



PENGGUNAAN MIKROORGANISME DALAM PENGELOLAAN LIMBAH PERTANIAN UNTUK MENINGKATKAN KESUBURAN TANAH

Selvian Suriani Gulo¹⁾, Rosmawati Gea²⁾, Natalia Kristiani Lase³⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email : selviansurianigulo@gmail.com

²⁾Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email : rosmawatigea4@gmail.com

³⁾Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email : natalialase16@gmail.com

ABSTRACT

Agricultural waste generated from the crop production process can be a valuable resource if managed properly. The use of microorganisms in the treatment of agricultural waste has proven effective in improving soil fertility. Bacteria, fungi, and actinomycetes are examples of microorganisms that can make organic matter more easily digested by humans. The objective of this study was to analyze the role of microorganisms in agricultural layers and their moisture in relation to soil fertility. The findings of this study show that the use of microorganisms in agricultural composting and fermentation processes increases the amount of nutrients in the soil, improves soil structure, and increases its microbiological activity. This approach not only increases productivity but also reduces environmental degradation.

Keywords: Microorganisms, waste management, soil fertility.

ABSTRAK

Limbah pertanian yang dihasilkan dari proses produksi tanaman dapat menjadi sumber daya yang berharga jika dikelola dengan baik. Penggunaan mikroorganisme dalam pengolahan limbah pertanian telah terbukti efektif dalam meningkatkan kesuburan tanah. Bakteri, jamur, dan aktinomisetes merupakan contoh mikroorganisme yang dapat membuat bahan organik menjadi lebih mudah dicerna oleh manusia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis peran mikroorganisme dalam lapisan pertanian dan kelembabannya dalam kaitannya dengan kesuburan tanah. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan mikroorganisme dalam proses pengomposan dan fermentasi pertanian meningkatkan jumlah hara di dalam tanah, memperbaiki struktur tanah, dan meningkatkan aktivitas mikrobiologisnya. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan produktivitas tetapi juga mengurangi degradasi lingkungan.

Kata kunci: Mikroorganisme, pengelolaan limbah, kesuburan tanah.



PENDAHULUAN

Pengelolaan limbah pertanian merupakan salah satu tantangan terbesar dalam sistem pertanian modern. Pengelolaan limbah pertanian yang tidak efektif dapat menyebabkan degradasi lingkungan, pencemaran tanah, dan penurunan produktivitas. Dalam konteks ini, penggunaan mikroorganisme merupakan salah satu cara yang paling efektif dan komprehensif untuk mengatasi masalah yang dihadapi. Dalam rangka meningkatkan kesuburan tanah dengan cara yang ramah lingkungan, mikroorganisme memiliki peran penting dalam pengembangan bahan organik, siklus hara, dan struktur tanah (Sharma et al., 2020).

Mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan fungi, memiliki kemampuan untuk menguraikan bahan organik menjadi lebih halus melalui proses biokonversi. Bakteri seperti spesies *Bacillus* dan spesies *Pseudomonas* diketahui efektif dalam memastikan bahwa senyawa kompleks tersedia sebagai nutrisi bagi tanaman (Kumar et al., 2021). Selain itu, jamur mikoriza arbuskula (AMF) dapat meningkatkan kecepatan tanaman dengan memperluas jaringan perakaran melalui hifa eksternal. Aktinomiset, seperti *Streptomyces*, juga berperan dalam memastikan lignin dan selulosa dari sisa-sisa tanaman terurai dengan baik (Singh & Singh, 2022).

Penggunaan mikroorganisme dalam limbah pertanian dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai teknik, seperti pengomposan, biofermentasi, dan aplikasi inokulan mikroba diam pada air. Proses pengomposan melibatkan tim mikroorganisme yang bekerja sama untuk

memastikan bahwa bahan organik yang dihasilkan memiliki kualitas terbaik. Menurut Zhang dkk. (2023), penambahan mikroba pengurai pada proses komposisi dapat meningkatkan waktu penguraian hingga 40% jika dibandingkan dengan tidak adanya mikroba. Hasil dari komposisi ini tidak hanya meningkatkan jumlah bahan organik di dalam tanah tetapi juga meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah.

Selain itu, penggunaan mikroorganisme seperti *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* untuk biofermentasi limbah pertanian dapat menghasilkan pupuk cair yang akan menyediakan nutrisi dan hormon pertumbuhan tanaman. Menurut Hernandez dkk. (2021), penggunaan organisme hidup dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman hingga 25% jika dibandingkan dengan kontrol. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa mikroorganisme memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan sistem pertanian yang berkelanjutan.

Memfaatkan mikroorganisme juga membantu meningkatkan kesuburan tanah melalui penelitian biologi terhadap patogen tanah. Mikroorganisme antimikroba, seperti *Trichoderma* sp. dan *Bacillus subtilis*, dapat menghasilkan senyawa antimikroba yang menghambat pertumbuhan patogen, meningkatkan kesehatan tanaman dan meningkatkan hasil panen (Ali et al., 2020). Selain itu, mikroorganisme tanah yang aktif juga berkontribusi dalam memperbaiki struktur tanah dengan membentuk agregat tanah yang stabil, yang sangat penting untuk aerasi dan retensi udara.



Mikroorganisme memiliki keunggulan strategis dalam pengelolaan limbah pertanian untuk meningkatkan kesuburan tanah. Dengan memanfaatkan potensi mikroorganisme, limbah pertanian yang sebelumnya bermasalah dapat diubah menjadi sumber daya yang tinggi. Pendekatan ini tidak hanya memperbaiki lingkungan tetapi juga meningkatkan produktivitas dan efisiensi dalam berbagai aspek kehidupan pertanian. Oleh karena itu, pengembangan teknologi berbasis mikroorganisme harus selalu dilakukan melalui penelitian dan kolaborasi antara para akademisi, praktisi pertanian, dan kebijakan.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini, akan membahas secara rinci poin-poin utama dari literatur tentang penggunaan mikroorganisme dalam pertanian limbah untuk meningkatkan kesuburan tanah. Fokus utama dari penelitian ini adalah penggunaan mikroorganisme untuk kesuburan tanah. Pembahasan selanjutnya didasarkan pada literatur yang relevan dan relevansi literatur pertanian. Penelitian ini dilakukan dalam bentuk analisis literatur kritis dengan tujuan untuk menjelaskan informasi, konsep, dan temuan yang ditemukan dalam literatur yang berkaitan dengan perspektif akademis dan pemahaman teoritis tentang penggunaan mikroorganisme. Sumber data yang digunakan antara lain Google Scholar, jurnal yang telah dipublikasikan sebelumnya, internet, dan artikel (Awaluddin & Tangahu, 2021). Metode analisis yang digunakan adalah deskriptif, di mana data dari berbagai

sumber literatur dikumpulkan secara metodis untuk memberikan pemahaman dan penjelasan yang komprehensif tentang penggunaan mikroorganisme dalam studi limbah untuk meningkatkan kesuburan tanah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Peningkatan Kandungan Hara Tanah

Hasil dari penggunaan mikroorganisme dalam penelitian limbah pertanian menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada tanah hara. Pengomposan dengan bantuan konsorsium mikroorganisme mempercepat penguraian bahan organik menjadi humus, yang akan mengandung unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Menurut Zhang dkk. (2023), tanah yang dikomposkan dengan tambahan mikroba pengurai memiliki kandungan nitrogen 30% lebih tinggi dibandingkan dengan tanah yang tidak diberi tambahan mikroba. Tingkat bahan organik yang lebih tinggi berkontribusi langsung terhadap peningkatan produktivitas tanaman.

Selain itu, proses biofermentasi pertanian meninggalkan organisme cair yang akan menyediakan nutrisi mikro dan makro. Spesies *Lactobacillus* dan *Saccharomyces cerevisiae* yang digunakan dalam proses ini tidak hanya mempercepat fermentasi tetapi juga meningkatkan jumlah nutrisi yang tersedia untuk tanaman. Menurut Hernandez dkk. (2021), penggunaan pupuk organik cair ini meningkatkan jumlah fosfor tanah hingga 20%, sehingga meningkatkan efisiensi nutrisi tanaman.



Mikroorganisme berkontribusi terhadap peningkatan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. Menurut Wani dkk. (2020), mikrobiota tanah seperti *Rhizobium* sp. dan *Azotobacter* sp. meningkatkan KTK hingga 15%, yang meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan memproses unsur hara sesuai dengan kebutuhan tanaman. Proses ini membantu mengurangi hara dalam tanah dan kekurangan hara pada tanaman.

Mikroorganisme juga menghasilkan metabolit sekunder, seperti asam organik, yang berguna untuk menguraikan lemak dan kalsium dari mineral non-larut tanah. Menurut Park dkk. (2022), aktivitas mikroorganisme fosfat meningkatkan ketersediaan fosfat hingga 25% di daerah marginal. Dengan cara ini, mikroorganisme tidak hanya meningkatkan ukuran organ tetapi juga meningkatkan efisiensi penggunaan tanah.

Selain itu, penggunaan mikroorganisme sebagai pupuk hayati telah terbukti efektif dalam meningkatkan hasil panen tanaman secara komprehensif. Menurut Glick dkk. (2019), tanaman yang menerima pupuk hayati berbasis mikroba mengalami peningkatan hasil panen sebesar 35%, terutama di daerah dengan hasil panen yang rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa mikroorganisme memiliki peran penting dalam mempromosikan pertanian modern.

2. Perbaikan Struktur Tanah

Perbaikan struktur tanah merupakan hasil diam-diam dari aktivitas mikroorganisme di dalamnya. Mikroorganisme seperti *Bacillus subtilis* dan *Trichoderma*

sp. menghasilkan senyawa eksopolisakarida yang membantu pembentukan agregat tanah. Menurut Ali dkk. (2020), kestabilan mikroorganisme ini meningkatkan agregat tanah hingga 25%, yang sangat penting untuk meningkatkan porositas tanah. Struktur tanah yang baik memastikan aerasi udara yang optimal dan retensi udara yang lebih tinggi, yang memperlambat pertumbuhan tanaman.

Aktivitas mikroba juga mengurangi tanah dengan menguraikan bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Agregat tanah yang stabil berkontribusi pada peningkatan kapasitas tukar kation (KTK), yang memungkinkan tanah untuk menyimpan dan mentransfer unsur hara secara efisien. Dengan demikian, perbaikan struktur tanah oleh mikroorganisme tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga menurunkan risiko erosi tanah.

Menurut Gupta dkk. (2021), mikroorganisme tanah juga berperan dalam memobilisasi unsur hara dari dalam tanah agar lebih tersebar ke seluruh bagian atas. Proses ini dilakukan melalui aktivitas hifa jamur mikoriza, yang meningkatkan jangkauan akar tanaman dan meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Menurut penelitian ini, tanah dengan tingkat aktivitas mikoriza yang tinggi memiliki struktur tanah yang lebih baik dan kandungan air yang lebih stabil.

Mikroorganisme seperti *Actinobacteria* dan *Azospirillum* sp. membantu meningkatkan agregasi tanah melalui produksi biofilm. Biofilm ini meningkatkan ikatan antar partikel tanah sehingga mengurangi risiko kerusakan



tanah akibat aktivitas mekanik atau dermal (Hernandez et al., 2020). Struktur tanah yang lebih baik di sini mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan lingkungan yang sempurna untuk perkembangan akar.

Selain itu, peran mikroorganisme dalam memperbaiki struktur tanah berkaitan dengan peningkatan aktivitas biologis tanah. Menurut Choudhary dkk. (2023), mikroorganisme memiliki aktivitas enzim yang lebih kuat, seperti protease dan selulase, yang membantu pemecahan bahan organik menjadi humus. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan stabilitas tanah secara keseluruhan, tetapi juga meningkatkan kualitas tanah secara keseluruhan.

3. Peningkatan Aktivitas Mikroba Tanah

Memanfaatkan mikroorganisme dalam penelitian pertanian juga meningkatkan aktivitas mikroba tanah secara komprehensif. Aktivitas mikroba yang lebih tinggi disebabkan oleh enzim tanah seperti dehidrogenase dan fosfatase yang aktif di dalam hara. Menurut Singh dan Singh (2022), inokulan mikroba tanah meningkatkan aktivitas enzim fosfatase hingga 40%, yang meningkatkan jumlah fosfor dari organ. Selain itu, mikroorganisme seperti *Bacillus* dan *Pseudomonas* membantu menjaga kesehatan populasi tanah dengan mengidentifikasi patogen.

Mikroba ini menghasilkan zat bioaktif yang menghambat pertumbuhan patogen, seperti *Fusarium* dan *Phytophthora*, sehingga meningkatkan kesehatan ekosistem perairan. Aktivitas mikroba yang berkelanjutan memastikan penguraian bahan organik yang konsisten dan penyediaan nutrisi yang stabil untuk tanaman.

Mikroorganisme tanah dapat meningkatkan keanekaragaman mikroba, yang penting bagi kestabilan ekosistem tanah. Menurut Delgado dkk. (2021), tanah yang dihuni oleh mikroorganisme memiliki mikroba yang lebih beragam, yang membantu meningkatkan daya tahan tanah terhadap pencemaran lingkungan. Keanekaragaman ini juga memperkuat interaksi sinergis mikroba-ke-mikroba, yang meningkatkan fungsi ekosistem tanah.

Mikroorganisme tanah menghasilkan senyawa organik yang mudah menguap (VOC) yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Menurut penelitian Effendi dkk. (2022), VOC yang dihasilkan oleh mikroorganisme seperti *Streptomyces* sp. dapat meningkatkan panjang akar sebesar 20% jika dibandingkan dengan kontrol. Efek ini menunjukkan bahwa mikroorganisme tidak hanya berguna dalam penguraian bahan organik tetapi juga dalam meningkatkan fisiologi tanaman.

KESIMPULAN

Pengelolaan limbah pertanian dengan menggunakan mikroorganisme memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kesuburan tanah dan keberlanjutan pertanian. Mikroorganisme dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara, dan mempercepat perombakan bahan organik. Teknologi berbasis mikroorganisme juga efektif dalam mengidentifikasi patogen, meningkatkan aktivitas mikroba tanah, dan meningkatkan interaksi ekosistem tanah. Dengan demikian, kemajuan dan pengembangan teknologi



menjadi sarana strategis untuk meningkatkan produktivitas dan stabilitas sistem pertanian modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Awaluddin, M., & Tangahu, B. V. (2021). Studi Literatur Bioremediasi Tanah Terkontaminasi Kromium di Kecamatan Jetis, Kabupaten Mojokerto Menggunakan Bakteri *Azotobacter* S8 dan *Bacillus*.
- Ali, M., dkk. (2020). "Peran *Trichoderma* dan *Bacillus subtilis* dalam mengendalikan patogen tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman." *Jurnal Mikrobiologi Pertanian*, 12(3), 45-60.
- Choudhary, R., Singh, R., & Kumar, V. (2023). Aktivitas enzimatis dan perannya dalam peningkatan kualitas tanah. *Jurnal Biokimia Pertanian*, 18(1), 70-85.
- Delgado, R., Martinez, C., & Gonzalez, P. (2021). Meningkatkan keanekaragaman mikroba untuk stabilitas ekosistem tanah. *Jurnal Ekologi Mikrobiologi*, 9(2), 120-135.
- Effendi, S., Nurhadi, A., & Putra, D. (2022). Peran biofilm mikroba dalam stabilisasi tanah. *Jurnal Bioteknologi Mikroba*, 7(2), 115-125.
- Gea et al., (2024) . FEASIBILITY ANALYSIS OF THE MALAGA BEACH TOURISM OBJECT IN SIWALU BANUA II VILLAGE GUNUNGSITOLI IDANOI DISTRCT GUNUNGSITOLI CITY. 1(April 2021), 33–40.
- Gupta, R., Mehta, P., & Sharma, K. (2021). Jamur mikoriza dan perbaikan struktur tanah: Sebuah tinjauan. *Jurnal Kemajuan dalam Biologi Tanah*, 10(2), 95-105.
- Hernandez, R., dkk. (2021). "Biofermentasi limbah pertanian menggunakan *Lactobacillus* sp. dan *Saccharomyces cerevisiae* untuk produksi pupuk cair organik." *Journal Sustainable Agriculture Reviews*, 15(4), 312-328.
- Kumar, P., dkk. (2021). "Bacillus dan Pseudomonas: Genera bakteri utama untuk pertanian berkelanjutan." *Jurnal Ekologi Mikroba*, 79(2), 189-200.
- Park, J., Lee, S., & Kim, H. (2022). Mikroorganisme pelarut fosfat dan dampaknya terhadap dinamika hara tanah. *Journal Microbial Ecology*, 65(2), 240-255.
- Sharma, R., dkk. (2020). "Strategi mikroba untuk meningkatkan kesuburan tanah dan produktivitas tanaman." *Jurnal Kemajuan dalam Mikrobiologi Tanah*, 8(1), 78-92.
- Singh, A., & Singh, R. (2022). "Penguraian limbah lignoselulosa oleh aktinomisetes: Sebuah pendekatan yang berkelanjutan." *Jurnal Bioteknologi Lingkungan*, 14(1), 67-81.
- Wani, S. P., Chander, G., & Dagar, J. C. (2020). Peran *Rhizobium* dan *Azotobacter* dalam meningkatkan retensi hara tanah. *Jurnal Kesuburan Tanah*, 36(4), 205-215.
- Zhang, Y., dkk. (2023). "Mempercepat proses pengomposan dengan inokulan mikroba: Sebuah tinjauan." *Jurnal Ilmu & Pemanfaatan Kompos*, 31(2), 98-110.