

Pendekatan Terpadu dalam Teknik Peningkatan Kesuburan Tanah untuk Pertanian Berkelanjutan

Olis Dama^{*)}, Nurmi

Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

^{*)}Email korespondensi: olisdama99@gmail.com

ABSTRACT

Soil fertility is a key foundation for supporting the productivity and sustainability of agricultural systems, particularly amidst the challenges of land degradation and climate change. This study aims to comprehensively examine various techniques for improving soil fertility within a sustainable agriculture framework. The study employed a qualitative, descriptive approach using library research, through the search and analysis of various scientific journals, agronomy books, and research reports related to soil management. Data analysis was conducted using content analysis techniques, including data reduction, thematic classification, presentation, and comparative synthesis. The study identified five key techniques effective in improving soil quality: the use of organic fertilizers, soil liming, crop rotation and diversification, the utilization of soil microorganisms, and the application of biochar. Overall, each technique significantly contributed to improving the physical, chemical, and biological properties of the soil, increasing nutrient efficiency, and strengthening agroecosystem resilience. The comparative analysis demonstrated that the integration of these five techniques has the potential to produce a more holistic and adaptive soil management system suited to tropical agricultural conditions, particularly in Indonesia. This integrated approach is a crucial strategy for supporting long-term food security and environmental sustainability.

Keywords: *biochar; soil fertility; soil management; soil microorganisms; sustainable agriculture.*

PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting dalam mendukung kehidupan, terutama di sektor pertanian. Kesuburan tanah memainkan peran krusial dalam menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman, serta memengaruhi efisiensi penggunaan air, hasil panen, dan input pertanian meliputi benih, pupuk, pestisida, alat pertanian, lahan, modal, tenaga dan manajemen kerja. Secara umum, kesuburan tanah didefinisikan sebagai kemampuan tanah untuk menyediakan unsur hara, air, dan kondisi fisik yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman (Handayanto dkk., 2017). Kesuburan tanah memiliki peranan yang

sangat penting dalam menjaga keberlanjutan sistem pertanian. Kesuburan tanah tidak hanya menjadi fondasi bagi pertumbuhan tanaman, tetapi juga memainkan peran penting dalam menjaga ketahanan pangan global (Lal, 2018). Tanah yang subur mampu mendukung produksi pangan yang berkelanjutan untuk generasi saat ini dan masa depan.

Pertanian berkelanjutan menjadi pokok kegiatan yang dilakukan dengan tujuan meminimalisir terjadinya kerusakan lingkungan sehingga produktivitas komoditas pertanian dapat meningkat. Pertanian berkelanjutan tidak lepas dari tiga indikator utama yang saling terkait yaitu peningkatan kesejahteraan, menjadikan lingkungan yang lestari dan sosial masyarakat petani yang baik (Budiasa, 2018; Yuwono, 2019). Permasalahan mengenai keadaan lingkungan nyatanya tidak hanya menjadi masalah nasional semata namun juga terjadi pada tingkat masyarakat internasional. Di Indonesia, berbagai permasalahan mengenai lingkungan juga terjadi dan salah satunya saat ini adalah mengenai ancaman kesuburan tanah. Degradasi tanah yang disebabkan oleh erosi, pencemaran akibat penggunaan pupuk kimia secara berlebihan, serta dampak perubahan iklim yang memengaruhi pola cuaca dan kesuburan tanah secara tidak langsung, menjadi isu yang sangat serius (Talakua, 2019). Tantangan-tantangan ini memerlukan perhatian dan tindakan yang tepat untuk menjaga dan meningkatkan kesuburan tanah, sehingga pembangunan pertanian berkelanjutan (*sustainable agriculture*) dapat terlaksana dengan baik dan bukan hanya sekedar konsep.

Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan strategi peningkatan kesuburan tanah yang tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil pertanian, tetapi juga mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan kesehatan ekosistem (Yuwono, 2009). Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai teknik berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kesuburan tanah, termasuk penerapan pupuk organik, pengapuran, rotasi, dan diversifikasi tanaman, penggunaan mikroorganisme tanah yang bermanfaat, dan penggabungan biochar. Sehingga diharapkan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan akan membantu memastikan bahwa tanah tetap produktif dan mampu mendukung kehidupan di masa depan, sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem yang ada.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi pustaka (*library research*) untuk mengkaji dan mengevaluasi berbagai teknik peningkatan kesuburan tanah dalam konteks pertanian berkelanjutan. Data diperoleh melalui penelusuran berbagai literatur ilmiah seperti jurnal pertanian, buku agronomi, dan laporan penelitian terkini yang membahas manajemen kesuburan tanah secara ekologis dan efisien. Penulis mengidentifikasi lima teknik utama yang sering disebut dalam literatur sebagai metode efektif untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah, yaitu: penggunaan pupuk organik,

pengapuran tanah, rotasi dan diversifikasi tanaman, pemanfaatan mikroorganisme tanah, serta aplikasi biochar. Masing-masing teknik dianalisis dari aspek ilmiah, manfaat agronomis, dan kontribusinya terhadap keberlanjutan ekosistem pertanian (Furidha, 2023).

Selain itu, dilakukan analisis komparatif antar teknik untuk melihat potensi integrasi antar pendekatan yang berbeda, guna menciptakan sistem pengelolaan tanah yang lebih menyeluruh. Validitas kajian diperkuat dengan mengaitkan setiap teknik dengan konteks pertanian tropis, khususnya di Indonesia, serta mempertimbangkan tantangan global seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Untuk penyajian analisa data dilakukan teknik analisis isi (*content analysis*) terhadap berbagai literatur yang telah dikumpulkan melalui studi pustaka. Tahap awal dilakukan reduksi data dengan menyeleksi dan mengelompokkan informasi yang relevan sesuai lima teknik utama peningkatan kesuburan tanah, yaitu pupuk organik, pengapuran tanah, rotasi dan diversifikasi tanaman, pemanfaatan mikroorganisme tanah, serta biochar. Selanjutnya data disajikan secara sistematis dan dianalisis berdasarkan aspek dasar ilmiah, manfaat agronomis, serta kontribusinya terhadap keberlanjutan lingkungan (Zed, 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pupuk Organik

Pupuk organik memiliki peran yang sangat penting dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kualitasnya (Roidah, 2013). Dengan menambahkan bahan organik seperti kompos, pupuk kandang, dan pupuk hijau, pupuk organik dapat meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air. Hal ini sangat krusial, terutama di daerah yang rentan terhadap kekeringan, di mana kemampuan tanah untuk menyimpan air dapat menentukan keberhasilan pertanian.

Selain itu, penggunaan pupuk organik juga berkontribusi pada peningkatan aktivitas mikroba tanah. Mikroba ini berperan dalam proses dekomposisi dan penguraian bahan organik, yang pada gilirannya meningkatkan kesuburan tanah. Dengan meningkatkan populasi mikroba, pupuk organik membantu mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang sering kali mencemari air tanah dan lingkungan. Ini menjadi langkah penting dalam menjaga kesehatan ekosistem pertanian.

Lebih jauh lagi, pupuk organik berkontribusi pada penciptaan ekosistem tanah yang lebih hidup dan seimbang (Fandy A Siregar, 2023). Dengan memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kandungan bahan organik, pupuk organik tidak hanya mendukung pertumbuhan tanaman, tetapi juga menciptakan lingkungan yang lebih baik bagi berbagai organisme tanah (Hartatik dkk., 2015). Hal ini penting untuk keberlanjutan pertanian, karena ekosistem yang seimbang dapat meningkatkan ketahanan tanah terhadap berbagai ancaman, termasuk perubahan iklim dan serangan hama.

2. Pengapuran Tanah

Pengapuran tanah adalah proses penting yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas tanah, terutama pada tanah yang memiliki pH rendah atau bersifat asam (Irwan & Nurmala, 2018). Tanah asam sering kali tidak mampu menyediakan unsur hara esensial dalam jumlah yang optimal bagi pertumbuhan tanaman. Unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium menjadi kurang tersedia, sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan hasil panen tanaman. Oleh karena itu, pengapuran menjadi langkah yang krusial untuk memperbaiki kondisi tanah (Soewandita, 2008).

Proses pengapuran biasanya dilakukan dengan menggunakan kapur dolomit atau kapur pertanian. Kapur ini berfungsi untuk menetralkan keasaman tanah, sehingga pH tanah menjadi lebih seimbang. Dengan pH yang lebih optimal, tanah dapat lebih efektif dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman (Balai Penelitian Tanah, 2006). Selain itu, pengapuran juga berkontribusi pada perbaikan struktur tanah, yang penting untuk meningkatkan aerasi dan drainase, serta memfasilitasi pertumbuhan akar tanaman.

Selain manfaatnya dalam menetralkan keasaman, pengapuran juga dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat. Mikroorganisme ini berperan dalam proses dekomposisi bahan organik dan penguraian unsur hara, yang pada gilirannya meningkatkan kesuburan tanah. Dengan meningkatnya aktivitas mikroba, tanah menjadi lebih hidup dan mampu mendukung pertumbuhan tanaman dengan lebih baik.

Lebih jauh lagi, teknik pengapuran juga membantu mengurangi toksisitas logam berat, seperti aluminium dan mangan, yang biasanya meningkat pada kondisi tanah masam. Logam berat ini dapat berbahaya bagi tanaman dan menghambat pertumbuhannya. Dengan menetralkan keasaman tanah, pengapuran membantu menciptakan lingkungan yang lebih aman dan sehat bagi tanaman, sehingga mendukung keberhasilan pertanian secara keseluruhan (Nopriani dkk., 2023).

3. Rotasi dan Diversifikasi Tanaman

Praktik rotasi dan diversifikasi tanaman merupakan strategi penting dalam pertanian yang memiliki banyak manfaat. Salah satu keuntungan utama dari rotasi tanaman adalah kemampuannya untuk mengurangi serangan hama dan penyakit. Dengan menanam berbagai jenis tanaman secara bergantian, petani dapat memutus siklus hidup hama dan patogen yang biasanya berkembang biak pada tanaman tertentu. Hal ini membantu mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan meningkatkan kesehatan tanaman secara keseluruhan (Suprihatin & Amirullah, 2018)).

Selain itu, rotasi dan diversifikasi tanaman juga berkontribusi pada peningkatan efisiensi penggunaan unsur hara. Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan hara yang berbeda, dan dengan menanam berbagai tanaman, petani dapat memanfaatkan sumber daya tanah secara

lebih optimal (Siregar, 2023). Misalnya, tanaman legum dapat memperbaiki kandungan nitrogen tanah, yang bermanfaat bagi tanaman lain yang ditanam setelahnya. Dengan cara ini, siklus hara menjadi lebih seimbang dan berkelanjutan.

Praktik ini juga berperan dalam menjaga struktur dan kandungan organik tanah. Tanaman yang berbeda memiliki sistem akar yang bervariasi, yang dapat membantu memperbaiki aerasi dan drainase tanah. Selain itu, diversifikasi tanaman dapat meningkatkan jumlah bahan organik yang masuk ke dalam tanah, yang penting untuk kesuburan dan kesehatan tanah. Dengan menjaga struktur tanah yang baik, petani dapat meningkatkan produktivitas lahan pertanian mereka.

Ketahanan pertanian terhadap perubahan iklim juga diperkuat melalui rotasi dan diversifikasi tanaman. Dengan menanam berbagai jenis tanaman, petani dapat mengurangi risiko kerugian akibat perubahan cuaca yang ekstrem, seperti kekeringan atau banjir. Beberapa tanaman mungkin lebih tahan terhadap kondisi tertentu, sehingga keberagaman tanaman dapat memberikan jaminan lebih bagi petani dalam menghadapi ketidakpastian iklim.

Secara keseluruhan, rotasi dan diversifikasi tanaman adalah praktik yang tidak hanya meningkatkan hasil pertanian, tetapi juga mendukung keberlanjutan dan kesehatan ekosistem. Dengan mengadopsi strategi ini, petani dapat menciptakan sistem pertanian yang lebih resilient, efisien, dan ramah lingkungan (Efendi, 2016). Hal ini sangat penting untuk memastikan ketahanan pangan di masa depan dan menjaga keseimbangan ekosistem yang ada.

4. Pemanfaatan Mikroorganisme Tanah

Pemanfaatan mikroorganisme tanah merupakan aspek penting dalam pertanian yang berkelanjutan. Mikroorganisme seperti *Rhizobium*, *Trichoderma*, dan Mikoriza memiliki fungsi biologis yang signifikan dalam meningkatkan kesuburan dan kesehatan tanah. *Rhizobium*, misalnya, adalah bakteri yang bersimbiosis dengan tanaman leguminosa, seperti kedelai dan kacang hijau. Melalui proses fiksasi nitrogen, *Rhizobium* mengubah nitrogen dari udara menjadi bentuk yang dapat digunakan oleh tanaman, sehingga meningkatkan ketersediaan nitrogen dalam tanah (Mendrofa dkk., 2024).

Selain *Rhizobium*, *Trichoderma* juga memainkan peran penting dalam ekosistem tanah. *Trichoderma* adalah jamur yang berfungsi sebagai agen biokontrol terhadap patogen tanaman (Berlian dkk., 2013). Dengan menghambat pertumbuhan jamur patogen dan meningkatkan kesehatan akar tanaman, *Trichoderma* membantu mengurangi kerugian akibat penyakit tanaman. Penggunaan *Trichoderma* dalam pertanian dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia, sehingga mendukung praktik pertanian yang lebih ramah lingkungan.

Mikoriza, jenis jamur lainnya, juga memiliki manfaat yang signifikan bagi tanaman.

Mikoriza membentuk hubungan simbiotik dengan akar tanaman, yang meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara, terutama fosfor. Fosfor adalah unsur penting yang sering kali terbatas dalam tanah, dan dengan bantuan mikoriza, tanaman dapat mengakses fosfor lebih efisien. Selain itu, mikoriza juga membantu tanaman menghadapi stres lingkungan, seperti kekeringan dan salinitas, sehingga meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kondisi yang tidak menguntungkan (Abdillah dkk., 2021).

Aplikasi mikroorganisme tanah ini mendorong praktik pertanian organik yang minim input eksternal. Dengan memanfaatkan mikroorganisme alami, petani dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida, yang sering kali berdampak negatif pada lingkungan. Pertanian organik yang didukung oleh mikroorganisme tanah tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga menjaga kesehatan ekosistem secara keseluruhan. Dengan meningkatkan kesuburan tanah dan kesehatan tanaman, mikroorganisme ini berkontribusi pada ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan. Oleh karena itu, integrasi mikroorganisme dalam praktik pertanian harus terus didorong dan dikembangkan untuk mencapai hasil yang optimal (Waruwu & Lase, 2025).

5. Biochar (Arang Hayati)

Biochar, atau arang hayati, adalah produk yang dihasilkan dari proses pembakaran biomassa, seperti sisa tanaman dan limbah organik, dalam kondisi terbatas oksigen (Endriani & Kurniawan, 2018). Proses ini dikenal sebagai pirolisis, yang menghasilkan arang yang kaya akan karbon dan memiliki struktur porus. Biochar telah menarik perhatian sebagai amandemen tanah yang berpotensi meningkatkan kualitas tanah dan mendukung praktik pertanian berkelanjutan.

Salah satu manfaat utama dari penggunaan biochar adalah kemampuannya untuk meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah. KTK adalah ukuran kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Dengan meningkatkan KTK, biochar membantu tanah menahan lebih banyak unsur hara, sehingga mengurangi kebutuhan akan pupuk kimia dan meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi oleh tanaman (Pakpahan dkk., 2020). Hal ini sangat penting untuk meningkatkan produktivitas pertanian dan mengurangi dampak negatif dari penggunaan pupuk kimia.

Selain meningkatkan KTK, biochar juga berfungsi untuk memperbaiki aerasi tanah. Struktur porus biochar memungkinkan udara dan air untuk lebih mudah bergerak melalui tanah, yang sangat penting untuk kesehatan akar tanaman. Dengan aerasi yang lebih baik, akar tanaman dapat tumbuh lebih baik dan menyerap air serta nutrisi dengan lebih efisien. Ini juga membantu mengurangi risiko genangan air, yang dapat merusak akar tanaman.

Biochar juga berperan dalam menstabilkan pH tanah. Tanah yang terlalu asam atau terlalu basa dapat menghambat pertumbuhan tanaman, dan biochar dapat membantu

menyeimbangkan pH tanah ke tingkat yang lebih optimal. Dengan pH yang lebih stabil, tanaman dapat lebih mudah mengakses nutrisi yang tersedia, sehingga meningkatkan pertumbuhan dan hasil panen (Pakpahan, Hidayatullah, & Mardiana, 2020).

Selain manfaat agronomisnya, biochar juga berkontribusi terhadap penyerapan karbon (*carbon sequestration*). Dengan menyimpan karbon dalam bentuk biochar, kita dapat mengurangi jumlah karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer, sehingga berpotensi membantu mitigasi perubahan iklim. Penggunaan biochar dalam pertanian tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah, tetapi juga memberikan solusi untuk tantangan lingkungan yang dihadapi saat ini.

KESIMPULAN

Kesuburan tanah merupakan fondasi yang sangat penting bagi sistem pertanian yang sehat dan produktif. Dalam menghadapi tantangan modern seperti degradasi tanah dan perubahan iklim, diperlukan pendekatan terpadu yang menggabungkan berbagai teknik untuk meningkatkan kesuburan tanah. Teknik-teknik ini meliputi penggunaan pupuk organik, pengapuran, rotasi tanaman, pemanfaatan mikroorganisme tanah, dan aplikasi biochar. Kombinasi dari metode-metode ini telah terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas tanah secara berkelanjutan, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

Implementasi teknik-teknik peningkatan kesuburan tanah tidak hanya memberikan hasil jangka pendek, seperti peningkatan hasil panen, tetapi juga menjamin kesehatan tanah dalam jangka panjang. Dengan menjaga kesuburan tanah, petani dapat memastikan bahwa tanah tetap produktif dan mampu mendukung pertanian di masa depan. Selain itu, praktik-praktik ini juga membantu mengurangi ketergantungan pada input eksternal, seperti pupuk kimia, yang dapat merusak lingkungan dan kesehatan ekosistem.

Dengan mengadopsi pendekatan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, kita tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas pertanian, tetapi juga melindungi dan memperbaiki kualitas tanah untuk generasi mendatang. Kesadaran dan tindakan kolektif dalam pengelolaan kesuburan tanah akan sangat menentukan keberhasilan sistem pertanian yang berkelanjutan dan tangguh terhadap perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, L., Septian, M. H., & Sihite, M. (2021). Potensi Pemanfaatan Mikoriza Arbuskula (AM) pada Lahan Hijauan Pakan. *Journal of Livestock Science and Production*, 5(2), 362–370. <https://doi.org/10.31002/jalspro.v5i2.5312>
- Balai Penelitian Tanah. (2006). *Karakteristik, Potensi, dan Teknologi Pengelolaan Tanah Ultisol untuk Pengembangan Pertanian Lahan Kering di Indonesia*. <https://www.semanticscholar.org/paper/KARAKTERISTIK%2C-POTENSI%2C-DAN-TEKNOLOGI-PENGELOLAAN-Tanah/25e676313de428a708662347af41d367674951a1>
- Berlian, I., Setyawan, B., & Hadi, H. (2013). Mekanisme Antagonisme Trichoderma spp. terhadap Beberapa Patogen Tular Tanah. *Warta Perkaretan*, 32(2), 74. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i2.39>
- Budiasa, I. W. (2018). *Pertanian Berkelanjutan Teori dan Pemodelan*. Udayana University Press.
- Efendi, E. (2016). Implementasi Sistem Pertanian Berkelanjutan dalam Mendukung Produksi Pertanian. *Warta Dharmawangsa*, (47). <https://doi.org/10.46576/wdw.v0i47.231>
- Furidha, B. W. (2023). Comprehension of the Descriptive Qualitative Research Method: A Critical Assessment of the Literature. *Acitya Wisesa: Journal of Multidisciplinary Research*, 1–8. <https://doi.org/10.56943/jmr.v2i4.443>
- Handayanto, E., Muddarisna, N., & Fiqri, A. (2017). *Pengelolaan Kesuburan Tana*. UB Press.
- Hartatik, W., Husnain, H., & Widowati, L. R. (2015). Peranan Pupuk Organik Dalam Peningkatan Produktivitas Tanah Dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 9(2), 140352. <https://doi.org/10.2018/jSDL.v9i2.6600>
- Irwan, A. W., & Nurmala, T. (2018). Pengaruh pupuk hayati dan pengapuran terhadap produktivitas kedelai di tanah Inceptisol Jatiningor. *Kultivasi*, 17(2), 656–663. <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v17i2.18117>
- Lal, R. (2018). Soil Quality and Food Security: The Global Perspective. Dalam Rattan Lal (Ed.), *Soil Quality and Soil Erosion* (1 ed., hlm. 3–16). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780203739266-1>
- Mendrofa, P. K. T., Waruwu, A. B. S., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur: Potensi Rhizobium Dalam Fiksasi Nitrogen Sebagai Solusi Ramah Lingkungan Untuk Peningkatan Kesuburan Tanah. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 156–161. <https://doi.org/10.70134/penarik.v1i2.223>
- Nopriani, L. S., Hanuf, A. A., & Albarki, G. K. (2023). *Pengelolaan Keasaman Tanah dan Pengapuran*. UB Press.
- Pakpahan, T. E., Hidayatullah, T., & Mardiana, E. (2020). Aplikasi Biochar dan Pupuk Kandang terhadap Budidaya Bawang Merah di Tanah Inceptisol Kebun Percobaan Politeknik Pembangunan Pertanian Medan. *Agrica Ekstensi*, 14(1). <https://doi.org/10.55127/ae.v14i1.41>
- Roidah, I. S. (2013). Manfaat Penggunaan Pupuk Organik untuk Kesuburan Tanah. *Jurnal BONOROWO*, 1(1), 30–43. <https://doi.org/10.36563/bonorowo.v1i1.5>
- Siregar, Fandy Ahmad. (2023). *Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan untuk Mencapai Keberlanjutan Pangan*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/qmynh>
- Siregar, Fandy A. (2023). *Penggunaan Pupuk Organik dalam Meningkatkan Kualitas Tanah dan Produktivitas Tanaman* (Fyz8v_v1). OSF Preprints. <https://doi.org/10.31219/osf.io/fyz8v>
- Soewardita, H. (2008). *Studi Kesuburan Tanah dan Analisis Kesesuaian Lahan untuk Komoditas Tanaman Perkebunan di Kabupaten Bengkalis*. 10(2).
- Suprihatin, A., & Amirullah, J. (2018). Pengaruh Pola Rotasi Tanaman terhadap Perbaikan Sifat Tanah Sawah Irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 12(1), 49–57.
- Talakua, S. M. (2019). Identifikasi Degradasi Tanah dan Pengaruh Faktor Penggunaan Lahan Terhadap Degradasi Tanah Pada Kebun Campuran Dan Semak Belukar Di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Propinsi Maluku. *JURNAL BUDIDAYA PERTANIAN*, 15(1), 13–20. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2019.15.1.13>

- Waruwu, D. R. Y., & Lase, N. K. (2025). Peran Bakteri Pengikat Nitrogen dalam Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Pertanian: Kajian Literatur. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 109–114. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.231>
- Yuwono, N. W. (2009). Membangun Kesuburan Tanah di Lahan Marginal. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*, 9(2), 137–141.
- Yuwono, N. W. (2019). *Pembangunan Pertanian Membangun Ideologi Pangan Nasional*. Lily Publisher.
- Zed, M. (2014). *Metode Penelitian Kepustakaan*. Yayasan Obor Indonesia.