan memanfaatkan sisa limbah organik seperti limbah organik rumah tangga. Dalam hal ini, untuk menambah kesuburan lahan pertanian, sehingga tanah mengandung kesuburan yang sangat tinggi. meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah, dan memberikan nutrisi kepada tanaman (Sukamta et al., 2017). Oleh karena itu, penggunaan pupuk organik dapat membuat kita kurang bergantung pada pupuk kimia sintetis, yang memiliki efek buruk pada lingkungan. Selain itu, petani dapat meningkatkan pendapatan mereka melalui penjualan pupuk organik.

Selain itu, mikroorganisme memainkan peran penting dalam proses biofertilisasi, yang memungkinkan penggunaan pupuk kimia untuk digunakan sebagai penggantinya. Bakteri dan fungi yang dapat memfiksasi nitrogen dan melarutkan fosfat organik dapat memberikan unsur hara penting bagi tanaman; ini sangat penting untuk mengurangi efek negatif dari penggunaan pupuk kimia, yang dapat mencemari air dan udara serta merusak struktur tanah.

Mikroorganisme juga memiliki potensi untuk mengatasi masalah pencemaran tanah yang sering terjadi akibat penggunaan pestisida dan pupuk kimia dalam pertanian intensif. Menurut studi yang dilakukan oleh Singh et al. (2024), mikroorganisme dekomposer dapat mengurai bahan-bahan kimia berbahaya yang ada dalam tanah, seperti pestisida dan logam berat. Hal ini mengarah pada pemulihan kualitas tanah, yang sebelumnya tercemar oleh bahan kimia. Dengan menggunakan teknologi berbasis

mikroorganisme untuk bioremediasi, tanah yang terkontaminasi dapat dipulihkan, sehingga mendukung pertanian yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, mikroorganisme sangat penting untuk mencapai tujuan pertanian berkelanjutan. Mikroorganisme memberikan solusi yang efisien dan ramah lingkungan untuk masalah pertanian di masa depan dengan meningkatkan kesuburan tanah, mengendalikan hama, menyediakan unsur hara, dan memulihkan tanah yang tercemar. Oleh karena itu, penelitian dan pemanfaatan mikroorganisme dalam sistem pertanian harus terus dilakukan dengan mempertimbangkan keanekaragaman mikroorganisme yang ada dan bagaimana mereka memengaruhi produksi pertanian dan keberlanjutan lingkungan. Karena peningkatan populasi global dan perubahan iklim, pertanian berkelanjutan sangat penting. Pengelolaan limbah ternak yang efektif adalah komponen penting dalam mewujudkan pertanian yang berkelanjutan (Pratiwi, Wahyuni, and Risalati 2024).

Oleh karena itu, jika pertanian produktif berkelanjutan dapat tercapai, maka praktik-praktik yang menjaga atau meningkatkan cadangan bahan organik tanah harus diterapkan, sehingga tersedia sepanjang waktu bagi masyarakat pada masa kini sampai yang akan datang sehingga tidak mengganggu penyediaan pangan bagi generasi selanjutnya (Apriliani, Nurdin, and Rahman 2023).

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, penulis mengumpulkan, menganalisis, dan membandingkan hasil penelitian yang relevan dari berbagai sumber ilmiah, khususnya tentang peran mikroorganisme sebagai kunci untuk pertanian berkelanjutan. Tujuan dari penelitian ini bukan hanya untuk menemukan cara mikroorganisme dapat meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga untuk mengetahui bagaimana mereka menjaga kesehatan tanah, mendukung daur ulang nutrisi, dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis. Metode ini diharapkan akan menghasilkan hasil ilmiah yang mendukung penggunaan mikrobiologi untuk mendukung pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Meningkatkan Kesuburan Tanah Secara Alami

Penggunaan POC sebagai pupuk tanah memungkinkan penyerapan nutrisi melalui sistem akar, yang merupakan keunggulan dari metode ini dalam hal penyediaan nutrisi secara bertahap dan berkelanjutan. Hal ini mungkin disebabkan oleh ukuran partikel nutrisi yang kecil dan kelarutan POC yang baik, yang memungkinkan penyerapan melalui stomata daun dan rambut akar dengan mudah (Tangga et al., 2024).

Mikroorganisme memainkan peran penting dalam pembentukan struktur tanah, meningkatkan hasil produksi pertanian dan menjaga tanah sehingga mencegah erosi tanah, dan menghindari ketergantungan pada bahan kimia sehingga menyebabkan kerusakan pada tanah dan juga dapat menimbulkan penyakit bagi petani dan juga masyarakat. Dengan menerapkan POC pada tanaman, dapat memaksimalkan hasil produksi pertanian.

Strategi Berkelanjutan

Untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan ketahanan pangan adalah melindungi tanaman dari hama dan penyakit pertanian (Billah et al., 2024). Sebenarnya, limbah pertanian, seperti sisa tanaman, kotoran ternak, dan sampah sayuran, dapat dimanfaatkan sebagai untuk menambah kesuburan pada tanah. Biasanya dianggap sampah. Dengan meningkatkan kesuburan tanah, proses ini dapat meningkatkan hasil panen (Billah et al., 2024).

Pertanian berkelanjutan memerlukan perlindungan tanaman dari hama dan penyakit. Mikroorganisme, sebagai agen alami untuk mengendalikan hama dan penyakit. Memanfaatkan mikroorganisme dalam pertanian memiliki banyak manfaat lingkungan, seperti: Mikroorganisme ramah lingkungan tidak meninggalkan residu berbahaya di tanah, air, atau tanaman; penggunaan mikroorganisme juga mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan menjaga keanekaragaman ekosistem.

Meningkatkan Hasil Pertanian

Penggunaan bahan alami atau bahan organik, seperti penggunaan biofertilizer berbasis mikroorganisme, menunjukkan peningkatan hasil panen dibandingkan dengan penggunaan bahan kimiawi. Pemanfaatan limbah pertanian semakin menarik di bidang pertanian karena dapat membantu praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Billah et al., 2024).

Biofertilizer adalah pupuk hayati yang mengandung mikroorganisme hidup seperti bakteri, fungi, atau cyanobacteria yang meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman. Mikroorganisme ini berfungsi dalam beberapa cara:

- Solubilisasi fosfat: Mikroorganisme seperti *Pseudomonas* atau *Bacillus* membantu melarutkan fosfat, yang sulit diserap tanaman.
- Produksi zat pengatur tumbuh: Mikroorganisme menghasilkan hormon seperti auksin, gibberellin, dan sitokinin, yang merangsang pertumbuhan.
- Perlindungan terhadap patogen: Beberapa biofertilizer mengandung mikroorganisme yang dapat mencegah penyakit tanaman melalui kompetisi ruang atau pembuatan senyawa antimikroba.

Biofertilizer membantu pertanian berkelanjutan dengan cara berikut:

- Mengurangi penggunaan pupuk kimia: Biofertilizer dapat menggantikan sebagian kebutuhan pupuk kimia, sehingga mengurangi efek negatif seperti pencemaran tanah dan air.
- Memperbaiki struktur tanah: Mikroorganisme membantu menjaga keseimbangan mikrobioma tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik.
- Meningkatkan hasil panen: Dengan memberi tanaman unsur hara yang cukup, tanaman dapat tumbuh lebih baik.
- Efisiensi biaya: Biofertilizer dapat meningkatkan keberlanjutan sistem produksi dan mengurangi biaya pembelian pupuk kimia dalam jangka panjang.

Mengurangi Ketergantungan Pada Input Kimia

Mikroorganisme dalam situasi seperti ini menawarkan solusi alami yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian besar kebutuhan kimia pertanian untuk memaksimalkan hasil produksi pertanian itu sendiri.

- a. Pemanfaatan Mikroorganisme dalam Kesuburan Tanah: Bakteri seperti *Rhizobium* dan *Azospirillum*, yang memfiksasi nitrogen, dapat membantu tanaman mendapatkan nitrogen tanpa harus menggunakan pupuk nitrogen sintetis. Selain itu, fungi mikoriza dapat membantu akar tanaman menyerap mineral penting seperti fosfor dari tanah. Dengan memasukkan
- b. Mikroorganisme ini ke dalam sistem pertanian, kebutuhan akan pupuk sintetis dapat secara signifikan dikurangi.

- c. Pengendalian Hama Biologis : Mikroorganisme dapat membantu pengendalian hayati. *Bacillus thuringiensis* (Bt), misalnya, menghasilkan toksin khusus untuk serangga hama tetapi tidak membahayakan hewan lain. Petani dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yang berbahaya dengan menggunakan mikroorganisme ini.
- d. Mikroorganisme dekomposer seperti *Trichoderma* dan *Pseudomonas* dapat mempercepat pengomposan limbah organik menjadi pupuk organik berkualitas tinggi. Dengan menggunakan pupuk organik ini, tidak hanya struktur tanah diperbaiki, tetapi aktivitas mikroba di tanah meningkat, yang menghasilkan ekosistem yang lebih seimbang.
- e. Pengembangan Teknologi Mikroba Lokal: Mendorong petani untuk mengembangkan teknologi mikroba lokal adalah salah satu langkah strategis. Petani dapat memanfaatkan potensi hayati lokal tanpa bergantung pada produk komersial yang mahal dengan mengisolasi dan membudidayakan mikroorganisme yang telah beradaptasi dengan lingkungan sekitar mereka.
- f. Pendidikan dan Kesadaran Petani: Petani harus memahami manfaat mikroorganisme dan cara menggunakannya untuk mengurangi input kimia. Untuk menyebarkan praktik ini, program pelatihan, penyuluhan, dan kolaborasi dengan akademisi atau lembaga riset harus diperkuat.

Peran Mikroorganisme Dalam Pertanian Modern

Mikroflora memiliki enzim yang dapat mengurai bahan organik secara kimiawi, sedangkan fauna tanah memainkan peran penting dalam perombakan awal bahan organik yang dicampur ke dalam tanah (Ebsan Marihot Sianipar, Sri Pratiwi Aritonang 2024).

Mikroorganisme memiliki kemampuan untuk memperbaiki kesuburan tanah, yang merupakan manfaat utamanya. Bakteri seperti *Rhizobium*, misalnya, mengikat nitrogen dari udara sehingga dapat dimanfaatkan tanaman. Karena nitrogen adalah unsur hara yang penting untuk pertumbuhan tanaman, proses ini sangat penting. Namun, ketika nitrogen ada di atmosfer secara alami, tanaman tidak dapat menyerapnya secara langsung. Dan mineralisasi unsur hara (Ebsan Marihot Sianipar, Sri Pratiwi Aritonang, 2024).

Tidak hanya suatu tubuh tanah, tanah dapat dianggap sebagai suatu kesatuan kehidupan. Semua bentuk kehidupan yang ada di tanah, termasuk dalam komponen organik tanah (Prihastuti 2012). Meskipun pertanian kontemporer telah membawa tantangan baru yang harus ditangani, ia juga telah melakukan kemajuan besar dalam produksi pangan di seluruh dunia. Meskipun dapat meningkatkan hasil panen dalam

jangka pendek, praktik ini telah menimbulkan kerusakan tanah dan pencemaran lingkungan yang signifikan (Tangga et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Setelah program pengolahan pupuk organik kompos dimulai dan dievaluasi, dapat disimpulkan bahwa para petani atau sebagian masyarakat telah memperoleh pengetahuan tentang bagaimana dalam mengelola lahan pertanian yang baik dari yang sebelumnya terutama untuk mengubah limbah pertanian menjadi pupuk organik kompos (Widyawati and Suparwata 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliani, S., Nurdin, N., & Rahman, R. R. (2023). Pengembangan pertanian berkelanjutan berbasis pupuk organik padat pada kelompok tani Desa Bongohulawa Kecamatan Tilogkabila Kabupaten Bone Bolango. *Jurnal Abdi Insani*, 10(4), 2487–2496. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v10i4.1166>
- Aryantha, I. N. P. (2015). Membangun sistem pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian*, 15(June), 1–15.
- Billah, S., Dewi, L., Aulia, R. V., & Wahyuning Laily, D. (2024). Implementasi pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan limbah pertanian menjadi pupuk organik cair di Desa Musir Lor Kabupaten Nganjuk. *Jurnal Pertanian*, 4(4), 1067–1076.
- Djibran, M. M., Andiani, P., Nurhasanah, D. P., & Mokoginta, M. M. (2023). Analisis pengembangan model pertanian berkelanjutan yang memperhatikan aspek sosial dan ekonomi di Jawa Tengah. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(10), 847–857. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i10.703>
- Kusmiati, A., Ibanah, I., Widjyanthi, L., Kurnianto, A. S., Wulanjari, D., Prastowo, S., & Wijayanto, Y. (2023). Pendampingan petani untuk mendorong perubahan menuju praktek pertanian berkelanjutan. *Integritas: Jurnal Pengabdian*, 7(2), 501. <https://doi.org/10.36841/integritas.v7i2.3629>
- Kusumawati, R. D., Walida, H., Harahap, F. S., & Rizal, K. (2024). Tingkat pengetahuan kelompok Karang Taruna Tani Villa Pasir Mas dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) berbahan dasar air cuci beras dalam pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian*, 6(3), 112-119.
- Nasir, B. H., Lakani, I., & Monde, A. (2019). KKN-PPM penerapan teknologi usahatani konservasi terpadu pada daerah rawan longsor untuk pengembangan pertanian berkelanjutan dan peningkatan pendapatan masyarakat di Kecamatan Gumbasa Kabupaten Sigi. *Jurnal Abditani*, 2(1), 37–42. <https://doi.org/10.31970/abditani.v1i0.9>

- Pratiwi, D. M., Wahyuni, S., & Risalati, M. (2024). Penyuluhan terpadu sanitasi kandang dan pembuatan pupuk organik untuk menciptakan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pertanian*, 2(1), 21–25.
- Prihastuti, P. (2012). Struktur komunitas mikroba tanah dan implikasinya dalam mewujudkan sistem pertanian berkelanjutan. *el-Hayah*, 1(4), 174–181. <https://doi.org/10.18860/elha.v1i4.1785>
- Rachma, N., & Syaekhul Umam, A. (2021). Pertanian organik sebagai solusi pertanian berkelanjutan di era new normal. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 1(4), 328. <https://doi.org/10.33474/jp2m.v1i4.8716>
- Sianipar, E. M., Aritonang, S. P., & Sihombing, P. (2024). Peranan bahan organik untuk mitigasi kesehatan tanah dalam pertanian modern. *MethodAgro - Jurnal Penelitian Ilmu Pertanian*, 10(5), 1–23.
- Siregar, F. A. (2023). Pengembangan sistem pertanian berkelanjutan untuk mencapai keberlanjutan pangan. *Jurnal Universitas Medan Area*, 1–11.
- Tangga, R., Sebagai, S., Ramah Lingkungan, & Candi, S. (2024). Household waste as an environmentally friendly solution. *Jurnal Lingkungan*, 4(2), 360–367.
- Widyawati, O., & Suparwata, D. O. (2024). Pengolahan pupuk organik kompos dari limbah pertanian untuk mendukung pertanian berkelanjutan pada kelompok tani di Desa Rurukan (Tomohon), Sulawesi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 8–20. <https://journal.ppipbr.com/index.php/pengamas/article/view/197>
- Yuriansyah, Y., Dulbari, D., Sutrisno, H., & Maksum, A. (2020). Pertanian organik sebagai salah satu konsep pertanian berkelanjutan. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat*, 5(2), 127–132. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v5i2.1033>