

Mikroba Tanah sebagai Kunci Pertanian Organik Berkelanjutan : Kajian Literatur

Destri Natalis Harefa^{1*}, Natalia Kristiani Lase²

¹⁻² Program Studi Agroteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Indonesia

Email : ^{1*}destriharefa06@gmail.com, ²natalialase16@gmail.com

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

Korespondensi penulis: destriharefa06@gmail.com

Abstract. Organic farming has increasingly become a preferred choice in sustainable agricultural systems due to its significant benefits for environmental balance and quality. One of the key elements in organic farming is soil microorganisms, which play a crucial role in enhancing soil fertility and supporting plant health. Soil microorganisms, such as nitrogen-fixing bacteria, phosphate-solubilizing microbes, mycorrhiza, and organic matter decomposers, contribute significantly to fertilization efficiency and nutrient availability, as well as improving plant resistance to pathogens. The utilization of soil microorganisms as biofertilizers can reduce dependency on chemical fertilizers, mitigate environmental pollution, and increase agricultural productivity sustainably. Furthermore, soil microorganisms can improve soil structure, extend root longevity, and stimulate plant growth. The selection of appropriate microorganisms according to soil conditions and intended use is essential to maximize their benefits. Therefore, the application of soil fertility-promoting microorganisms as part of sustainable agricultural technology holds great potential to enhance environmentally friendly and efficient agricultural outcomes.

Keywords: Organic, farming, soil, microorganisms, fertility.

Abstrak. Pertanian organik semakin menjadi pilihan utama dalam sistem pertanian berkelanjutan karena memiliki manfaat besar terhadap keseimbangan alam dan kualitas lingkungan. Salah satu elemen penting dalam pertanian organik adalah mikroba tanah, yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung kesehatan tanaman. Mikroba tanah, seperti bakteri fiksasi nitrogen, mikroba pelarut fosfat, mikoriza, dan mikroba perombak bahan organik, memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi pemupukan dan ketersediaan unsur hara, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen. Pemanfaatan mikroba tanah sebagai pupuk hayati dapat mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, mengurangi dampak pencemaran lingkungan, dan meningkatkan produktivitas pertanian secara berkelanjutan. Selain itu, mikroba tanah juga dapat memperbaiki struktur tanah, memperpanjang umur akar, dan merangsang pertumbuhan tanaman. Pemilihan mikroba yang tepat sesuai dengan kondisi tanah dan tujuan penggunaan sangat penting untuk memaksimalkan manfaatnya. Oleh karena itu, penerapan mikroba penyubur tanah sebagai bagian dari teknologi pertanian berkelanjutan memiliki potensi besar untuk meningkatkan hasil pertanian yang ramah lingkungan dan efisien.

Kata kunci: Pertanian, organik, mikroba, tanah, kesuburan.

1. PENDAHULUAN

Pertanian organik akhir-akhir ini menjadi tren dalam kalangan para petani dan menjadi salah satu pendekatan dalam sistem pertanian modern. Pentingnya keberlanjutan dalam pertanian menjadi komponen utama dalam keberhasilan, meningkatkan kualitas lingkungan dan mengurangi dampak pencemaran dengan adanya penerapan pertanian organik. Pembangunan di sektor pertanian seharusnya tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil produksi, tetapi

juga pada kualitas produk, daya tahan produk, dan kesejahteraan secara keseluruhan (Rivai & Anugrah, 2011).

Bukan hanya itu, pertanian organik juga dapat meningkatkan kesehatan tanah karena sistem pertanian organik ini menjurus pada penerapan penggunaan bahan-bahan organik yang tidak membahayakan bagi lingkungan maupun bagi tanah. Apabila tanah kekurangan bahan organik dan terus menerus menggunakan bahan-bahan zat kimiawi, tanah mengalami penurunan kualitas dan bisa saja produktivitasnya juga ikut menurun. Salah satu komponen utama yang dapat mendukung sistem ini adalah mikroba tanah. Mikroba tanah dapat memainkan peran dalam mendukung ketersediaan nutrisi alami dan meningkatkan siklus hara pada tanah.

Sebagai bagian penting dari ekosistem tanah, mikroba memiliki peran krusial dalam menjaga kesuburan dan produktivitas tanah. Mikroorganisme seperti bakteri dan fungi telah terbukti mendukung kesehatan tanah melalui perannya dalam siklus hara dan peningkatan daya serap nutrisi tanaman. Mikroba merupakan organisme yang hidup di lingkungan yang sangat keras, oleh karena itu mereka cukup sensitif terhadap perubahan lingkungan sekitarnya. Hal ini mendorong mikroba untuk mengalami perubahan agar dapat hidup di lingkungan yang baru (Toor dan Adnan, 2020).

Dalam ekosistem tanah yang seimbang, mikroba dapat dikendalikan secara alami oleh sistem ekologis yang ada. Hal ini pentingnya menjaga keseimbangan tanah melalui praktik pertanian berkelanjutan (Sopialena dan Palupi 2017). Mikroba yang ada di dalam tanah memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem tanah.

Berbagai faktor, seperti jenis tanah, jenis tanaman yang tumbuh, dan metode pengolahan tanah itu sendiri, mempengaruhi struktur mikroba di dalam tanah. Selain mikroba yang bermanfaat bagi tanaman dengan memproduksi hara dan hormon pertumbuhan, ada juga mikroba yang dapat menyebabkan penyakit pada tanaman.

Pengolahan tanah yang tepat dapat membantu membangun sistem pertanian yang berkelanjutan. Beberapa mikroorganisme di dalam air memiliki kemampuan untuk bertindak sebagai penambat hara, membantu perlindungan bahan organik sehingga mineralisasi dapat terjadi lebih cepat. Hal ini memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman. Selain itu, mikroba tanah juga berfungsi sebagai agen hayati yang dapat menilai kesehatan dan penyakit dalam tubuh serta mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah (Husen dkk, 2007).

Keberagaman dan jumlah mikroorganisme dalam tanah sering kali menjadi penanda tingkat kesuburannya. Tanah yang subur biasanya ditandai dengan ketersediaan bahan organik yang memadai, ketersediaan air, suhu yang optimal dan kondisi ekologi tanah yang mendukung bagi kehidupan mikroorganisme (Irfan, 2014).

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam jurnal ini adalah metode studi pustaka atau analisis literatur. Dalam hal ini, penulis mengumpulkan informasi atau temuan dari berbagai sumber yang relevan, lalu melakukan analisis kritis dan sintesis untuk menggabungkan gagasan-gagasan yang ada, dan menciptakan ide atau pemahaman baru berdasarkan literatur yang telah dikaji.

Studi Kepustakaan adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara melakukan penelitian terhadap buku-buku, literatur, catatan, dan laporan yang berhubungan dengan masalah yang sedang dibahas (Nazir, 1988: 111), proses ini tidak hanya sekedar mencatat, tetapi juga mengintegrasikan informasi yang sudah ada untuk memberikan perspektif yang lebih komprehensif, atau mungkin teori atau konsep baru.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan kajian literatur yang dilakukan, ditemukan bahwa mikroba tanah memiliki peran yang sangat penting dalam sistem pertanian organik berkelanjutan. Mikroba tanah, termasuk bakteri, fungi, dan actinomycetes, berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah dan kesehatan tanaman dengan cara-cara yang berbeda, seperti memperbaiki struktur tanah, mendaur ulang unsur hara, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen.

Jenis Dan Fungsi Mikroba Penyubur Tanah

Jenis mikroba yang berbeda memiliki fungsi dan tingkat efektivitas yang berbeda pula. Mikroba yang digunakan dalam teknologi pertanian biasanya merupakan galur murni terpilih yang berfungsi sebagai inokulan untuk meningkatkan efektivitasnya. Salah satu faktor yang sangat mempengaruhi keberhasilan penggunaan mikroba adalah aplikasi dan kualitas inokulan, oleh karena itu perlu dilakukan standarisasi untuk menilai keefektifan dan kualitas inokulan mikroba (Zdor & Pueppke, 1988, 1990).

Tujuan dari produk mikroba adalah untuk meningkatkan efisiensi pemupukan, kesuburan, dan kesehatan tanah, yang dikenal dengan pupuk mikroba.

a. Bakteri Fiksasi Nitrogen

Berbagai jenis bakteri yang menyerap nitrogen (N_2) secara alami antara lain rhizobia, sianobakteri (ganggang hijau biru), bakteri fotoautotrof yang terdapat di udara dan tanah, serta bakteri heterotrof yang terdapat di tanah dan daerah perakaran (Ladha dan Reddy, 1995; Boddey dkk., 1995; Kyuma, 2004).

Bakteri-bakteri ini dapat menyerap nitrogen dari lingkungan, baik secara simbiosis (bakteri yang menyuburkan tanaman) maupun nonsimbiosis (bakteri yang menghasilkan nitrogen dari udara bebas yang hidup di air). Penggunaan bakteri fiksasi N_2 , baik yang diaplikasikan secara langsung ke air maupun yang dilarutkan secara perlahan ke dalam air, dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nitrogen. Dalam rangka menyediakan lingkungan yang sehat dan seimbang, penggunaan bakteri pengikat nitrogen berpotensi untuk mengurangi jumlah nitrogen yang dibutuhkan tanaman, sekaligus meningkatkan produksi dan pendapatan petani dengan biaya input yang lebih mahal.

b. Mikroba Pelarut Fosfat

Salah satu alternatif untuk meningkatkan efisiensi produksi fosfor (P) dan mengurangi jumlah P yang tersedia atau yang dibutuhkan di dalam tanah adalah dengan menggunakan mikroorganisme penghasil P sebagai pupuk hayati. Sumarno (2008).

Mikroorganisme pelarut P adalah jenis mikroba yang dapat mengubah fosfor yang sukar larut menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tanaman, baik yang berasal dari tanah maupun dari pupuk. *Pseudomonas*, *Micrococcus*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Penicillium*, *Sclerotium*, *Fusarium*, dan *Aspergillus* merupakan jenis-jenis mikroba pelarut P yang paling berpotensi untuk mengekstrak fosfor terikat menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman (Alexander, 1977; Illmer dan Schinner, 1992; Goenadi dkk., 1993; Goenadi dan Saraswati, 1993).

c. Mikoriza

Untuk meningkatkan fosfor (P) oleh akar tanaman, Mikoriza sangat penting. Mikoriza memiliki struktur hifa yang menjulur ke dalam tanah, yang membantu menerangi rambut akar. Ketika fosfor ditemukan di dekat akar, hifa mikoriza membantu menyebarkan fosfor ke area yang tidak mudah dijangkau oleh akar. Jika dibandingkan dengan akar yang tidak memiliki

mikoriza, akar yang memiliki mikoriza lebih aktif dalam menambat hara dalam waktu yang lebih lama (Simanungkalit, 2007).

Tingkat ketergantungan tanaman terhadap mikoriza bervariasi. Secara umum, hubungan mutualisme antara tanaman dan mikoriza tidak bersifat spesifik, meskipun memiliki spektrum yang luas. Menurut Simanungkalit (1997) dan Lukiwati dan Simanungkalit (1999), misalnya, beberapa jenis hewan mikoriza dapat berkoloni dan berfungsi efektif pada tanaman jagung dan kedelai.

Tanaman dengan sistem perakaran yang lebih besar lebih tahan terhadap mikoriza dibandingkan tanaman dengan sistem perakaran dengan rambut akar yang banyak dan bervariasi (Baylis, 1975). Jamur mikoriza dapat hidup berdampingan dengan tanaman lain, seperti tanaman pangan, tanaman hortikultura, tanaman kehutanan, dan tanaman perkebunan.

d. Mikroba Perombak Bahan Organik

Mikroorganisme pengurai bahan organik atau yang dikenal dengan biodekomposer adalah organisme mikroskopis yang berfungsi menguraikan protein, lignin, dan bahan organik lainnya yang mengandung nitrogen dan karbon yang berasal dari bahan organik, seperti tanaman atau hewan yang telah dilarutkan. *Trichoderma reesei*, *T. harzianum*, *T. koningii*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Cellulomonas*, *Pseudomonas*, *Thermospora*, *Aspergillus niger*, *A. terreus*, *Penicillium*, dan *Streptomyces* merupakan beberapa contoh mikroba pengurai bahan organik. Pada umumnya kemampuan perombak organik dalam menguraikan komponen tanaman seperti hemiselulosa, selulosa, dan lignin lebih unggul dibandingkan dengan bakteri. Sumarno (2008).

Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi

Memanfaatkan mikroba penyubur tanah sesuai dengan kondisi dan tujuan penggunaannya merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas tanah, efisiensi penggunaan pupuk, produktivitas tanaman, dan mengurangi kerusakan lingkungan.

Penggunaan mikroba penyubur tanah dapat memberikan berbagai manfaat, antara lain: (1) menyediakan unsur hara bagi tanaman, (2) melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit, (3) mendorong pertumbuhan sistem meristem secara optimal dan memperkecil ukuran tanaman, (4) memacu mitosis pada titik tumbuh jaringan meristem seperti pucuk, kuncup bunga, dan stolon, (5) mengurangi kelembaban akibat racun dari beberapa logam berat, (6) berperan sebagai bioaktivator, dan (7) berperan sebagai bioaktivator. Sumarno (2008).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari kajian ini menunjukkan bahwa mikroba tanah memainkan peran penting dalam mendukung pertanian organik berkelanjutan dengan meningkatkan kesuburan tanah dan kesehatan tanaman. Mikroba seperti bakteri fiksasi nitrogen, mikroba pelarut fosfat, mikoriza, dan mikroba perombak bahan organik memiliki fungsi yang berbeda namun saling melengkapi dalam memperbaiki kualitas tanah dan efisiensi pemupukan.

Pemanfaatan mikroba penyubur tanah bisa menurunkan ketergantungan pada pupuk kimia, menurunkan dampak pencemaran lingkungan, dan meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Penggunaan mikroba ini juga dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap patogen, serta merangsang perkembangan sistem perakaran tanaman yang lebih optimal. Oleh karena itu, pemilihan mikroba yang sesuai dengan kondisi tanah dan tujuan penggunaannya sangat penting untuk memaksimalkan manfaatnya. Penggunaan mikroba sebagai bagian dari teknologi pertanian dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan hasil pertanian secara ramah lingkungan dan efisien.

DAFTAR REFERENSI

- Alexander, M. (1977). *Introduction to soil microbiology* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Baylis, G. T. S. (1975). The magnoloid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In F. E. Sanders, B. Mosse, & P. B. Tinker (Eds.), *Endomycorrhizas* (pp. 373–389). Academic Press.
- Boddey, R. M., Oliviera, S. de O. C., Urquiaga, S., Reis, V. M., Olivares, F. L., Baldani, V. L. D., & Dobereiner, J. (1995). Biological nitrogen fixation associated with sugar cane and rice: Contributions and prospects for improvement. *Plant and Soil*, 174, 195–209.
- Goenadi, D. H., & Saraswati, R. (1993). Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat. *Menara Perkebunan*, 61(3), 61–66.
- Illmer, P., & Schinner, F. (1992). Solubilization of inorganic phosphate by microorganisms isolated from forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 24, 389–395.
- Irfan, M. (2014). Isolasi dan enumerasi bakteri tanah gambut di perkebunan kelapa sawit PT. Tambang Hijau Kecamatan Tambang Kabupaten Kampar. *Agroteknologi*, 5(1), 1–8.
- Kyuma, K. (2004). *Paddy soil science*. Kyoto University Press and Trans Pacific Press.
- Ladha, J. K., & Reddy, P. M. (1995). Extension of nitrogen fixation to rice: Necessity and possibilities. *GeoJournal*, 35, 363–372.
- Lukiwati, D. R., & Simanungkalit, R. D. M. (1999). Peningkatan produksi bahan kering, serapan N dan P hijauan jagung dengan inokulan cendawan mikoriza arbuskular.

Sainteks, 6(4), 99–106.

- Rivai, R. S., & Anugrah, I. S. (2011). Konsep dan implementasi pembangunan pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(1), 13–25. <https://doi.org/10.21082/fae.v29n1.2011.13-25>
- Saraswati, R., Husen, E., & Simanungkalit, R. D. M. (2007). Pengambilan contoh tanah untuk analisis mikroba. In *Metode Analisis Biologi Tanah* (pp. 159–190). Balitbang, Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Simanungkalit, R. D. M. (2007). Cendawan mikoriza arbuskuler. In *Pupuk organik dan pupuk hayati* (pp. 159–190). Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian.
- Sopialena, Sopialena, & Palupi, P. J. (2017). Study of climatic factors on the population dynamics of *Pyricularia oryzae* on some varieties of paddy rice (*Oryza sativa*). *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 18(2), 701–708.
- Toor, M. D., & Adnan, M. (2020). Role of soil microbes in agriculture: A review. *Open Access Journal of Biological Science Research*, 3(5), 1–5.
- Zdor, R. E., & Puepke, S. G. (1988). Early infection and competition for nodulation of soybean by *Bradyrhizobium japonicum* 123 and 138. *Applied and Environmental Microbiology*, 54, 1996–2002.