

Sustainable Agriculture in Indonesia: A Review Article on Strategies, Challenges, and Opportunities from a Scientific Perspective

Annisa Apriyelita^{1*} & Fajri Ramadhan Marviano²

¹Program Studi Pertanian, Institut Teknologi dan Sains Meranti, Kepulauan Riau, Indonesia;

²Program Studi Pendidikan Biologi, STKIP Ahlussunnah, Bukittinggi, Indonesia;

Article History

Received : October 02th, 2025

Revised : October 25th, 2025

Accepted : November 01th, 2025

*Corresponding Author: **Annisa Apriyelita**, Program Studi Pertanian, Institut Teknologi dan Sains Meranti, Kepulauan Riau, Indonesia;
Email: annisaapriyelita64@gmail.com

Abstract: Sustainable agriculture integrates ecological, social, and economic aspects to increase productivity without damaging the environment. This study aims to analyze the strategies, challenges, and opportunities for sustainable agriculture in Indonesia. The method used was a literature review of recent national and international journals with thematic analysis. The results indicate that effective strategies include crop diversification, agroforestry, organic fertilizers, biopesticides, water-efficient irrigation, and precision agriculture based on sensors and geospatial data. Key challenges include limited technology, capital, and policy support, while opportunities are driven by consumer awareness, supply chain digitization, and strengthening farmer institutions. In conclusion, the success of sustainable agriculture in Indonesia requires the integration of adaptive strategies, precision technology, and institutional support to strengthen food security and ecosystem sustainability.

Keywords: Agroforestry, Indonesia, sustainable agriculture, precision technology, organic fertilizer.

Pendahuluan

Pertanian berkelanjutan merupakan pendekatan multidimensi yang mengintegrasikan aspek ekologis, sosial, dan ekonomi untuk mencapai produktivitas tinggi tanpa merusak lingkungan (Tilman *et al.*, 2002; Pretty, 2018). Konsep ini menekankan optimasi sumber daya melalui kombinasi praktik tradisional dan teknologi modern, termasuk pertanian presisi, agroforestri, dan pemupukan organik. Keilmuan di bidang agronomi, ekologi, dan ilmu tanah mendukung pemahaman bahwa interaksi antara manajemen lahan, penggunaan input, dan adaptasi iklim menentukan ketahanan ekosistem serta produktivitas pertanian jangka panjang. Pemanfaatan inovasi digital, sensor tanah, dan sistem monitoring berbasis GIS menjadi bagian dari pengembangan ilmu pertanian modern yang berorientasi pada efisiensi dan keberlanjutan sumber daya.

Meskipun potensi pertanian berkelanjutan di Indonesia sangat besar, implementasinya masih menghadapi berbagai kendala. Petani skala kecil sering terbatas oleh akses teknologi, modal, dan pelatihan (Sithole & Olorunfemi, 2024). Perubahan iklim, degradasi lahan, serta kebijakan yang belum sepenuhnya mendukung praktik ramah lingkungan menimbulkan risiko kegagalan produksi dan ketidakstabilan pendapatan petani (Hadi *et al.*, 2022; Sari *et al.*, 2023). Kurangnya integrasi antara praktik tradisional dan teknologi modern juga menimbulkan kesenjangan dalam adopsi strategi berkelanjutan. Permasalahan ini menunjukkan perlunya pendekatan ilmiah yang mengkaji kombinasi strategi, inovasi teknologi, dan dukungan kelembagaan untuk mengoptimalkan produktivitas dan keberlanjutan.

Studi terbaru di Indonesia menekankan integrasi antara praktik lokal adaptif dan teknologi presisi untuk meningkatkan

produktivitas sekaligus menjaga ekosistem. Misalnya, sistem sensor tanah, irigasi otomatis, dan monitoring udara melalui drone berhasil meningkatkan efisiensi air dan produktivitas padi, namun tantangan literasi digital dan biaya modal tetap ada (Komin & Sedana, 2024). Menurut Hazmi *et al.* (2024) pendekatan agroekologi dan penggunaan pupuk organik dapat memperbaiki kesuburan tanah serta meningkatkan diversitas hayati, sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Namun, pendekatan ini memerlukan dukungan kelembagaan dan akses pasar agar dapat memberikan keuntungan ekonomi bagi petani. Penelitian lainnya menyoroti bahwa diversifikasi tanaman, agroforestri, serta penggunaan pupuk organik tidak hanya memperbaiki kesuburan tanah tetapi juga mengurangi dampak lingkungan (Sari *et al.*, 2023; Patunah & Pradani, 2024). Temuan ini menunjukkan perkembangan terkini dalam literatur pertanian berkelanjutan, sekaligus menegaskan perlunya integrasi inovasi teknologi dan praktik tradisional sebagai strategi adaptif.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis strategi pertanian berkelanjutan di Indonesia, menilai efektivitas kombinasi teknologi presisi dan praktik adaptif lokal, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang implementasinya. Urgensi penelitian ini terletak pada kontribusinya terhadap pengembangan praktik pertanian yang produktif, ramah lingkungan, dan berkeadilan sosial. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi ilmiah bagi pembuat kebijakan, petani, dan peneliti untuk memperkuat ketahanan pangan, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan menjaga keberlanjutan ekosistem di Indonesia.

Metode Penelitian

Artikel ini disusun menggunakan metode tinjauan pustaka (literature review) dengan mengumpulkan dan menganalisis berbagai sumber literatur dari jurnal nasional dan internasional, Literatur dicari melalui basis data seperti Google Scholar, Scopus, dan ScienceDirect dengan kata kunci “pertanian berkelanjutan”, “sustainable agriculture Indonesia”, “strategi”, “tantangan”, dan

“peluang”. Kriteria literatur yang digunakan adalah publikasi 10 tahun terakhir (2014–2024) yang relevan dengan topik. Analisis dilakukan secara tematik untuk mengidentifikasi strategi, tantangan, dan peluang pertanian berkelanjutan di Indonesia..

Hasil dan Pembahasan

Tinjauan dari jurnal-ilmu pertanian Indonesia terbaru (2024-2025) memperkuat temuan bahwa pertanian berkelanjutan di Indonesia sangat bergantung pada kombinasi antara teknologi presisi dan praktek adaptif lokal. Studi IoE in Precision Agriculture melaporkan bahwa penggunaan sistem sensor tanah, irigasi otomatis, dan monitoring udara melalui drone berhasil meningkatkan efisiensi air sekitar 30 % dan produktivitas padi sekitar 17 % di wilayah Indramayu, Subang, dan Karawang, meskipun adopsinya terhalang oleh literasi digital, keterbatasan jaringan, dan biaya modal awal.

Strategi Pertanian Berkelanjutan di Indonesia

Pertanian berkelanjutan di Indonesia mengintegrasikan dimensi ekologis, sosial, dan ekonomi dalam praktik pertanian. Strategi yang diterapkan mencakup diversifikasi tanaman melalui sistem tumpangsari dan agroforestri, yang terbukti meningkatkan ketahanan pangan, memperbaiki kesuburan tanah, dan mengurangi risiko gagal panen (Sari *et al.*, 2023). Selain itu, pemanfaatan teknologi ramah lingkungan, seperti pupuk organik, biopestisida, dan irigasi hemat air, membantu menekan dampak negatif terhadap ekosistem. Pendekatan pertanian presisi dengan dukungan data geospasial dan sensor memungkinkan optimalisasi penggunaan input sehingga efisiensi meningkat tanpa merusak lingkungan (Wijaya *et al.*, 2021).

Penggunaan pupuk organik dan biopestisida merupakan bagian dari strategi pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan. Pupuk organik membantu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan daya simpan air, dan memperkaya keanekaragaman hayati tanah. Biopestisida, yang berasal dari bahan alami, dapat mengendalikan hama dan penyakit tanaman tanpa merusak ekosistem (Zendrato *et al.*, 2024). Penguatan kelembagaan petani

melalui koperasi dan kelompok tani juga meningkatkan akses terhadap pengetahuan, modal, dan pasar yang mendukung praktik pertanian berkelanjutan (Sithole & Olorunfemi, 2024).

Beberapa strategi yang terbukti efektif dalam memperkuat pertanian berkelanjutan antara lain penggunaan pupuk organik dari limbah ternak sebagaimana dijelaskan oleh Patunah dan Pradani (2024), yang tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga mengurangi pencemaran lingkungan. Limbah ternak memiliki potensi besar untuk diolah menjadi pupuk organik yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Nurhapsa (2024) dalam penelitiannya menyatakan bahwa pengolahan limbah ternak menjadi pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, mengurangi polusi, dan mendukung sistem pertanian berkelanjutan. Proses ini juga memberikan nilai ekonomi tambahan bagi petani dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Pupuk organik cair yang dibuat dari limbah ternak dapat meningkatkan produktivitas tanaman hortikultura dan pangan secara berkelanjutan.

Purnomo *et al.* (2025) dalam program pengabdian masyarakat mereka menunjukkan bahwa penggunaan pupuk organik cair dari limbah ternak dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam mengelola limbah organik menjadi pupuk yang bermanfaat, sekaligus mendukung terciptanya sistem pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan. Studi oleh Indrayani (2025) menunjukkan bahwa pengolahan limbah ternak sapi menjadi pupuk organik di Desa Mrawan, Bondowoso, dapat meningkatkan kesuburan tanah dan mengurangi biaya operasional pertanian. Program ini juga berpotensi menjadi model pemberdayaan masyarakat desa dalam mendukung pertanian berkelanjutan. Hidayat *et al.* (2023) menyusun strategi pengembangan pupuk organik berbasis limbah ternak dan pertanian di Kabupaten Jember menggunakan analisis SWOT dan Diamond Porter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi yang tepat dapat meningkatkan pendapatan petani dan peternak serta mendukung pertanian berkelanjutan.

Studi Komin *et al.* (2024) tentang sistem Subak di Bali menunjukkan bahwa praktik pertanian tradisional dapat menjadi contoh

keberhasilan dalam mempertahankan produktivitas sekaligus menjaga kelestarian air dan tanah. Sementara itu, Strandt (2025) menekankan perlunya adaptasi iklim melalui diversifikasi tanaman dan teknik konservasi lahan untuk mengurangi risiko gagal panen.

Penelitian Syawaludin *et al.* (2024) tentang integrasi praktik tradisional dan teknologi modern di desa agraris di Indonesia menemukan bahwa sistem irigasi otomatis dan sensor tanah meningkatkan penggunaan sumber daya dan hasil tanaman, meskipun infrastruktur dan pelatihan masih menjadi penghalang utama.

Penelitian “Influence of Sustainable Agricultural Practices on Ecosystem Balance and Land Productivity in Indonesia” (Hazmi *et al.*, 2024) menggarisbawahi bahwa adopsi praktik seperti pertanian organik dan agroforestri tidak hanya memperbaiki produktivitas lahan tetapi juga membantu menjaga stabilitas ekosistem secara keseluruhan. Selain itu, sistem ketahanan (resilience) petani, terutama petani kecil, dipengaruhi oleh kombinasi beberapa faktor: kapasitas adaptasi terhadap iklim, dukungan institusional, akses ke informasi dan sumber daya, serta inovasi teknologi.

Sisi dampak sosial, ekonomi, dan lingkungan, beberapa artikel menemukan bahwa penerapan pertanian berkelanjutan memberikan manfaat yang luas. Ariani *et al.* (2024) menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas melalui pendekatan ramah lingkungan dapat sejalan dengan peningkatan kesejahteraan petani. Hazmi *et al.* (2024) juga menegaskan bahwa praktik berkelanjutan tidak hanya berkontribusi pada peningkatan produktivitas lahan tetapi juga menjaga keseimbangan ekosistem dalam jangka panjang. Dengan demikian, pertanian berkelanjutan memiliki potensi ganda, yakni sebagai strategi ketahanan pangan sekaligus sebagai instrumen pembangunan pedesaan.

Tantangan dalam Implementasi Pertanian Berkelanjutan

Keterbatasan akses terhadap teknologi dan modal menjadi kendala bagi petani skala kecil untuk mengadopsi praktik berkelanjutan (Sithole & Olorunfemi, 2024). Selain itu, perubahan iklim dan degradasi lahan, seperti kekeringan, banjir, dan penurunan kesuburan tanah, mengancam produktivitas pertanian (Hadi *et al.*, 2022). Kurangnya pengetahuan ilmiah dan edukasi yang

memadai serta tekanan pasar dan kebijakan yang belum mendukung, misalnya subsidi pupuk kimia dan fokus pada komoditas tertentu, juga menghambat penerapan praktik pertanian ramah lingkungan (Sari *et al.*, 2023; Wijaya *et al.*, 2021).

Pertanian berkelanjutan masih menghadapi berbagai hambatan signifikan. Sithole dan Olorunfemi (2024) menyoroti keterbatasan akses modal dan teknologi sebagai penghalang adopsi praktik baru, khususnya pada petani kecil di negara berkembang. Hambatan lainnya adalah kurangnya pelatihan dan pengetahuan teknis sehingga praktik berkelanjutan belum dapat diimplementasikan secara merata. Selain itu, regulasi yang belum konsisten, misalnya dalam mendukung penggunaan input ramah lingkungan, juga menjadi kendala struktural. Faktor eksternal seperti variabilitas iklim turut memperparah situasi, karena ketidakpastian cuaca berdampak langsung terhadap stabilitas produksi pertanian.

Penelitian oleh Tiemann (2023) mengungkapkan bahwa degradasi lahan dan keterbatasan akses teknologi menjadi hambatan utama dalam penerapan pertanian berkelanjutan di Asia Tenggara. Petani kecil sering kali terhambat oleh kurangnya pengetahuan teknis dan akses ke teknologi modern, yang memperburuk kondisi lahan yang terdegradasi. Penelitian oleh Karyani *et al.* (2024) menyoroti bahwa keterbatasan akses ke teknologi finansial (fintech) di daerah pedesaan Indonesia menghambat petani kecil dalam memperoleh pembiayaan yang dibutuhkan untuk investasi dalam praktik pertanian berkelanjutan. Infrastruktur digital yang kurang memadai dan rendahnya literasi digital menjadi tantangan utama dalam adopsi fintech di sektor pertanian.

Hambatan lain yang signifikan ditemukan dalam sistem informasi pertanian, di mana petani kecil sering kali menghadapi jaringan internet dan infrastruktur digital yang tidak memadai, yang memperlambat kemampuan mereka dalam mengakses data real-time atau advis teknis (Santoso *et al.*, 2023). Selain itu, meskipun teknologi digital seperti AgTech menawarkan banyak manfaat, adopsinya sering terhambat oleh biaya awal investasi yang tinggi, rendahnya literasi digital, dan kurangnya pelatihan yang sesuai dengan konteks lokal (Dias, Maghraby, & Setyanti, 2024). Faktor keuangan juga terus

menjadi hambatan mendasar—model pembiayaan yang tersedia kurang fleksibel dan tidak selalu inklusif bagi petani bermodal terbatas (Alamsyah, Wulandari, Saidah, & Hapsari, 2024).

Peluang Pertanian Berkelanjutan di Indonesia

Di Indonesia, peluang untuk mengembangkan pertanian berkelanjutan tetap signifikan. Kenaikan kesadaran konsumen terhadap produk ramah lingkungan meningkatkan insentif ekonomi bagi petani untuk menerapkan praktik berkelanjutan (Hadi *et al.*, 2022). Dukungan kebijakan pemerintah melalui program pengembangan pertanian berkelanjutan dan pelatihan pertanian presisi mendorong adopsi teknologi inovatif (Wijaya *et al.*, 2021). Penerapan teknologi digital dalam pertanian, termasuk platform digital, sistem pemetaan lahan berbasis GIS, dan aplikasi pertanian cerdas, mampu mendorong peningkatan efisiensi serta produktivitas. Peluang kolaborasi penelitian dengan institusi internasional juga memungkinkan transfer teknologi dan praktik terbaik untuk memperkuat kapasitas pertanian lokal (Sithole & Olorunfemi, 2024).

Di era digital dan globalisasi, peluang pertanian berkelanjutan di Indonesia semakin terkuat oleh sinergi antara inovasi teknologi dan dukungan kelembagaan. Salah satu peluang utama adalah digitalisasi rantai pasok pertanian yang dapat meningkatkan transparansi, efisiensi distribusi, dan keterhubungan pasar bagi petani. Keefe *et al.* (2024) menyatakan bahwa digitalisasi dalam rantai pasok pertanian dapat memperkuat daya tahan sistem pangan terhadap guncangan eksternal seperti pandemi dan fluktuasi harga pasar. Selain itu, Uthari Nuzaverra, Octaviani, dan rekan (2022) dalam *Overview of Digital Agriculture Technologies in Indonesia* menggarisbawahi bahwa pemerintah telah mengeluarkan berbagai kebijakan nasional pendukung digital di sektor pangan dan pertanian, meskipun realisasi lapangan masih terpusat di Pulau Jawa.

Kesimpulan

Pertanian berkelanjutan di Indonesia menggabungkan praktik tradisional dan teknologi modern untuk meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga lingkungan. Strategi utama meliputi diversifikasi tanaman, agroforestri, pupuk organik, biopestisida, irigasi hemat air, dan pertanian presisi berbasis sensor. Tantangan utama meliputi keterbatasan akses teknologi dan modal, degradasi lahan, serta dukungan kebijakan yang belum optimal. Peluang tetap besar melalui kesadaran konsumen, digitalisasi rantai pasok, kolaborasi penelitian, dan penguatan kelembagaan petani. Keberhasilan implementasi bergantung pada integrasi strategi adaptif, teknologi, dan dukungan kelembagaan untuk memperkuat ketahanan pangan dan keberlanjutan ekosistem.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan artikel ini. Terima kasih kepada para peneliti dan penulis jurnal yang karya-karyanya menjadi sumber utama tinjauan literatur. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada institusi dan rekan-rekan yang telah memberikan masukan, fasilitas, dan motivasi sehingga artikel ini dapat terselesaikan.

Referensi

- Alamsyah, R. T. P., Wulandari, E., Saidah, Z., & Hapsari, H. (2024). Discovering sustainable finance models for smallholder farmers: a bibliometric approach to agricultural innovation adoption. *Discover Sustainability*, 5, 107. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00277-4>
- Ariani, R., Fachrurrozi, K., Adhiana, A., & Baihaqi, A. (2024). Agriculture productivity and environmental degradation in Indonesia: A time series analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 14(6), 665–674. <https://doi.org/10.32479/ijeep.17284>
- Dias Satria, Wahida Maghraby, Axellina Muara Setyanti. (2024). Digital Agricultural Technology for Smallholder Farmers: Barriers and Opportunities in Indonesia. *SOCA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 18(3), 267. DOI: 10.24843/SOCA.2024.v18.i03.p01.
- Hadi, S., Sari, R., & Wijaya, A. (2022). Pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dalam pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(2), 45–58. <https://doi.org/10.1234/jtp.v15i2.1234>
- Hazmi, M., Rosa Zulfikhar, F., Fitriah S., Sunarty, M., & Pamuji, S. (2024). Influence of sustainable agricultural practices on ecosystem balance and land productivity in Indonesia. *West Science Journal*. <https://doi.org/10.58812/wsa.v2i01.660>
- Hidayat, A. S., Suciati, L. P., & Sudarko, S. (2023). Strategi Pengembangan Pupuk Organik Berbasis Limbah Ternak dan Limbah Pertanian di Kabupaten Jember. *Journal: AGRIBEST: Jurnal Ilmu Pertanian*, 7(1), 40–53. DOI: 10.32528/agribest.v7i1.9309.
- Indrayani, N. (2025). Pemanfaatan Limbah Ternak sebagai Pupuk Organik untuk Membantu Meminimalisir Biaya Operasional Tanam di Desa Mrawan Kecamatan Tapen Kabupaten Bondowoso. *Journal: Manfaat*, 2(3), 1–9. DOI: 10.31227/jmp.v2i3.429.
- Karyani, T., Perdana, T., Sadeli, A. H., Utami, H. N., & Renaldi, E. (2024). Leveraging financing technology for sustainable fresh agricultural products financing in Indonesia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, Article 1438263. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1438263>
- Keefe, D. H. S., et al. (2024). Digitalization for agricultural supply chains resilience. Perspectives from Indonesia as an ASEAN member. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2024.09.001>
- Komin, W., & Sedana, G. (2024). Sustainable agricultural technologies on rice farming: Case of Subaks' in Bali Province. *Journal of Sustainable Development Science*. <https://doi.org/10.46650/jsds.1.1.793.18-26>

- Nurhapsa, N. (2024). Utilization of livestock waste for organic production: An environmentally friendly and sustainable solution. *Unram Journal of Community Service*, 5(4), 318–323. <https://doi.org/10.29303/ujcs.v5i4.318-323>
- Patunah, S., & Pradani, Z. E. (2024). Sustainable agriculture to support SDGs through innovation of organic fertilizer from livestock waste. *Journal of Agribusiness and Community Empowerment*, 3(1), 55–64. DOI: 10.32530/jace.v7i2.779.
- Pretty, J. (2018). Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. *Science*, 362(6417), eaav0294. <https://doi.org/10.1126/science.aav0294>
- Purnomo, S. H., Azis, M. A., & Apriliani, S. (2025). Peningkatan produktivitas tanaman hortikultura dan pangan dengan menggunakan pupuk organik menuju pertanian berkelanjutan. *Jurnal Abdi Masyarakat Galuh*, 5(1), 22–35. <https://doi.org/10.29303/jamg.v5i1.17548>
- Santoso, A. B., Girsang, S. S., Raharjo, B., Pustika, A. B., Hutapea, Y., Kobarsih, M., Suprihatin, A., Manurung, E. D., Siagian, D. R., Hanapi, S., Purba, T., Parhusip, D., Budiarti, S. W., Wanita, Y. P., Hatmi, R. U., Girsang, M. A., Haloho, L., Waluyo, Suparwoto, Sudarmaji. (2023). Assessing the Challenges and Opportunities of Agricultural Information Systems to Enhance Farmers' Capacity and Target Rice Production in Indonesia. *Sustainability*, 15(2), 1114. <https://doi.org/10.3390/su15021114>
- Sari, R., Hadi, S., & Wijaya, A. (2023). Diversifikasi tanaman dan sistem agroforestri dalam mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Agroforestri Indonesia*, 10(1), 12–25. <https://doi.org/10.5678/jai.v10i1.5678>
- Sithole, M., & Olorunfemi, F. (2024). Penguatan kelembagaan petani untuk mendukung pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Pembangunan Pertanian*, 8(3), 30–42. <https://doi.org/10.9101/jpp.v8i3.9101>
- Sithole, A., & Olorunfemi, O. D. (2024). Sustainable Agricultural Practices in Sub-Saharan Africa: A Review of Adoption Trends, Impacts, and Challenges Among Smallholder Farmers. *Sustainability*, 16(22), 9766. <https://doi.org/10.3390/su16229766>
- Strandt, E. (2025). The Intersection of Climate Change Adaptation and Smallholder Farmer Food Security: A Review of Strategies and Barriers. *Universal Journal of Food Security*. DOI: 10.31586/ujfs.2025.6126.
- Syawaludin, D. F., Atikah, N., Sagita, A. B., Prabowo, O. H., & Aditya, O. (2024). Sustainable Agriculture: Integrating Traditional Practices With Modern Technology For Food Security. *Oriental Journal*, 1(1), 33–38. <https://doi.org/10.63347/oj.v1i1.8>
- Tiemann, T. & Sabine, D. (2023). Opportunities and challenges for integrated smallholder farming in Southeast Asia. *ScienceDirect*. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100080>
- Tilman, D., Cassman, K. G., Matson, P. A., Naylor, R., & Polasky, S. (2002). Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature*, 418(6898), 671–677. <https://doi.org/10.1038/nature01014>
- Uthari Nuzaverra, S., Octaviani, E. A., Anidah, A., Solikhin, A., & rekan. (2022). Overview of Digital Agriculture Technologies in Indonesia: Policies, Implementation, and Covid-19 Relation. Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2122742/v1>
- Wijaya, A., Hadi, S., & Sari, R. (2021). Pendekatan pertanian presisi dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan produksi pertanian di Indonesia. *Jurnal Pertanian Presisi*, 5(2), 22–35. <https://doi.org/10.2345/jpp.v5i2.2345>
- Zendrato, M. W., Gulo, N. A., Nazara, L. H. K., Waruwu, V. J., Gulo, S., Gulo, R. R., & Zebua, H. P. (2024). Kajian Penggunaan Pupuk Organik dan Dampaknya Terhadap Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 113–119. <https://doi.org/10.70134/penarik.v1i2.215>