

Penulis:

Nikodemus P. P. E. Nainiti, Ray March Syahadat, Priambudi Trie Putra,
Vira Irma Sari, Shalati Febjislami, Mariski, Rahayu Novrina Rosa,
Aline Sisi Handini, Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ismail Saleh,
Yetty Setiyaningsih, Nizar Maulid Junaedi.

PERTANIAN & LINGKUNGAN



PERTANIAN & LINGKUNGAN

**Nikodemus P. P. E. Nainiti, Ray March Syahadat, Priambudi Trie Putra,
Vira Irma Sari, Shalati Febjislami, Mariski, Rahayu Novrina Rosa,
Aline Sisi Handini, Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ismail Saleh,
Yetty Setiyaningsih, Nizar Maulid Junaedi.**

PERTANIAN DAN LINGKUNGAN

Penulis:

**Nikodemus P. P. E. Nainiti, Ray March Syahadat & Priambudi Trie Putra,
Vira Irma Sari, Shalati Febjislami, Mariski, Rahayu Novrina Rosa,
Aline Sisi Handini, Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ismail Saleh,
Yetty Setiyaningsih, Nizar Maulid Junaedi.**

Desain Cover:

Helmaria Ulfa

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Tata Letak:

Handarini Rohana

Editor:

Neneng Sri Wahyuni

ISBN:

978-634-317-337-3

Cetakan Pertama:

September, 2026

Hak Cipta Dilindungi Oleh Undang-Undang
by Penerbit Widina Media Utama

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PENERBIT:

WIDINA MEDIA UTAMA

Komplek Puri Melia Asri Blok C3 No. 17 Desa Bojong Emas
Kec. Solokan Jeruk Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat

Anggota IKAPI No. 519/JBA/2025

Website: www.penerbitwidina.com

Instagram: [@penerbitwidina](https://www.instagram.com/penerbitwidina)

Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga buku yang berjudul “Pertanian Dan Lingkungan” ini dapat disusun dengan baik. Buku ini hadir sebagai bagian dari upaya untuk memberikan pemahaman mengenai keterkaitan yang erat antara sektor pertanian dan lingkungan sebagai dua aspek yang tidak dapat dipisahkan dalam pembangunan berkelanjutan.

Pertanian memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia, tidak hanya sebagai penyedia pangan, tetapi juga sebagai sumber mata pencaharian, penggerak perekonomian, serta bagian dari kehidupan sosial masyarakat. Perkembangan sektor pertanian yang semakin dinamis menuntut adanya pengelolaan sumber daya alam secara bijaksana agar produktivitas pertanian dapat terus ditingkatkan tanpa mengabaikan keberlanjutan lingkungan. Tanah, air, udara, keanekaragaman hayati, dan berbagai sumber daya alam lainnya merupakan komponen penting yang mendukung keberlangsungan kegiatan pertanian.

Di sisi lain, aktivitas pertanian juga memiliki hubungan yang kompleks dengan kondisi lingkungan. Penggunaan lahan, pupuk, pestisida, air, serta berbagai input produksi dapat memberikan dampak terhadap ekosistem apabila tidak dikelola secara tepat. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pertanian yang mampu menyeimbangkan kepentingan produktivitas, kesejahteraan masyarakat, dan kelestarian lingkungan. Konsep pertanian berkelanjutan menjadi semakin relevan dalam menghadapi berbagai tantangan seperti perubahan iklim, degradasi lahan, keterbatasan sumber daya air, penurunan kualitas tanah, dan berkurangnya keanekaragaman hayati.

Buku ini membahas berbagai aspek yang berkaitan dengan pertanian dan lingkungan, mulai dari konsep dasar pertanian, hubungan antara aktivitas pertanian dengan ekosistem, pengelolaan sumber daya alam, permasalahan lingkungan dalam kegiatan pertanian, hingga berbagai pendekatan yang dapat diterapkan untuk menciptakan sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Pembahasan juga diarahkan pada pentingnya inovasi, teknologi, serta pengelolaan sumber daya yang tepat dalam mendukung produktivitas pertanian sekaligus menjaga keseimbangan lingkungan.

Pemahaman mengenai pertanian dan lingkungan menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan dan perubahan kondisi lingkungan global. Peningkatan produksi pertanian tidak cukup hanya berorientasi pada hasil dalam jangka pendek, tetapi juga perlu mempertimbangkan kemampuan sumber daya alam untuk terus mendukung kehidupan dan kegiatan produksi pada masa mendatang. Dengan demikian, keberlanjutan sektor pertanian membutuhkan kesadaran dan keterlibatan berbagai pihak, mulai dari petani, masyarakat, akademisi, pemerintah, hingga pelaku usaha.

Buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, praktisi pertanian, pemerhati lingkungan, maupun masyarakat umum yang ingin memahami hubungan antara sektor pertanian dan lingkungan. Melalui pemahaman yang komprehensif, diharapkan dapat tumbuh kesadaran mengenai pentingnya mengembangkan sistem pertanian yang produktif, efisien, adaptif, sekaligus mampu menjaga keberlanjutan sumber daya alam.

Pada akhirnya, pertanian dan lingkungan merupakan bagian yang saling berkaitan dalam mewujudkan kehidupan yang berkelanjutan. Pengelolaan pertanian yang memperhatikan daya dukung lingkungan bukan hanya menjadi kebutuhan saat ini, tetapi juga merupakan investasi bagi generasi mendatang. Semoga buku ini dapat memberikan wawasan dan pemahaman yang bermanfaat dalam mendukung pengembangan pertanian yang berkelanjutan serta terciptanya lingkungan yang tetap terjaga bagi kehidupan manusia dan ekosistem secara keseluruhan.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB 1 KONSEP DASAR PERTANIAN DAN LINGKUNGAN.....	1
A. Pendahuluan.....	1
B. Pengertian Pertanian.....	3
C. Pengertian Lingkungan	6
D. Hubungan Pertanian dan Lingkungan	8
E. Ruang Lingkup Pertanian Berkelanjutan	12
BAB 2 EKOSISTEM PERTANIAN (AGROEKOSISTEM).....	19
A. Pendahuluan	19
B. Pengertian Agroekosistem	22
C. Komponen Biotik dan Abiotik.....	24
D. Interaksi Dalam Agroekosistem.....	28
E. Keseimbangan Ekosistem	31
BAB 3 SUMBER DAYA ALAM DALAM PERTANIAN	43
A. Pendahuluan.....	43
B. Tanah Sebagai Sumber Daya	45
C. Air Dalam Pertanian	48
D. Iklim dan Cuaca.....	50
E. Pengelolaan Sumber Daya Alam	52
BAB 4 KESUBURAN TANAH DAN PENGELOLAANNYA	59
A. Pendahuluan	59
B. Pengertian Kesuburan Tanah	60
C. Unsur Hara Tanah.....	62
D. Pemupukan.....	68
E. Konservasi Tanah.....	73
BAB 5 TANAMAN DAN SISTEM BUDIDAYA	81
A. Pendahuluan.....	81
B. Jenis-Jenis Tanaman	83
C. Sistem Budidaya Tanaman	86
D. Pola Tanam	88
E. Intensifikasi Dan Diversifikasi Pertanian	91

BAB 6 PERLINDUNGAN TANAMAN	97
A. Pendahuluan	97
B. Hama dan Penyakit Tanaman	100
C. Pengendalian Hama Terpadu	104
D. Penggunaan Pestisida	107
E. Dampak Lingkungan	110
BAB 7 PERTANIAN BERKELANJUTAN	121
A. Pendahuluan	121
B. Konsep Pertanian Berkelanjutan	122
C. Prinsip-Prinsip Berkelanjutan	123
D. Pertanian Organik	125
E. Konservasi Lingkungan Dalam Perspektif Pertanian Berkelanjutan	127
BAB 8 TEKNOLOGI DALAM PERTANIAN	133
A. Pendahuluan	133
B. Teknologi Pertanian Modern	135
C. Mekanisasi Pertanian	140
D. Pertanian Presisi	144
E. Inovasi Digital di Bidang Pertanian	148
BAB 9 DAMPAK PERTANIAN TERHADAP LINGKUNGAN	161
A. Pendahuluan	161
B. Pencemaran Tanah dan Air	163
C. Degradasi Lahan	164
D. Emisi Gas Rumah Kaca Dari Sektor Pertanian	165
E. Dampak Terhadap Keanekaragaman Hayati	167
F. Dampak Terhadap Kesehatan Manusia	168
G. Dampak Sosial dan Ekonomi	169
H. Upaya Mitigasi Dampak Lingkungan	170
I. Studi Kasus Dampak Pertanian Terhadap Lingkungan	171
BAB 10 PENGELOLAAN LIMBAH PERTANIAN	179
A. Pendahuluan	179
B. Jenis Limbah Pertanian	181
C. Dampak Limbah	187
D. Pengolahan Limbah	189
E. Pemanfaatan Limbah	191

BAB 11 KEBIJAKAN DAN REGULASI	
PERTANIAN DAN LINGKUNGAN	203
A. Pendahuluan.....	203
B. Kebijakan Pertanian.....	206
C. Regulasi Lingkungan	212
D. Peran Pemerintah.....	217
E. Peran Masyarakat.....	222
BAB 12 PENERAPAN PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN.....	229
A. Pendahuluan.....	229
B. Konsep Pertanian Ramah Lingkungan	231
C. Praktik Pertanian Organik.....	236
D. Sistem Pertanian Terpadu	241
E. Konservasi Lingkungan Dalam Pertanian	246
GLOSARIUM.....	267
PROFIL PENULIS	287



BAB 1

KONSEP DASAR PERTANIAN DAN LINGKUNGAN

Dr. Nikodemus P.P. E. Nainiti, S.TP., M.P.
Universitas Kristen Artha Wacana Kupang

A. PENDAHULUAN

Sektor pertanian memegang peranan krusial dan multidimensional dalam peradaban manusia, bertindak sebagai penyedia pangan utama, penggerak stabilitas ekonomi nasional, sekaligus pilar pelestarian lingkungan. Sebagai negara agraris, Indonesia sangat menggantungkan kekuatan pangan nasional dan mata pencaharian sebagian besar masyarakatnya pada sektor ini. Namun, ekspansi dan dinamika aktivitas pertanian saat ini dihadapkan pada persimpangan dilematis antara

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyah, N., Ridha, M., & Sahala, F. (2025). *Dampak perubahan iklim terhadap sektor pertanian padi*. ResearchGate Journal of Agriculture, 14(2), 45-58.
- Berliana, M., Wardani, D. K., Rahmaningtyas, A., Salqaura, S. S., Fauziah, I., Tarigan, R. A., Sahfitra, A. A., Afrida, E., Rannando, Dalimunthe, N. A., Nurcahyani, M., Zahraturrehmi, Haswin, D. W., Gumelar, R. M. R. N., Husna, N., & Safitri, S. A. (2025). *Pengantar ilmu pertanian: Konsep, praktik, dan perkembangan terkini*. PT. Mifandi Mandiri Digital.
- Gunawan, I., & Wardani, A. K. (2023). Penerapan sistem pertanian berkelanjutan dalam mendukung ketahanan pangan nasional. *Agro-Animal: Jurnal Ilmu Pertanian dan Peternakan*, 7(2), 112-124. tahtamedia.co.id
- Hammada, S. (2024). *Tantangan Pertanian Berkelanjutan di Indonesia: Sudut Pandang Ilmu Lingkungan*. Jurnal Ekosistem & Lingkungan Hidup, 8(1), 12-25.
- Lestari, D. P. (2024). Pengaruh degradasi lahan terhadap keberlanjutan pertanian padi dan ketahanan pangan nasional. *Prosiding Seminar Nasional Official Statistics*, 2024(1), 560-569.
- Mertani. (2025). *Pengertian dan ruang lingkup ilmu pertanian modern*. Jurnal Sains Pertanian Mertani.
- Pane, E., Alamsyah, Z., & Setiawan, I. (2021). Teori dan definisi pertanian komprehensif. *ResearchGate Publications*, 12(3), 101–114.
- Prasetya, R., et al. (2023). *Analisis Ancaman Sektor Pertanian terhadap Konservasi Keanekaragaman Hayati Global*. Jurnal Etika Pembangunan Pertanian, 11(4), 210-224.
- Pratama, R., & Handoko, T. (2024). Tantangan pertanian berkelanjutan di Indonesia: Sudut pandang ilmu lingkungan. *Environmental Science and Management Journals*, 3(2), 89-101. ecotas.org
- Safitri, D., & Ferdi, Z. E. (2021). *Buku ajar ekolabel: Lingkungan hidup dan manusia*. PPs Universitas Negeri Jakarta. unj.ac.id

- Santoso, B., Wijaya, E., & Lestari, S. (2026). *Pembangunan pertanian berkelanjutan: Teori, konsep, dan implementasi agroekologi di negara berkembang*. PT Citra Sains Akademika. researchgate.net
- Sari, M. K., & Ramadhan, F. (2026). Systematic literature review: Pengaruh penggunaan pestisida terhadap kualitas lingkungan dan risiko kesehatan masyarakat para petani. *Jurnal Kesehatan Lingkungan dan Sains*, 15(2), 2200-2215.
- Siregar, A. F. (2024). *Analisis kelayakan ekonomi dan adopsi teknologi sistem pertanian organik di tingkat petani swadaya*. UTP Press Repository. utp.ac.id



BAB 2

EKOSISTEM PERTANIAN (AGROEKOSISTEM)

Dr. Ray March Syahadat, S.P., S.Ling., M.Si., M.M.
Institut Sains dan Teknologi Nasional

Priambudi Trie Putra, S.P., M.Si.
Institut Sains dan Teknologi Nasional

A. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, studi agroekosistem dianggap semakin penting karena kekhawatiran global mengenai perubahan iklim, hilangnya keanekaragaman hayati, degradasi tanah, kerawanan pangan, dan eksploitasi berlebihan sumber daya alam (Altieri, 2018). Pertanian modern telah secara signifikan meningkatkan produksi

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, Z., Modi, A. T., & Kuria, S. K. (2025). Multidimensional Perspective of Sustainable Agroecosystems and the Impact on Crop Production: A Review. In *Agriculture* (Vol. 15, Issue 6, p. 581). <https://doi.org/10.3390/agriculture15060581>
- Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. CRC Press.
- Angeler, D. G., Heino, J., Rubio-Ríos, J., & Casas, J. J. (2023). Connecting distinct realms along multiple dimensions: A meta-ecosystem resilience perspective. *Science of The Total Environment*, 889, 164169. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164169>
- Balzan, M. V, Sadula, R., & Scalvenzi, L. (2020). Assessing Ecosystem Services Supplied by Agroecosystems in Mediterranean Europe: A Literature Review. In *Land* (Vol. 9, Issue 8, p. 245). <https://doi.org/10.3390/land9080245>
- Correia, A. M., & Lopes, L. F. (2023). Revisiting Biodiversity and Ecosystem Functioning through the Lens of Complex Adaptive Systems. In *Diversity* (Vol. 15, Issue 8, p. 895). <https://doi.org/10.3390/d15080895>
- Dario, V. L., & Sandra B, M. (2023). The need for a unified agroecosystem concept. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 47(4), 621–640. <https://doi.org/10.1080/21683565.2023.2169431>
- de la Riva, E. G., Ulrich, W., Batáry, P., Baudry, J., Beaumelle, L., Bucher, R., Čerevková, A., Felipe-Lucia, M. R., Gallé, R., Kesse-Guyot, E., Rembiałkowska, E., Rusch, A., Seufert, V., Stanley, D., & Birkhofer, K. (2023). From functional diversity to human well-being: A conceptual framework for agroecosystem sustainability. *Agricultural Systems*, 208, 103659. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103659>

- FAO. (2017). *The State of Food and Agriculture*. FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/58fe36c1-b29a-45d7-b684-d3b3287f3f60/content>
- Fasusi, O. A., Babalola, O. O., & Adejumo, T. O. (2023). Harnessing of plant growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystem sustainability. *CABI Agriculture and Bioscience*, 4(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s43170-023-00168-0>
- Gaba, S., Bretagnolle, F., Rigaud, T., & Philippot, L. (2014). Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution, Volume 2-2014*. <https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2014.00029>
- Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems* (3rd ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b17881>
- Kazemi, H., Klug, H., & Kamkar, B. (2018). New services and roles of biodiversity in modern agroecosystems: A review. *Ecological Indicators*, 93, 1126–1135. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.06.018>
- Kiprotich, K., Muema, E., Wekesa, C., Ndombi, T., Muoma, J., Omayio, D., Ochieno, D., Motsi, H., Mncedi, S., & Tarus, J. (2025). Unveiling the roles, mechanisms and prospects of soil microbial communities in sustainable agriculture. *Discover Soil*, 2(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s44378-025-00037-4>
- Koskey, G., Mburu, S. W., Awino, R., Njeru, E. M., & Maingi, J. M. (2021). Potential Use of Beneficial Microorganisms for Soil Amelioration, Phytopathogen Biocontrol, and Sustainable Crop Production in Smallholder Agroecosystems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Volume 5-2021. <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2021.606308>
- Lal, R. (2020). Soil organic matter and its role in sustainable agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123–138. <https://doi.org/10.2489/jswc.75.2.27A>

- Levishko, A., Gumeniuk, I., & Sherstoboeva, O. (2026). Soil microorganisms as bioindicators of agroecosystem condition: a review of their ecological and trophic groups, functional roles, and the impact of anthropogenic factors. *EQA - International Journal of Environmental Quality*, 73, 72–84. <https://doi.org/10.60923/issn.2281-4485/24117>
- Liu, Q., Sun, X., Wu, W., Liu, Z., Fang, G., & Yang, P. (2022). Agroecosystem services: A review of concepts, indicators, assessment methods and future research perspectives. *Ecological Indicators*, 142, 109218. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109218>
- Martin, E. A., Feit, B., Requier, F., Friberg, H., & Jonsson, M. (2019). Chapter Three - Assessing the resilience of biodiversity-driven functions in agroecosystems under environmental change. In D. A. Bohan & A. J. B. T.-A. in E. R. Dumbrell (Eds.), *Resilience in Complex Socio-ecological Systems* (Vol. 60, pp. 59–123). Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2019.02.003>
- McPhee, C., Bancarz, M., Mambrini-Doudet, M., Chrétien, F., Huyghe, C., & Gracia-Garza, J. (2021). The Defining Characteristics of Agroecosystem Living Labs. In *Sustainability* (Vol. 13, Issue 4, p. 1718). <https://doi.org/10.3390/su13041718>
- Olowoyeye, T., Abegunrin, G., & Sojka, M. (2024). Are Agroecosystem Services Under Threat? Examining the Influence of Climate Externalities on Ecosystem Stability. In *Atmosphere* (Vol. 15, Issue 12, p. 1480). <https://doi.org/10.3390/atmos15121480>
- Palomo-Campesino, S., González, J. A., & García-Llorente, M. (2018). Exploring the Connections between Agroecological Practices and Ecosystem Services: A Systematic Literature Review. In *Sustainability* (Vol. 10, Issue 12, p. 4339). <https://doi.org/10.3390/su10124339>
- Perfecto, I., Vandermeer, J., & Philpott, S. M. (2014). Complex ecological interactions in the coffee agroecosystem. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 45(1), 137–158. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-120213-091923>

- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 365(1554), 2959–2971. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Sánchez-Pinillos, M., Dakos, V., & Kéfi, S. (2024). Ecological dynamic regimes: A key concept for assessing ecological resilience. *Biological Conservation*, 289, 110409. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biocon.2023.110409>
- Saunders, M. E., Peisley, R. K., Rader, R., & Luck, G. W. (2016). Pollinators, pests, and predators: Recognizing ecological trade-offs in agroecosystems. *Ambio*, 45(1), 4–14. <https://doi.org/10.1007/s13280-015-0696-y>
- Silva, R. F., Rabeschini, G. B. P., Peinado, G. L. R., Cosmo, L. G., Rezende, L. H. G., Murayama, R. K., & Pareja, M. (2018). The Ecology of Plant Chemistry and Multi-Species Interactions in Diversified Agroecosystems. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1713. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01713>
- Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture—sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- Tittonell, P. (2023). *A Systems Approach to Agroecology*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-42939-2>
- Tully, K., & Ryals, R. (2017). Nutrient cycling in agroecosystems: Balancing food and environmental objectives. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(7), 761–798. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1336149>
- Wezel, A., Herren, B. G., Kerr, R. B., Barrios, E., Gonçalves, A. L. R., & Sinclair, F. (2020). Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 40(6), 40. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z>

- Xiong, C., & Lu, Y. (2022). Microbiomes in agroecosystem: Diversity, function and assembly mechanisms. *Environmental Microbiology Reports*, 14(6), 833–849. <https://doi.org/10.1111/1758-2229.13126>
- Zhang, K., Maltais-Landry, G., & Liao, H.-L. (2021). How soil biota regulate C cycling and soil C pools in diversified crop rotations. *Soil Biology and Biochemistry*, 156, 108219. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108219>



BAB 3

SUMBER DAYA ALAM DALAM PERTANIAN

Vira Irma Sari, S.P., M.Si.
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian,
Universitas Sumatera Utara

A. PENDAHULUAN

Sumber Daya Alam merupakan suatu bahan atau potensi alam yang dimanfaatkan dan dikelola dalam berbagai kegiatan pertanian, serta menjadi dasar utama untuk mendapatkan produk pertanian yang berkualitas tinggi. Sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan secara optimal, akan mendukung kehidupan dan kesejahteraan masyarakat, serta menjaga kelestarian lingkungan. Pertanian menjadi sektor penting dalam menyediakan kebutuhan pangan, bahan baku industri, pendapatan masyarakat dan penopang ketahanan pangan serta ekonomi negara. Sumber daya alam pertanian yang tersedia optimal

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Fauzi, *Peran Mikroba Tanah dan Bahan Organik dalam Meningkatkan Kesuburan Lahan Berkelanjutan*, Bandung: Alfabeta, 2025, hal. 88–94.
- Ardianti, I.M., Laelatus, S., Eko, K., Triawan, A. 2023. Analisis Pengelolaan Sumber Daya Alam Pertanian Berbasis Kearifan Lokal Sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan. *Organisms*. 3(2): 94-102.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung (ID): IPB Press.
- Balqis, E.I., Yupi, H.M., Suyanto, H. 2022. Analisis kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi di Kecamatan Dusun Tengah, Kabupaten Barito Timur. *Jurnal Transukma*. 4(2): 124-137.
- Dewi, A.R., Rosalina, E. 2022. Mengenal Perubahan Iklim. Indonesia Research Institute for Decarbonization. Tersedia pada <https://irid.or.id/wp-content/uploads/2022/08/FINAL-Mengenal-Perubahan-Iklim.pdf>.
- FAO. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils-2015/docs/Fact_sheets/ID_Print_IYS_food.pdf. Tanah sehat merupakan landasan produksi pangan sehat.
- Farida, Dasrizal, Febriani, D. 2018. Review: Produktivitas Air Dalam Pengelolaan Sumber Daya Air Pertanian di Indonesia. *Jurnal Penelitian, Terapan Ilmu Geografi, dan Pendidikan Geografi*. 3(5): 65-72.
- Hardjowigeno dan S. R. Utami, *Dasar-Dasar Ilmu Tanah untuk Pertanian*, Jakarta: PT RajaGrafindo Persada, 2025, hal. 45–52.
- Jamin, F.S., Eso, R., Latupapua, A.I., Siregar, A., Haumahu, J.P., Risamasu, R.G., Liubana, S., Silahooy, C., Habi, M.L., Kaya, E., Soplanit, R., Kunu, P.J., Opier, P.N.J., Talakua, S.M., Mailuhu, D. 2025. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah untuk Pertanian*. Padang (ID): CV MMFAST Publishing.

- Muchamad, A.N., Prajati, G., Mulyani, T., Febrion, C. 2025. Optimalisasi pemanfaatan sumber daya air dalam wawasan ketahanan bangsa: sebuah ulasan. *Jurnal Kebangsaan RI*. 3(1): 21-30.
- Noer, H. 2011. Optimalisasi pemanfaatan sumberdaya air melalui perbaikan pola tanam dan perbaikan teknik budidaya pada sistem usahatani. *Indonesian Journal of Agricultural Economics (IJAE)*. 2(2): 169-182.
- Pasaribu, E., Assalwa, H., Annisa, H., Zilvina, B., Naskah. 2025. Tinjauan geografi tanah: karakteristik, klasifikasi, dan pengelolaan lahan di indonesia review literatur: (2016-2023). *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 4(3): 4834-4843. <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu/article/view/2354>
- Prabowo, S., & Wijaya, H. (2023). Pengaruh literasi digital terhadap mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 12(2), 110-125. doi.org
- Purba, B., Daole, A.S.A., Purba, L.M., Selpiana. 2025. Peran sumber daya alam sebagai penggerak perekonomian nasional. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*. 4(2): 7589-7595. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.2946>
- Rahma, S. 2025. the impact of climate change on agricultural productivity and the welfare of Bugis muslim farmers in Ulaweng Riaja Village, Bone Regency. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*. 5(3): 257-266.
- Rofianto, D., Safitri, E. 2025. Analisis perubahan iklim terhadap hasil pertanian dengan pendekatan principal component analysis dan regresi linear. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*. 13(3): 373-380.
- Ronsumbre, V., Ihsannudin. 2021. Persepsi Masyarakat terhadap Kondisi Sumber Daya Alam guna Mendukung Usaha Pertanian Berkelanjutan di Desa Duber, Kecamatan Supiori Timur, Kabupaten Supiori. *Agriscience*. 2(2): 458-473.
- Supriyadi, S., Gunawan, T. 2025. *Manajemen Tanah dan Pengelolaan Lahan Kritis di Indonesia*, Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press.

- Subagyo, K., Surmaini, E. 2022. Pengelolaan Sumberdaya Iklim dan Air untuk Antisipasi Perubahan Iklim. Jurnal Meteorologi dan Geofisika. 8(1): 27-41.
- Zebua, F.D., Harita, H. 2026. Memaksimalkan Pertanian Berkelanjutan Dengan Menghitung Kebutuhan Air Irigasi Dengan Akurat. Jurnal Sains, Teknik, Ekonomi dan Pendidikan. 2(1): 1-7.



BAB 4

KESUBURAN TANAH DAN PENGELOLAANNYA

Dr. Ray March Syahadat, S.P., S.Ling., M.Si., M.M.
Institut Sains dan Teknologi Nasional

A. PENDAHULUAN

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kehidupan manusia, terutama dalam bidang pertanian, kehutanan, dan lingkungan. Tanah berfungsi sebagai media tumbuh tanaman, penyedia air, udara, dan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan organisme hidup. Dalam konteks pertanian, kualitas tanah sangat menentukan tingkat produktivitas tanaman dan keberlanjutan sistem produksi pangan (Lal, 2015). Oleh karena itu, pemahaman mengenai kesuburan tanah dan pengelolaannya menjadi hal yang sangat penting

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shammary, A. A. G., Al-Shihmani, L. S. S., Fernández-Gálvez, J., & Caballero-Calvo, A. (2024). Optimizing sustainable agriculture: A comprehensive review of agronomic practices and their impacts on soil attributes. *Journal of Environmental Management*, 364, 121487.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121487>
- Bender, S. F., Wagg, C., & van der Heijden, M. G. A. (2016). An Underground Revolution: Biodiversity and Soil Ecological Engineering for Agricultural Sustainability. *Trends in Ecology & Evolution*, 31(6), 440–452.
<https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.02.016>
- Blanco-Canqui, H., & Ruis, S. J. (2018). No-tillage and soil physical environment. *Geoderma*, 326, 164–200.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.03.011>
- Blanco-Canqui, H., Shaver, T. M., Lindquist, J. L., Shapiro, C. A., Elmore, R. W., Francis, C. A., & Hergert, G. W. (2015). Cover Crops and Ecosystem Services: Insights from Studies in Temperate Soils. *Agronomy Journal*, 107(6), 2449–2474.
<https://doi.org/10.2134/agronj15.0086>
- Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., Ferro, V., Bagarello, V., Oost, K. Van, Montanarella, L., & Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, 8(1), 2013.
<https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7>
- Chen, J. H. (2006). The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. *Technical Bulletin - Food and Fertilizer Technology Center*, No.174, 9 pp.
<http://www.fftc.agnet.org>
- Dhaliwal, S. S., Sharma, V., & Shukla, A. K. (2022). *Chapter One - Impact of micronutrients in mitigation of abiotic stresses in soils and plants—A progressive step toward crop security and nutritional*

- quality (D. L. B. T.-A. in A. Sparks (ed.); Vol. 173, pp. 1–78). Academic Press.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/bs.agron.2022.02.001>
- Fageria, N. K., & Baligar, V. C. B. T.-A. in A. (2008). *Chapter 7 Ameliorating Soil Acidity of Tropical Oxisols by Liming For Sustainable Crop Production* (Vol. 99, pp. 345–399). Academic Press.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00407-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00407-0)
- FAO, & IPTS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6ec24d75-19bd-4f1f-b1c5-5becf50d0871/content>
- Havlin, J. L., Tisdale, S. L., Nelson, W. L., & Beaton, J. D. (2016). *Soil Fertility and Fertilizers*. Pearson Education India.
- Jenny, H. (1994). *Factors of Soil Formation: A System of Quantitative Pedology*. Courier Corporation.
- Lal, R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. In *Sustainability* (Vol. 7, Issue 5, pp. 5875–5895).
<https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Lal, R. (2019). Soil and climate. In R. Lal & B. A. Stewart (Eds.), *Soil and Climate* (pp. 1–10).
- Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277. <https://doi.org/10.1002/agj2.20282>
- Mi, W., Ma, Q., Cao, X., & Wu, L. (2023). Soil Fertility Management for Sustainable Crop Production. In *Agronomy* (Vol. 13, Issue 4, p. 1026). <https://doi.org/10.3390/agronomy13041026>
- Ortega, R., Miralles, I., Domene, M. A., Meca, D., & del Moral, F. (2024). Ecological practices increase soil fertility and microbial diversity under intensive farming. *Science of The Total Environment*, 954, 176777.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176777>
- Pennock, D. (2019). *Soil Erosion: The Greatest Challenge to Sustainable Soil Management*. FAO.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a268e967-a373-4a56-adac-ae1d7ab3567f/content>

- Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press.
- Weil, R. R., & Brady, N. C. (2017). *The Nature and Properties of Soils*. Pearson.
- Wu, J., Tao, R., Zhao, P., Martin, N. F., & Hovakimyan, N. (2022). Optimizing nitrogen management with deep reinforcement learning and crop simulations. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 1712–1720.
https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2022W/AgriVision/papers/Wu_Optimizing_Nitrogen_Management_With_Deep_Reinforcement_Learning_and_Crop_Simulations_CVPRW_2022_paper.pdf



BAB 5

TANAMAN DAN SISTEM BUDIDAYA

Shalati Febjislami, S.P., M.Si
Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Univ. Andalas

A. PENDAHULUAN

Pengantar singkat

Pertanian memegang peranan yang sangat vital dalam kehidupan manusia, tidak hanya sebagai penyedia sumber utama pangan tetapi juga sebagai penggerak roda perekonomian di berbagai belahan dunia (Fauzi & Indahsari, 2022). Namun, sektor ini kini menghadapi tantangan yang semakin kompleks, mulai dari pertumbuhan populasi dunia yang diprediksi mencapai 9,7 miliar jiwa pada tahun 2050, tekanan terhadap sumber daya alam, hingga dampak nyata perubahan iklim dan degradasi kualitas lahan. Penurunan kesuburan tanah dan kelangkaan sumber daya air menuntut adanya evolusi metode penanaman dari

DAFTAR PUSTAKA

- Andrayani, K., Widyastuti, D., Sofwani, A., Prakoso, T., Alpandari, H., Maemunah, Pangerang, F., Sulismadi, Hariyani, N., Aimanah, U., & Amaliah, N. (2024). *Hortikultura: Kajian Komprehensif dari Konsep hingga Pemasaran*. PT Literasi Nusantara Abadi Grup.
- Chen, X. (2025). The role of modern agricultural technologies in improving agricultural productivity and land use efficiency. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1675657.
- Evizal, R., & Prasmatiwi, F. E. (2021). Review: Pilar dan Model Pertanian Berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Galung Tropika*, 10(1), 126–137.
- Fauzi, A. R., & Indahsari, K. (2022). Analisis Strategi Pengembangan Sub Sektor Tanaman Pangan Dalam Mendorong Pembangunan Ekonomi. *Jurnal Ilmu Ekonomi & Sosial*, 13(1), 23-47.
- Fraanje, W. (2018). *What is the land sparing-sharing continuum?* (Foodsource: building blocks). Food Climate Research Network, University of Oxford.
- Pratomo, B., Istiqomah, N., Parmila, I. P., & Winarno, R. A. (2025). *Agroteknologi Modern: Inovasi dan Aplikasi untuk Pertanian Berkelanjutan*. PT Media Penerbit Indonesia.
- Suryanto, A. (2019). *Pola Tanam*. UB Press.



BAB 6

PERLINDUNGAN TANAMAN

Mariski, S.P., M.Si.
PT Bayer Indonesia, Cimanggis Plant

A. PENDAHULUAN

Tanaman merupakan sumber kehidupan yang sangat penting bagi manusia. Dalam proses budidayanya, tanaman menghadapi berbagai gangguan yang dapat menghambat pertumbuhan dan menurunkan hasil produksi. Dua diantara gangguan utama tersebut adalah serangan hama dan penyakit tanaman. Kehadiran hama serta penyakit sering menjadi kendala serius, baik pada tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, maupun tanaman hias. Hama dan penyakit seringkali mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu, bahkan dapat menggagalkan terwujudnya produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah F, Yuni Sri Rahayu U F. (2015). Efektivitas Kombinasi Filtrat Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum*) dan Filtrat Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*) sebagai Pestisida Nabati Hama Walang Sangit (*Leptocorisa oratorius*) pada Tanaman Padi Effectiveness of Combination of Tobacco (*Nicotiana*. *Lentera Bio*, 4:1, 25–31.
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. Fifth Edition. USA : Elsevier Academic Press. 922 p.
- Azwir & Ridwan. (2009). Peningkatan Produktivitas Padi Sawah dengan Perbaikan Teknologi Budidaya. *Jurnal Akta Agrosia*, 12(2), 212-218.
- Dahlan, S. S. & Najmah, S. (2011). Pengendalian Hama dan Penyakit Pada Tanaman Padi di Sulawesi Selatan. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Selatan: Makassar.
- Depkes. (2000). Pencemaran Pestisida dan Pencegahannya. Infoke sehatan.net.http://www.infokes.com/today/artikelview.html?item_ID=228&topic=keluarga . Tanggal sitasi 25 September 2002.
- Dhiaswari, D.R, Santoso, A.B, dan Bonawati, E. (2019). Pengaruh Perilaku Petani Bawang Merah dan Penggunaan Pestisida terhadap Dampak bagi Lingkungan Hidup di Desa Klampok Kecamatan Wanasari Kabupaten Brebes. Semarang: *Edu Geography*, Vol. 7 (3) : 204 – 211
- Djafar, L., Yusuf, M., Ramlah, Sabilu, Y., Kandari, A. M., Kesuma, A. P., Wahono, T., Anggraeni, Y. M., Ramadhani, T., Setiyaningsih, R., Shinta. (2024). Pengendalian Hama Terpadu. Eureka Media Aksara : Purbalingga.
- Eryanto, O. et al. (2023). Peran Penyuluh Terhadap Implementasi Pengelolaan Opt di Kabupaten Asahan. *Jurnal Pertanian Agros*, 25(4) : pp. 3595–3604.
- FAO. (2021). *Plant Health and Protection*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- Fitriadi, B.R, dan Putri, A.C.(2016). Metode-Metode Pengurangan Residu Pestisida pada Hasil Pertanian. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Surabaya: *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol. 11, (2): 61 – 71.
- Fry, W.E. (2012). Principles of Plant Disease Management. Academic Press, Inc.
- Gougherty Andrew V. and Davies T. Jonathan. (2021). Towards a phylogenetic ecology of plant pests and pathogens Phil. Trans. R. Soc. B37620200359 <http://doi.org/10.1098/rstb.2020.0359>.
- He, D.-C., He, M.-H., Amalin, D. M., Liu, W., Alvindia, D. G., & Zhan, J. (2021). Biological Control of Plant Diseases: An Evolutionary and Eco-Economic Consideration. Pathogens, 10(10), 1311. <https://doi.org/10.3390/pathogens10101311>
- Herlina, N. (2021). Ilmu Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman IPB University Jadi Trendsetter di Indonesia. Diakses pada 8 Desember 2021, http://www.dikti.kemdikbud.go.id/kabar-dikti/kampus_kita/ilmu-pengendalian-hama-dan-penyakit-tanaman-ipb-university-jadi-trendsetter-di-indonesia/
- Irfan & Mokhamad. (2016). Uji pestisida nabati terhadap hama dan penyakit tanaman. *Jurnal Arkeologi*, 6(2).
- Keman S. (2001). Bahan Ajar Toksikologi Lingkungan. Surabaya: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.
- Mahyuni E L. (2015). Faktor Risiko Dalam Penggunaan Pestisida Terhadap Keluhan Kesehatan Pada Petani Di Kecamatan Berastagi Kabupaten Karo 2014. Kesmas, 9:1, 79–89.
- Mulyanti, Yana D, & Salima R. (2022). Uji Efektivitas Pestisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, 6(2), 119–126. <https://doi.org/10.33379/GTECH.V6I2.1441>.
- Nurkholis, N., Saechon, S., & Susanti, I. (2023). Penerapan Teknologi Pengendalian Hama Terpadu (Pht) Dalam Pengembangan Tanaman Kubis. Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia, 8(1), 31. <https://doi.org/10.32503/hijau.v8i1.3078>
- Parthasarathy, S. (2024). Fundamentals of plant pathology. CRC Press.
- Peraturan Menteri Pertanian No. 43. (2019). Pendaftaran Pestisida.

- Puspasari LT, Meliansyah R, Hartati S, & Kurniawan W. (2023). Pendampingan Petani dalam Upaya Meningkatkan Strategi Pengelolaan Hama Ramah Lingkungan dengan Menggunakan Pestisida Hayati (Bio-Pestisida) di Desa Sukamukti dan Mekarmukti Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut. *Jurnal Agrimasta*, 1(1): 36-41. <https://doi.org/10.24198/agrimasta.v1i1>.
- Puspitasari, D.J, dan Khaeruddin. (2016). Kajian Bioremediasi Pada Tanah Tercemar Pestisida. Palu : Kovalen, Vol. 2(3) : 98 – 106.
- Rainiyati, Septariani, D. N., Hartanto, R., Hamidi, I., Eryna, R., Pulogu, S. I., Tasrif, A., Lihawa, M., Afiyanti, M., Jumardi, Putri, D. P., Fajarfika, R., Tricahyati, T., Ginting, I. F. (2025). Pengenalan Hama dan Penyakit Tanaman. Yayasan Kita Menulis.
- Riyanti, A., Marhadi, & Patri, S.E. (2022). Pengaruh Pestisida dari Aktivitas Pertanian Terhadap Konsentrasi Merkuri (Hg) pada Sungai Sumur Beremas Kota Sungai Penuh. Jambi : JIUBJ, Vol. 22 (1) : 292 – 296.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J. et al. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nat Ecol Evol* 3, 430–439 . <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
- Setiawan, Y.A, dan Bernik, M. (2019). Penyuluhan Dampak Penggunaan Pestisida dan Pengendalian Kualitas Produk Bagi Masyarakat Desa Pamekaran, Sumedang, Jawa Barat. Bandung: JPM, Vol. 1 (2): 26 – 38.
- Siswanto A. (1991). Pestisida. Surabaya: Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur. Departemen Tenaga Kerja.
- Supardi I. (1994). Lingkungan Hidup dan Kelestariannya. Edisi Kedua. Bandung: Penerbit Alumni.
- Suprpta, D.N. (2005). Pertanian Bali Dipuja Petaniku Merana. Taru Lestari Foundation. Jakarta.
- Trigiano, R. N., Windham, M. T., & Windham, A. S. (Eds.). (2004). Plant pathology: Concepts and laboratory exercises. CRC Press.
- Untung, K. (1993). Pengantar Pengelolaan Hama Terpadu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Undang-Undang No. 12. (1992). Sistem Budidaya Tanaman di Indonesia.

Wibowo L, Laras WB, Pramono S, & Fitriana Y. (2022). Pengaruh Aplikasi Pestisida Nabati Ekstrak Rimpang Kunyit, Jahe dan Daun Sirih Terhadap Mortalitas Kutu Daun Aphis sp. pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). Jurnal Agrotek Tropika, 10(1), 19–25. <https://doi.org/10.23960/JAT.V10I1.5657>



BAB 7

PERTANIAN BERKELANJUTAN

Rahayu Novrina Rosa, S.P., M.Agr
Universitas Sumatera Utara

A. PENDAHULUAN

Pertanian merupakan sektor penting dalam kehidupan manusia karena berperan sebagai penyedia kebutuhan pangan, bahan baku industri, dan sumber mata pencaharian masyarakat. Seiring berkembangnya teknologi, sistem pertanian modern mengalami kemajuan yang sangat pesat melalui penggunaan varietas unggul, pupuk kimia, pestisida sintetis, dan mekanisasi pertanian. Kemajuan tersebut berhasil meningkatkan produktivitas hasil pertanian secara signifikan dan membantu memenuhi kebutuhan pangan masyarakat yang terus meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Altieri, M. A. 2018. *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. CRC Press, Boca Raton.
- Arsyad, S. 2017. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2019. *Teknologi Pertanian Ramah Lingkungan*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Food and Agriculture Organization. 2014. *Building a Common Vision for Sustainable Food and Agriculture*. Rome: FAO.
- Foth, H. D. 2016. *Fundamentals of Soil Science*. John Wiley & Sons, New York.
- Gliessman, S.R. 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Third Edition. Boca Raton: CRC Press.
- Harjadi, S. S. 2015. *Pengantar Agronomi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- IFOAM. 2020. *The Principles of Organic Agriculture*. International Federation of Organic Agriculture Movements, Bonn.
- Kartasapoetra, A. G. 2018. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020. *Pedoman Pertanian Berkelanjutan*. Jakarta.
- Reijntjes, C., Haverkort, B., dan Bayer, A.W. 1999. *Pertanian Masa Depan: Pengantar untuk Pertanian Berkelanjutan dengan Input Luar Rendah*. Yogyakarta: Kanisius.
- Salikin, K.A. 2003. *Sistem Pertanian Berkelanjutan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Soemarwoto, O. 2016. *Ekologi, Lingkungan Hidup dan Pembangunan*. Djambatan, Jakarta.
- Sutanto, R. 2002. *Pertanian Organik: Menuju Pertanian Alternatif dan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Tilman, D., et al. 2002. Agricultural Sustainability and Intensive Production Practices. *Nature*.



BAB 8

TEKNOLOGI DALAM PERTANIAN

Aline Sisi Handini, S.P., M.Si

Dosen Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

A. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai sektor kehidupan manusia, termasuk sektor pertanian yang menjadi salah satu fondasi utama dalam pemenuhan kebutuhan pangan dunia. Dalam beberapa dekade terakhir, pertanian tidak lagi hanya mengandalkan tenaga manusia dan metode tradisional, melainkan berkembang menuju sistem yang lebih modern, efisien, dan berbasis teknologi. Transformasi tersebut terjadi sebagai respons terhadap meningkatnya jumlah penduduk, perubahan iklim, keterbatasan sumber daya alam, serta tuntutan peningkatan produktivitas pangan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, penerapan

DAFTAR PUSTAKA

- Abdan, M. (2024). Peran edukasi pertanian berbasis teknologi dalam meningkatkan minat generasi Z terhadap pertanian modern. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 10(2), 88–101.
- Akmaludin, F., & Wibawo, A. P. (2024). Pengembangan aplikasi teknologi augmented reality untuk pengenalan alat pertanian modern dan tradisional berbasis Android. *INTECOMS: Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(2), 214–225.
- Ariawan, A. (2024). Smart irrigation berbasis AIoT untuk efisiensi penggunaan air pada pertanian modern. *bit-Tech*, 7(2), 434–444.
- Baladraf, T. T. (2024). Potensi penerapan teknologi digital twin pada industri pertanian dan pangan di Indonesia: Sebuah tinjauan literatur. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 18(1), 21–34.
- Bertoglio, R., Corbo, C., Renga, F. M., & Matteucci, M. (2021). The digital agricultural revolution: A bibliometric analysis literature review. *Journal of Agricultural Informatics*, 12(1), 44–58.
- Busran, B., Syahrani, A., Putra, E. K., Yulianti, E., & Djauhari, M. V. (2024). Analisis lahan berbasis sensor digital pada sistem pertanian cerdas. *Jurnal Teknoif*, 12(2), 92–99.
- Clark, D. P., & Pazdernik, N. J. (2024). *Biotechnology*. Cambridge: Academic Press.
- Febrianda, R. (2021). Mobile app technology adoption in Indonesia's agricultural sector: An analysis of empirical view from public R&D agency. *STI Policy and Management Journal*, 6(1), 15–29.
- Firmansyah, R. (2022). Mekanisasi pertanian dan dampaknya terhadap lingkungan berkelanjutan. *Jurnal Lingkungan dan Pertanian*, 8(2), 88–101.
- Gyamfi, E. K., ElSayed, Z., Kropczynski, J., Yakubu, M. A., & Elsayed, N. (2024). Agricultural 4.0 leveraging on technological solutions: Study for smart farming sector. *International Journal of Smart Agriculture*, 9(1), 11–29.

- Halawa, D. N. (2024). Peran teknologi pertanian cerdas untuk generasi pertanian Indonesia. *Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi*, 6(2), 502–512.
- Handayani, T., & Putri, A. (2024). Integrasi teknologi digital dalam mekanisasi pertanian modern. *Jurnal Smart Agriculture Indonesia*, 5(1), 44–58.
- Hasan, M. M., Islam, M. U., & Sadeq, M. J. (2022). Towards technological adaptation of advanced farming through AI, IoT, and robotics: A comprehensive overview. *Journal of Advanced Agricultural Technology*, 8(3), 155–170.
- Hidayat, M., & Prabowo, S. (2022). Modernisasi alat mesin pertanian dalam meningkatkan produktivitas lahan. *Jurnal Teknologi Pertanian Nusantara*, 10(3), 120–132.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldu, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640–652.
- Kurniawan, D. (2021). Efektivitas penggunaan combine harvester pada sistem panen padi modern. *Jurnal Agrimekanika*, 7(2), 70–82.
- Nasution, S. T. S. R., Telaumbanua, M. M., Lase, N. K., Mendrofa, M. V., Dawolo, T. Y., & Zebua, H. P. (2024). Pemahaman teknologi modern dalam perlindungan tanaman pangan dan produktivitas maksimal. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 138–143.
- Nugroho, A., Siregar, P., & Wahyuni, E. (2021). Tantangan penerapan mekanisasi pertanian pada petani kecil di Indonesia. *Jurnal Sosial Pertanian*, 9(1), 15–27.
- Nuzaverra, S. U., Octaviani, E. A., Anidah, A., & Solikhin, A. (2022). Overview of digital agriculture technologies in Indonesia: Policies, implementation, and COVID-19 relation. *Journal of Digital Agriculture Studies*, 4(2), 33–47.
- Prasetyo, H. (2024). Teknologi otomatisasi dan GPS dalam mekanisasi pertanian presisi. *Jurnal Rekayasa Pertanian Modern*, 6(1), 34–49.
- Putra, R., Maulana, F., & Yanti, D. (2022). Penggunaan alat penyemprot modern untuk efisiensi budidaya tanaman pangan. *Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 11(2), 66–79.

- Rahmawati, S. (2023). Pengaruh penggunaan rice transplanter terhadap produktivitas usaha tani padi. *Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pertanian*, 12(1), 52–64.
- Santoso, B. (2023). Perubahan struktur tenaga kerja akibat modernisasi pertanian. *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, 14(2), 90–104.
- Saputra, Y., & Lestari, M. (2024). Penerapan mekanisasi pada sektor hortikultura dan perkebunan modern. *Jurnal Inovasi Pertanian*, 13(1), 75–89.
- Sudaryanto, T., Wahida, W., Purba, H. J., Rafani, I., & Andoko, E. (2022). Promoting smart farming based-digital business technology in the context of agricultural transformation in Indonesia. *FFTC Journal of Agricultural Policy*, 3, 69–84.
- Sutrisno, A. (2023). Mekanisasi pertanian sebagai strategi pembangunan pertanian berkelanjutan. *Jurnal Pembangunan Pertanian*, 15(2), 110–125.
- Utami, R. (2024). Peran pemerintah dalam pengembangan mekanisasi pertanian nasional. *Jurnal Kebijakan Pertanian Indonesia*, 9(1), 40–55.
- Wibowo, E. (2023). Pengaruh mekanisasi terhadap kesejahteraan petani di daerah agraris. *Jurnal Ekonomi Pertanian Indonesia*, 11(3), 101–115.
- Yuliana, D. (2024). Efisiensi penggunaan traktor dalam pengolahan lahan pertanian modern. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 8(2), 60–74.
- Zen, W. I., & Jasril, I. R. (2024). Pengembangan sistem penyiangan gulma padi berbasis IoT menggunakan ESP32 untuk meningkatkan produktivitas pertanian. *ELEKTIF: Jurnal Elektronika & Informatika*, 2(2), 77–89.



BAB 9

DAMPAK PERTANIAN TERHADAP LINGKUNGAN

Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ph.D.
Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

A. PENDAHULUAN

Pertanian berperan penting dalam menyediakan pangan, bahan baku industri, dan sumber pendapatan masyarakat, sehingga menjadi sektor strategis dalam menopang perekonomian. Seperti disajikan pada Tabel 1, aktivitas pertanian juga menimbulkan dampak terhadap lingkungan, kesehatan, dan emisi gas rumah kaca. Sejak manusia mulai mendomestikasi tanaman dan hewan, intensifikasi produksi telah meningkatkan hasil panen secara signifikan, tetapi pada saat yang sama juga membawa konsekuensi ekologis yang besar. Praktik pertanian

DAFTAR PUSTAKA

- Aier, I., et al. (2021). Open burning of biomass and possible solutions. *International Energy Journal*.
- Barros-Rodríguez, A., Rangseekaew, P., Lasudee, K., Pathom-aree, W., & Manzanera, M. (2021). Impacts of agriculture on the environment and soil microbial biodiversity. *Plants*, 10(11), 2325. <https://doi.org/10.3390/plants10112325>
- Fipps, G. (2021). *Irrigation water quality standards and salinity management strategies*. Texas A&M AgriLife Extension. <https://gfipps.tamu.edu/files/2021/11/EB-1667-Salinity.pdf>
- Greenpeace Indonesia. (2023). Menuju pertanian berkelanjutan di tengah gempuran krisis iklim. *Greenpeace Indonesia*. <https://www.greenpeace.org/indonesia/cerita/56629/>
- Kartika, K., Harsonowati, W., Latifah, E., Lestari, P., Arifin, Z., Krismawati, A., Izawati, A. H., Ridwan, R., & others. (2025). Waste treatment technologies for sustainable agriculture. In J. A. Parray et al. (Eds.), *Producing Healthy Foods with Healthy Soils*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-82536-1_8
- Keena, M., Meehan, M., & Scherer, T. (2022). Environmental implications of excess fertilizer and manure on water quality. *North Dakota State University Extension*. <https://www.ndsu.edu/agriculture/extension/publications/environmental-implications-excess-fertilizer-and-manure-water-quality>
- Kraker, J., et al. (2024). Influence of agricultural intensification on pollinator pesticide exposure and pollinator diversity. *Journal of Applied Ecology*, 61(8), 1905–1917.
- Kumwimba, M. N. (2023). Advances in ecotechnological methods for diffuse nutrient pollution control: Wicked issues in agricultural and urban watersheds. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1199923. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1199923>

- Li, L., Awada, T., Shi, Y., Jin, V. L., & Kaiser, M. (2024). Global greenhouse gas emissions from agriculture: Pathways to sustainable reductions. *Global Change Biology*, 31(1), e70015. <https://doi.org/10.1111/gcb.70015>
- Luna Juncal, M. J., Masino, P., Bertone, E., & Stewart, R. A. (2023). Towards nutrient neutrality: A review of agricultural runoff mitigation strategies and the development of a decision-making framework. *Science of the Total Environment*, 874, 162408. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162408>
- Oanh, N. T. K. (2021). Rice straw open burning: Emissions, effects and multiple benefits of non-burning alternatives. *Vietnam Journal of Science, Technology and Engineering*.
- Panis, C., Kawassaki, A. C. B., Crestani, A. P. J., Pascotto, C. R., Bortoli, D. S., Vicentini, G. E., Lucio, L. C., Ferreira, M. O., Prates, R. T. C., Vieira, V. K., Gaboardi, S. C., & Candido, L. Z. P. (2022). Evidence on human exposure to pesticides and the occurrence of health hazards in the Brazilian population: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 9, 787438. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.787438>
- Rafik, F., Saber, N., Iben Halima, O., & Douaik, A. (2023). The effects of the quality of irrigation water used on agricultural soils in coastal Chaouia, Morocco. *Journal of Ecological Engineering*, 24(2), 50–60. <https://doi.org/10.12911/22998993/156691>
- Ritchie, H., Rosado, P., & Roser, M. (2024). Breakdown of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide emissions by sector. *Our World in Data*. <https://archive.ourworldindata.org/20260417-112857/emissions-by-sector.html>
- WHO. (2023). Pesticide residues in food. *World Health Organization*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pesticide-residues-in-food>

Zhu, G., Sun, Y., Shakoor, N., Zhao, W., Wang, Q., Wang, Q., Imran, A., Li, M., Li, Y., Jang, Y., Abdel, M., & Rui, Y. (2023). Phosphorus-based nanomaterials as a potential phosphate fertilizer for sustainable agricultural development. *Plant Physiology and Biochemistry*, 205, 108172. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108172>



BAB 10

PENGELOLAAN LIMBAH PERTANIAN

Dr. Ismail Saleh, S.P., M.Si.
Universitas Swadaya Gunung Jati

A. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor yang sangat penting bagi kehidupan manusia karena pertanian berperan penting dalam menyuplai pangan, pakan, sandang, serta bahan baku industri. Dalam kegiatan produksi pertanian, selain dihasilkan produk utama (produk yang dipanen/marketable), juga dihasilkan produk sisa atau limbah dalam jumlah yang cukup besar. Limbah pertanian dapat didefinisikan sebagai sisa-sisa atau produk sampingan yang dihasilkan dari berbagai kegiatan budidaya tanaman, peternakan, dan pengolahan hasil panen yang sudah tidak memiliki nilai langsung untuk tujuan utamanya namun masih berpotensi untuk dimanfaatkan kembali. Limbah-limbah

DAFTAR PUSTAKA

- Achadri, Y., Hosang, E. Y., Matitaputty, P. R., & Sendow, C. J. B. (2021). Potensi limbah jagung hibrida (*Zea mays* L) sebagai pakan ternak di daerah dataran kering Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 19(2), 42–48. <https://doi.org/10.29244/jintp.19.2.42-48>
- Antriyandarti, E., Barokah, U., Rahayu, W., Ani, S. W., Marwanti, S., Darsono, Ferichani, M., & Irawan, S. (2025). Pengembangan ekonomi sirkular untuk pengelolaan sampah organik di Desa Senden, Kabupaten Magelang. *Jurnal Warta LPM*, 28(1), 1–10. <https://doi.org/10.23917/warta.v27i1.7049>
- Asfar, A. M. I. A., Asfar, A. M. I. T., Thaha, S., Kurnia, A., Nurannisa, A., Ekawati, V. E., & Dewi, S. S. (2021). Hiasan dinding estetika dari limbah sekam padi. *Batara Wisnu Journal: Indonesian Journal of Community Services*, 1(3), 249–259. <https://doi.org/10.53363/bw.v1i3.25259>
- Astira, T. S., Mardhika, T. T., Saleh, I., & Syahadat, R. M. (2025). The potential for organic matter and nutrient recovery from broccoli harvest residues to support sustainable agriculture. *Agricultural Science*, 9(1), 16–27. <https://doi.org/10.55173/agriscience.v9i1.166>
- Atmaja, I. S. W., & Saleh, I. (2019). Utilization of sugar factory wastes as an ameliorant on sugarcane seedling media with bud chips technique. *Journal of Physics: Conference Series*, 1360, 012021. <https://doi.org/10.088/1742-6596/1360/1/012021>
- Cahaya, N., Trisnaningsih, U., & Saleh, I. (2021). Respon pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium ascalonicum*) kultivar Bima Brebes terhadap bokashi brangkasan kedelai. *Jurnal Pertanian Presisi*, 5(2), 126–137. <https://doi.org/10.35760/jpp.2021.v5i2.4659>

- Darmayanti, N., Febrianti, D. I., & Lestari, S. A. P. (2020). Pemanfaatan limbah kulit jagung untuk meningkatkan perekonomian di Desa Pejok Kecamatan Kepohbaru Kabupaten Bojonegoro. *Ekobis Abdimas Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 68–75.
- Fadhila, F., & Fithriani, Z. W. (2024). Edukasi pemanfaatan limbah jerami guna pencegahan risiko infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) pada balita di Desa Taman Sareh Kabupaten Sampang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 2(6), 2075–2082.
- Fathonah, W., Kusuma, R. I., Wigati, R., Mina, E., & Aditya, M. R. (2023). Pemanfaatan limbah sekam padi menjadi briket sebagai upaya inovasi potensi lokal di Desa Panenjoan. *Kacaneegara Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 6(2), 233–242. <https://doi.org/10.28989/kacaneegara.v6i2.1581>
- Girsang, R., Sitepu, S. M. B., & Sagita, S. (2024). Pengaruh pemberian pupuk branglai (brangkasan kedelai) dalam upaya meningkatkan pertumbuhan dan produksi beberapa varietas tanaman kedelai (*Glycine max* L.). *Jurnal Agroplasma*, 11(2), 753–763.
- Hidayat, C., Wina, E., & Sopiyan, S. (2021). Manfaat senyawa bioaktif dedak padi untuk pakan fungsional ternak ayam. *Wartazoa*, 31(2), 75–84. <https://doi.org/10.14334/wartazoa.v31i2.2676>
- Hidayat, M. S., Hasibuan, A., Harahap, B., & Nasution, S. P. (2022). Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan pupuk di PT. Karya Hevea Indonesia. *Factory Jurnal Industri, Manajemen Dan Rekayasa Industri*, 1(2). <https://doi.org/10.56211/factory.v1i2.172>
- Junaedi, M. N. M., Saleh, I., & Wahyuni, S. (2021). Respon pertumbuhan dan hasil kacang hijau pada beberapa konsentrasi dan frekuensi pemberian limbah cair industri tahu. *AgroSainTa: Widyaiswara Mandiri Membangun Bangsa*, 5(2), 41–48. <https://doi.org/10.51589/ags.v5i2.76>
- Mahmud, M. R., Asfar, A. M. I. A., Damayanti, R., Jusrianto, M., Herman, M. I. A., & Khaerun, M. (2025). Optimalisasi limbah sekam padi melalui teknologi pirolisis: Upaya mewujudkan desa produktif dan ramah lingkungan. *Jurnal Masyarakat Madani Indonesia*, 4(3), 355–364.

- Mila, J. R., & Sudarma, I. M. A. (2021). Analisis kandungan nutrisi dedak padi sebagai pakan ternak dan pendapatan usaha penggilingan padi di Umalulu, Kabupaten Sumba Timur. *Buletin Peternakan Tropis*, 2(2), 90–97. <https://doi.org/10.31186/bpt.2.2.90-97>
- Nairfana, I., Afgani, C. A., & Munandar, I. (2023). Inovasi kemasan kertas benih ramah lingkungan berbahan dasar kulit jagung dan ampas tebu. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 11(1), 375–385.
- Napitupulu, R. T., & Putra, M. H. S. (2024). Pengaruh BOD, COD, dan DO terhadap lingkungan dalam penentuan kualitas air bersih di Sungai Pesanggrahan. *CIVeng*, 5(2), 79–82.
- Nontji, M., Galib, M., Amran, F. D., & Suryanti. (2022). Pemanfaatan sabut kelapa menjadi cocopeat dalam upaya peningkatan ekonomi masyarakat. *Jurnal Pengabdian Dan Pemberdayaan Masyarakat*, 6(1), 145–152.
- Nufus, T. H., Pramono, A. E., Dermawan, A., Ridlwan, H. M., Arnanda, R., & Rizkia, V. (2024). Pemanfaatan sampah organik untuk pembuatan briket arang sebagai energi ramah lingkungan dan usaha meningkatkan kemandirian desa. *Mitra Akademia*, 7(1), 1–7.
- Nurhayati, Syaifullah, M. M., Jasril, Fawrin, H., & Muhdarina. (2025). Pemberdayaan masyarakat melalui pemanfaatan limbah dedak padi sebagai pakan buatan ikan lele Di Desa Kemuning Muda, Kecamatan Bunga Raya, Kabupaten Siak. *J-Dinamika*, 10(1), 135–141. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v10i1.5575>
- Prasiddha, I. J., Laeliocattleya, R. A., Estiasih, E., & Maligan, J. M. (2016). Potensi senyawa bioaktif rambut jagung (*Zea mays* L.) untuk tabir surya alami: kajian pustaka. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 40–45.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *IJPST*, 3(3), 83–91.
- Pujiana, Trisnaningsih, U., & Saleh, I. (2023). Respon tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) kultivar Bima Brebes terhadap berbagai jenis biochar. *Jurnal Agrotek Tropika*, 11(3), 375–380. <https://doi.org/10.23960/jat.v11i3.5834>

- Putra, B. W. R. I. H., & Ratnawati, R. (2019). Pembuatan pupuk organik cair dari limbah buah dengan penambahan bioaktivator EM4. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 11(1), 44–56.
- Putriyana, A. M. E., Putrayana, A. A. E., & Razaki, M. A. (2024). Pemanfaatan jerami padi sebagai bahan utama pupuk bokashi organik. *Jurnal Agribisnis Dan Pembangunan Pertanian*, 2(1), 41–47.
- Rifdah, Herawati, N., & Dubron, F. (2017). Pembuatan biobriket dari limbah tongkol jagung pedagang jagung rebus dan rumah tangga sebagai bahan bakar energi terbarukan dengan proses karbonasi. *Distilasi*, 2(2), 39–46.
- Santi, L. P., & Goenadi, D. H. (2012). Pemanfaatan biochar asal cangkang kelapa sawit sebagai bahan pembawa mikroba pemantap agregat. *Buana Sains*, 12(1), 7–14.
- Simamora, D. R. P., Sitorus, S., & Tarigan, D. (2022). Analisis kadar magnesium (Mg) total dan mangan (Mn) pada penambahan EM4 terhadap pupuk kompos (sampah kulit kedelai-kacang panjang). *Prosiding Seminar Nasional Kimia 2022*, 11–18.
- Sinatrya, A., Wulan, I. R., Tanjung, J. C., Fahima, S., Lestari, P., & Ngadisih. (2024). Potensi ancaman dan upaya mitigasi emisi gas rumah kaca di sektor pertanian Indonesia: Tinjauan sistematis atas literatur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1), 245–254.
- Suriani, W. O., Sura, I. W., Kusuma, P. N., & Pandori, Y. (2024). Potensi pemanfaatan limbah jerami padi sebagai sumber pakan ternak ruminansia yang diolah secara amoniasi. *Journal of Social Science and Multidisciplinary Analysis*, 1(4), 63–77.
- Usman, Kusnanto, Vuspitasari, B. K., & Jewarut, S. (2025). Pemanfaatan limbah jagung menjadi alternatif pakan ternak bernutrisi. *Abdi Wiralodra Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 42–50. <https://doi.org/10.31943/abdi.v7i1.226>
- Wibowo, F., Putra, I. A., & Tanjung, R. (2023). Pengaruh interbal waktu dan pemberian kompos kulit pisang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung (*Zea mays* Saccharata L.). *Agroprimatech*, 7(1), 34–41.

- Wihenti, A. I., Supriyadi, & Santoso, U. (2021). Karakteristik fisik dan kimia kelobot jagung (*Zea mays*) sebagai bahan pengemas. *Warta IHP*, 38(1), 46–53.
- Wulandari, F., Naimah, Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., Karmila, & Rahman. (2024). Pemanfaatan limbah sekam padi kombinasi daun bambu sebagai pupuk kalium silika pada kelompok karang taruna. *JCOMMITTS: Journal of Community Empowerment, Innovation, and Sustainable*, 1(1), 18–23.



BAB 11

KEBIJAKAN DAN REGULASI PERTANIAN DAN LINGKUNGAN

Dr. Yetty Setiyaningsih, S.P., M.Eng
Pemerintah Kota Magelang

A. PENDAHULUAN

Sektor pertanian merupakan salah satu sektor strategis dalam pembangunan Indonesia karena berperan sebagai penyedia pangan, sumber mata pencaharian masyarakat, penyerap tenaga kerja, sekaligus penopang perekonomian nasional. Hasil Sensus Pertanian 2023 (ST2023) menunjukkan bahwa jumlah Usaha Pertanian Perorangan (UTP) di Indonesia mencapai 29.342.202 unit, sedangkan jumlah Rumah Tangga Usaha Pertanian (RTUP) mencapai 28.419.398 rumah tangga. Dari jumlah tersebut, subsektor tanaman pangan masih

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2023). *Hasil Pencacahan Lengkap Sensus Pertanian 2023 Tahap I*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Sensus Pertanian 2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Dye, T. R. (2017). *Understanding Public Policy* (15th Edition). Pearson Education.
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., Mueller, N. D., O'Connell, C., Ray, D. K., West, P. C., Balzer, C., Bennett, E. M., Carpenter, S. R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D., & Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342.
- Hallett, G. (1971). *Agricultural Policy and Economic Development*. London: Croom Helm.
- IPCC. (2023). *Climate Change and Land: Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., & Kienzle, J. (2019). Conservation agriculture and sustainable intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 17(1), 1–13.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2024). *Pembangunan Pertanian Menuju Indonesia Emas 2045*. Jakarta: Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Lal, R. (2020). Regenerative agriculture for food and climate. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(5), 123A–124A.
- Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., Goulson, D., Hartley, S., Lampkin, N., Morris, C., Pierzynski, G., Prasad, P. V. V., Reganold, J., Rockström, J., Smith, P., Thorne, P., & Wratten, S. (2018). Global assessment of

agricultural system redesign for sustainable intensification. *Nature Sustainability*, 1, 441–446.

Republik Indonesia. (2024). *Undang-Undang Nomor 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2025–2045*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.

Rockström, J., Williams, J., Daily, G., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., Wetterstrand, H., DeClerck, F., Shah, M., Steduto, P., de Fraiture, C., Hatibu, N., Unver, O., Bird, J., Sibanda, L., & Smith, J. (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, 46(1), 4–17.



BAB 12

PENERAPAN PERTANIAN RAMAH LINGKUNGAN

Muhamad Nizar Maulid Junaedi, S.P
Universitas Swadaya Gunung Jati

A. PENDAHULUAN

Dinamika pertanian modern di era globalisasi dan peningkatan kebutuhan pangan telah mendorong sektor pertanian untuk terus meningkatkan produktivitasnya melalui berbagai inovasi seperti teknologi, penggunaan varietas unggul, mekanisasi, serta pemanfaatan pupuk maupun pestisida kimia secara masif. Namun cara pandang pembangunan pertanian saat ini tidak lagi hanya menitikberatkan pada capaian produktivitas yang tinggi, melainkan harus memperhatikan

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Shamari, A. A. G., Al-Shihmani, L. S. S., G´alvez, J. F., & Calvo, A. C. (2024). Optimizing Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review of Agronomic Practices and Their Impacts on Soil Attributes. *Journal of Environmental Management*, 364(121487), 1–28.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121487>
- Annisa, W., Pramono, A., Harsanti, H. S., Susilawati, H. L., Santoso, A. A., Yulianingsih, E., Yuniarti, I. F., Viandari, N. A., Sarah, S., Ariani, M., Fauriah, R., Zua'mah, H., Kurnia, A., Handayani, C. O., Putri, E. R., Sukarjo, S., Adriany, T. A., Yulianingrum, H., Kartikawati, R., ... Wihardjaka, A. (2022). *Pengelolaan Lingkungan Pertanian Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Aulakh, C. S., Sharma, S., Thakur, M., & Kaur, P. (2022). A Review of The Influences of Organic Farming on Soil Quality, Crop Productivity and Produce Quality. *Journal of Plant Nutrition*, 45(12), 1884–1905.
- Beyuo, J., Sackey, L. N. A., Yeboah, C., Kayoung, P. Y., & Koudadje, D. (2024). The Implications of Pesticide Residue in Food Crops on Human Health: A Critical Review. *Discover Agriculture*, 2(123), <https://doi.org/10.1007/s44279-024-00141-z>.
- Bhatia, T., & Sindhu, S. S. (2024). Sustainable Management of Organic Agricultural Wastes: Contributions in Nutrients Availability, Pollution Mitigation and Crop Production. *Discover Agriculture*, 2(130). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s44279-024-00147-7>
- Bhattacharyya, S. S., & Furtak, K. (2023). Soil–Plant–Microbe Interactions Determine Soil Biological Fertility by Altering Rhizospheric Nutrient Cycling and Biocrust Formation. *Sustainability*, 15(1).

- Bommarco, R. (2024). Ecological redesign of crop ecosystems for reliable crop protection: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 44(51), 1–17.
- Bremer, J. A., Bruyn, L. A. L. D., Smith, R. G. B., & Cowley, F. C. (2022). Knowns and Unknowns of Cattle Grazing in Oil Palm Plantations. A Review. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(17), 1–20.
- ÇAKMAKÇI, R., ÇAKMAKÇI, S., & ÇAKMAKÇI, M. F. (2025). Principles of Environmentally Sustainable Agriculture for Building Resilient and Resource-Efficient Food Systems. *Turkish Journal of Biology*, 49(5), 550–584.
- Chairunnisa, C., Masyura, E. E., Aidila, D., Siagian, M. R. M., Nanda, N., & Rahmadani, S. (2023). Faktor Penyebab dan Dampak Paparan Pestisida terhadap Kesehatan Petani. *Journal of Nursing and Public Health*, 11(2).
- Chatterjee, A., Singh, S., Agrawal, C., Yadav, S., Rai, R., & Rai, L. C. (2017). Role of Algae as A Biofertilizer. *Algal Green Chemistry*, 189–200. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-444-63784-0.00010-2>
- Dan, I. S., & Jitea, I. M. (2024). Understanding the Perceptions of Organic Products in Romania: Challenges and Opportunities for Market Growth in the Context of the European Green Deal. *Agriculture MDPI*, 14(2292), 1–25.
- Deng, C., Zhang, G., Liu, Y., Nie, X., Li, Z., Liu, J., & Zhu, D. (2021). Advantages and Disadvantages of Terracing: A Comprehensive Review. *International Soil and Water Conservation Research*, 9(3), 344–359.
- Duncan, A. J., Ayantunde, A., Blummel, M., Amole, T., Padmakumar, V., & Moran, D. (2023). Applying Circular Economy Principles to Intensification of Livestock Production in Sub-Saharan Africa. *Sage Journal*, 52(3), 327–338.
- Fathia, A. N., Hadianto, A., & Raswatie, F. D. (2024). Strategi Mengurangi Emisi Gas Rumah Kaca pada Budidaya Padi di Indonesia. *Indonesian Journal of Agricultural, Resource and Environmental Economics*, 3(1).

- Firdaus, A., & Yanti, R. (2020). Pendekatan Pertanian Ramah Lingkungan Dalam Konteks Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Lingkungan Dan Pertanian*, 17(1), 22–31.
- Gamage, A., Gangahagedara, R., Gamage, J., Jayasinghe, N., Kodikara, N., Suraweera, P., & Merah, O. (2023). Role of Organic Farming for Achieving Sustainability in Agriculture. *Farming System*, 1(100005), 1–14.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.farsys.2023.100005>
- Geissen, V., Silva, V., Lwangan, E. H., Beriot, N., Oostindie, K., Bin, Z., Pyne, E., Busink, S., Zomer, P., Mol, H., & Ritsema, C. J. (2021). Cocktails of Pesticide Residues in Conventional and Organic Farming Systems in Europe – Legacy of The Past and Turning Point for The Future. *Environmental Pollution*, 278.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116827>
- Ghimirey, V., Chaurasia, J., Acharya, N., Dhungana, R., & Chaurasiya, S. (2024). Biofertilizers: A Sustainable Strategy for Enhancing Physical, Chemical, and Biological Properties of Soil. *Innovations in Agriculture*, 7, 1–11. <https://doi.org/10.3897/ia.2024.12869>
- Han, J., Dong, Y., & Zhang, M. (2021). Chemical Fertilizer Reduction with Organic Fertilizer Effectively Improve Soil Fertility and Microbial Community from Newly Cultivated Land in The Loess Plateau of China. *Applied Soil Ecology*, 165, 103966.
- Istiyani, E., Nugraha, R. A., Rahmawati, N., & Rozaki, Z. (2024). Assessing the Sustainability of Organic Rice Farming in Kulonprogo Regency, Special Region of Yogyakarta, Indonesia. *Organic Farming*, 10(3), 214–225.
- Jankielsohn, A. (2023). Sustaining Insect Biodiversity in Agricultural Systems to Ensure Future Food Security. *Frontiers in Conservation Science*, 4, 1–8.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fcsc.2023.1195512>
- Jasrotia, P., Kumari, P., Malik, K., Kashyap, P. L., Kumar, S., Bhardwaj, A. K., & Singh, G. P. (2023). Conservation Agriculture Based Crop Management Practices Impact Diversity and Population Dynamics of The Insect-Pests and Their Natural Enemies in

- Agroecosystems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 10(3389), 1–16.
- Jayaraman, S., Dang, Y. P., Naorem, A., Page, K. L., & Dalal, R. C. (2021). Conservation Agriculture as A System to Enhance Ecosystem Services. *Agriculture MDPI*, 11(8), 1–14.
- Kaleka, K., Puspita, V. A., & Ngaku, M. A. (2023). Prospek Pengembangan Kelor Guna Mendukung Ketahanan Pangan di Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Manajemen Agribisnis*, 25(4), 4076–4084.
- Köninger, J., Labouyrie, M., Ballabio, C., Dulya, O., Mikryukov, V., Romero, F., Franco, A., Bahram, M., Panagos, P., Jones, A., Tedersoo, L., Briones, M. J., & Heijden, M. G. A. (2026). Pesticide Residues Alter Taxonomic and Functional Biodiversity in Soils. *Nature*, 650(8101), 367–373.
- Kurniawati, A., Toth, G., Ylivainio, K., & Toth, Z. (2024). Opportunities and Challenges of Bio-Based Fertilizers Utilization for Improving Soil Health. *Organic Agriculture*, 13, 335–350.
- Laia, I. A., Gulo, E. A. K. D., Gulo, L. L., & Ndraha, A. B. (2025). Dampak Penerapan Pertanian Organik terhadap Kualitas Tanah dan Hasil Pertanian Tanaman Padi Sawah di Kepulauan Nias. *Jurnal Kajian Ilmu Pertanian Dan Perkebunan*, 2(1), 177–186.
- Lampkin, N., & Padel, S. (2020). *The Economics of Organic Farming: An International Perspective*. CABI Publishing.
- Lee, J., Jo, N. Y., Shim, S. Y., Linh, L. T. Y., Kim, S. R., Lee, M., & Hwang, S. (2023). Effects of Hanwoo (Korean cattle) Manure as Organic Fertilizer on Plant Growth, Feed Quality, and Soil Bacterial Community. *Frontiers in Plant Science*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1135947>
- Maharani, E. Z., Nurlaela, S., & Puspitojati, E. (2024). Determinan Faktor dalam Penerapan Sistem Pertanian Organik pada Petani Anggota Aliansi Petani Padi Organik Boyolali (APPOLI). *Jurnal Penyuluhan*, 20(2), 313–322.
- Melges, C., Bosch, F. R., Veen, R., Oggiano, P., Bianchi, F. J. J. A., Putten, W. H. V. D., & Zanten, H. H. E. V. (2024). Farming Practices to

- Enhance Biodiversity Across Biomes: A Systematic Review. *Npj Biodiversity*, 3(1), 1–11.
- Meshram, S., Mansor, H. B., & Adhikari, T. B. (2026). Recent Advances in Organic Agriculture: Innovations, Challenges, and Opportunities. *Frontiers in Plant Science*, 16(1681928), 1–23.
- Ngadisih, N., Sinatrya, A., Wulan, I. R., Tanjung, J. C., Fahima, S., & Lestari, P. (2024). Potensi Ancaman dan Upaya Mitigasi Emisi Gas Rumah Kaca di Sektor Pertanian Indonesia : Tinjauan Sistematis Atas Literatur. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(1).
- Oukaira, A., Benelhaouare, A. Z., Kengne, E., & Lakhssassi, A. (2021). FPGA-Embedded Smart Monitoring System for Irrigation Decisions Based on Soil Moisture and Temperature Sensors. *Agronomy*, 11(9), 1–13.
- Oyebibi, O. O., Laezza, A., Hoque, M. M., Thammavongsa, S., Li, M., Tsipas, S., Tasiopoulos, A. J., Scopa, A., & Drosos, M. (2026). Organic Amendments for Sustainable Agriculture: Effects on Soil Function, Crop Productivity and Carbon Sequestration Under Variable Contexts. *C Journal of Carbon Research*, 12(7), 1–48.
- Pak Tani. (2021). *Sistem Mina Padi, Kombinasi Lahan Sawah dengan Budidaya Ikan*. https://paktanidigital.com/artikel/mengenal-sistem-mina-padi/?utm_source=chatgpt.com
- Panday, D., Bhusal, N., Das, S., & Ghalegholabbehbahani, A. (2024). Rooted in Nature: The Rise, Challenges, and Potential of Organic Farming and Fertilizers in Agroecosystems. *Sustainability*, 16(1530), 1–25.
- Pretty, J. (2008). Agricultural Sustainability: Concepts, Principles and Evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491), 447–465.
- Quinton, J. N., & Fiener, P. (2024). Soil Erosion on Arable Land: An Unresolved Global Environmental Threat. *Progress in Physical Geography*, 48(1), 136–161.
- Rad, S. M., Ray, A. K., & Barghi, S. (2022). Water Pollution and Agriculture Pesticide. *Clean Technologies*, 4, 1088–1102. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/cleantechnol4040066>

- Rahma, A. D., Rosidi, M., Zapariza, R., Sulaeman, E., & Ridwan, I. (2023). Infiltration Ability in The Area of Land Use Change, Bogor, West Java. *Applied Water Science*, 13(213).
- Rahman, A., & Wijaya, P. (2021). Inovasi Pupuk Organik Padat untuk Budidaya Perkebunan. *Jurnal Agroforestri*, 6(4), 72–80.
- Riedo, J., Wettstein, F. E., Rosch, A., Herzog, C., Banerjee, S., Buchi, L., Charles, R., Wachter, D., Laurent, F. M., Bucheli, T. D., Walder, F., & Heijden, M. G. A. (2021). Widespread Occurrence of Pesticides in Organically Managed Agricultural Soils - The Ghost of a Conventional Agricultural Past? *Environ. Sci. Technol.*, 55, 2919–2928.
- Sánchez, A. C., Kamau, H. N., Grazioli, F., & Jones, S. K. (2022). Financial Profitability of Diversified Farming Systems: A Global Meta-Analysis. *Ecological Economics*, 201(107595). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107595>
- Santini, A., Masiero, M., Amato, G., & Pettenella, D. M. (2025). From Flood to Drip Irrigation: A Review of Irrigation Modernization Trade-Offs. *Water*, 17(20), 1–18.
- Segura, A., Grass, I., Feuerbacher, A., Chavez, A. G., & Mupepele, A. C. (2025). Semi-Natural Habitats and Their Contribution to Crop Productivity Through Pollination and Pest Control: A Systematic Review. *Landscape Ecology*, 40(137), 1–15.
- Selvan, T., Panmei, L., Murasing, K. K., Guleria, V., Ramesh, K. R., Bhardwaj, D. R., Thakur, C. L., Kumar, D., Sharma, P., Umedsinh, R. D., Kayalvizhi, D., & Deshmukh, H. K. (2023). Circular Economy in Agriculture: Unleashing The Potential of Integrated Organic Farming for Food Security and Sustainable Development. *Frontier in Sustainable Food Systems*, 7. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1170380>
- Sharma, P., Sharma, P., & Thakur, N. (2024). Sustainable Farming Practices and Soil Health: A Pathway to Achieving SDGs and Future Prospects. *Discover Sustainability*, 5(250). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43621-024-00447-4>

- Sher, A., Li, H., Ullah, A., Hamid, Y., Nasir, B., & Zhang, J. (2024). Importance of Regenerative Agriculture: Climate, Soil Health, Biodiversity and Its Socioecological Impact. *Discover Sustainability*, 5(462). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43621-024-00662-z>
- 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(1), 43–54.
- Sikorskaya, E. (2026). *Soil Restoration in Karst Landscapes: The Effectiveness of Afforestation and Contour Terraces*. https://agriexpert.ru/articles/6394/vosstanovlenie-pocv-v-karstovyx-landsaftax-effektivnost-lesoposadok-i-konturnyx-terras?utm_source=chatgpt.com
- Singh, S., & Kumawat, K. C. (2023). Integrated Farming System for Improving Sustainability in Agriculture. *Indian Farming*, 73(9), 40–43.
- Some, S. (2024). Unlocking Synergies and Managing Trade-Offs: How Climate Actions in Indian Agriculture Support the Sustainable Development Goals. *Discov Sustain*, 5(207). <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s43621-024-00379-z>
- Soni, R., Gupta, R., Agarwal, P., & Mishra, R. (2022). Organic Farming: A Sustainable Agricultural Practice. *Vantage: Journal of Thematic Analysis*, 3(1), 21–44.
- Sporchia, F., Antonelli, M., Aguilar-Martínez, A., Bach-Faig, A., Caro, D., Davis, K. F., Sonnino, R., & Galli, A. (2024). Zero Hunger: Future Challenges and The Way Forward Towards The Achievement of Sustainable Development Goal 2. *Sustainable Earth Reviews*, 7(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s42055-024-00078-7>
- Steiner, J. L., Lin, X., Cavallaro, N., Basso, G., & Sassenrath, G. (2023). Climate Change Impacts on Soil, Water, and Biodiversity Conservation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 78.

- Susanti, R., Kenarni, N. R., Jaya, A. F., Nisa, F. F., Mukaromah, R. L., Widiatningrum, T., Martuti, N. K. T., & Rahayuningsih, M. (2023). Microbial Diversity in Pesticidal and Non-Pesticidal Paddy Soil Microbiomes. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(9), 4723–4730.
- Sutriadi, M. T., Wihardjaka, A., Harsanti, H. S., & Pramono, A. (2021). Environmentally Friendly Agricultural Development. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 15(2), 89–102. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21082/jsdl.v15n2.2021.89-102>
- Tagkas, C. F., Rizos, E. C., Markozannes, G., Karalexi, M. A., Wairegi, L., & Ntzani, E. E. (2024). Fertilizers and Human Health—A Systematic Review of the Epidemiological Evidence. *Toxics*, 12(694).
- Teng, J., Hou, R., Dungait, J. A. J., Zhou, G., Kuzyakov, Y., Zang, J., Tian, J., Cui, Z., Zhang, F., & Baquerizo, M. D. (2024). Conservation Agriculture Improves Soil Health and Sustains Crop Yields After Longterm Warming. *Nature Communications*, 15(8785). <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41467-024-53169-6>
- Usni, M. (2024). Systematic Literature Review: Integrated Farming System sebagai Daya Saing dan Keberlanjutan Pertanian di Indonesia. *Fruitset Sains: Jurnal Pertanian Agroteknologi*, 13(3).
- Verma, S., & Pradhan, S. S. (2024). Effect of Mulches on Crop, Soil and Water Productivity: A Review. *Agricultural Reviews*, 45(2), 335–339. <https://doi.org/https://doi.org/10.18805/ag.R-2243>
- Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Jamroz, E., & Kocowicz, A. (2007). Agricultural And Ecological Aspect of Sandy Soil as Affected by The Application of Municipal Solid Waste Compost. *Soil Biology And Biochemistry*, 39(6), 1294–1302.
- Wijk, M. T. V., Merbold, L., Hammond, J., & Bahl, K. B. (2020). Improving Assessments of the Three Pillars of Climate Smart Agriculture: Current Achievements and Ideas for the Future. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4(558483), 1–14.

- Xing, Y., Zhang, X., & Wang, X. (2024). Enhancing Soil Health and Crop Yields Through Water-Fertilizer Coupling Technology. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1–23.
- Yassi, A., Farid, M., Anshori, M. F., Muchtar, H., Syamsuddin, R., & Adnan, A. (2023). The Integrated Minapadi (Rice-Fish) Farming System: Compost and Local Liquid Organic Fertilizer Based on Multiple Evaluation Criteria. *Agronomy*, 13(4), 978.
- Yifan, L., Tiaoyan, W., Shaodong, W., Xucan, K., Zhaoman, Z., Hongyan, L., & Jiaolong, L. (2023). Developing Integrated Rice-Animal Farming Based on Climate and Farmers Choices. *Agricultural Systems*, 204(103554).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103554>
- Yue, Q., Guo, P., Wu, H., Wang, Y., & Zhang, C. (2022). Towards Sustainable Circular Agriculture: An Integrated Optimization Framework For Crop-Livestock-Biogas-Crop Recycling System Management Under Uncertainty. *Agricultural Systems*, 196(103347).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103347>
- Yusuf, Y., Annisa, W., Susilawati, S., Lina, H., Wihardjaka, W., Noor, A., Utami, M., & Hidayah, S. N. (2021). *Pengelolaan Lingkungan Pertanian Menuju Pertanian Berkelanjutan*. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Kementerian Pertanian.
- Zhang, L., Liu, D., Yin, Q., & Liu, J. (2024). Organic Certification, Online Market Access, and Agricultural Product Prices: Evidence from Chinese Apple Farmers. *Agriculture*, 14(5).
- Zhao, J., Liu, D., & Huang, R. (2023). A Review of Climate-Smart Agriculture: Recent Advancements, Challenges, and Future Directions. *Sustainability*, 15(4), 1–15.
- Zheng, H., Ma, W., & He, Q. (2024). Climate-smart Agricultural Practices for Enhanced Farm Productivity, Income, Resilience, and Greenhouse Gas Mitigation: A Comprehensive Review. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 29(28), 1–38.

Zheng, X., Wei, L., Weiguang, L., Zhang, H., Zhang, Y., Zhang, H., Zhang, H., Zhu, Z., Ge, T., & Zhang, W. (2024). Long-term Bioorganic and Organic Fertilization Improved Soil Quality and Multifunctionality Under Continuous Cropping in Watermelon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 359(108721). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108721>



Dr. Nikodemus P. P. E. Nainiti, STP., MP.



Penulis tamat pendidikan SMA pada tahun 1986 dan melanjutkan studi ke perguruan tinggi pada tahun 1987 pada Universitas Kristen Artha Wacana Kupang, Fakultas Teknologi Pertanian Program Studi Mekanisasi Pertanian. Penulis kemudian menyelesaikan studi S1 di prodi Mekanisasi Pertanian Universitas Kristen Artha Wacana Kupang pada tahun 1992. Penulis menyelesaikan studi S2 di prodi Teknik Tanah dan Air Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2002. Penulis menyelesaikan studi S3 di prodi Teknik Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta pada tahun 2015. Penulis memiliki kepakaran di bidang Manajemen Sumber Daya Air. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, selain melakukan kegiatan belajar mengajar, penulis pun aktif dalam meneliti dan melakukan pengabdian kepada masyarakat sesuai dibidang kepakarannya. Beberapa kegiatan penelitian dan pengabdian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku-buku ajar terkait mata kuliah yang diampu. Harapannya secara khusus dapat memberikan kontribusi positif bagi mahasiswa dalam kegiatan belajar mengajar pada prodi mekanisasi pertanian maupun bagi masyarakat umumnya yang menjadi tujuan kegiatan pengabdian yang dilakukan. Email Penulis: nikonainiti@gmail.com

Dr. Ray March Syahadat, S.P., S.Ling., M.Si., M.M.



Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi Arsitektur Lanskap, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta dan juga aktif menjadi dosen tamu di beberapa institusi pendidikan tinggi di dalam maupun di luar negeri. Gelar akademiknya diperoleh dari IPB University (S1 dan S2), Universitas Ivet (S1), STIE Bank BPD Jateng yang kini menjadi Universitas BPD (S2), dan Universitas Gadjah Mada (S3).

Penulis telah mempublikasikan ratusan artikel ilmiah yang diterbitkan di jurnal, prosiding, maupun buku. Tulisan pada buku ini merupakan salah satu dari beberapa tulisannya yang diterbitkan oleh Penerbit Widina. Saat ini penulis aktif sebagai pengurus *Asian Cultural Landscape Association* (ACLA) yang berpusat di Korea sebagai *vice president*. Fokus utama kajian yang ditekuninya antara lain hortikultura lanskap, ilmu lingkungan, pariwisata lanskap, serta lanskap sejarah dan budaya.

Priambudi Trie Putra, S.P., M.Si.



Penulis saat ini berprofesi sebagai dosen tetap di Program Studi Arsitektur Lanskap, Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN) Jakarta. Penulis mendapatkan gelar sarjana dan magister Arsitektur Lanskap IPB pada tahun 2011 dan 2015. Selain terlibat dalam beberapa proyek arsitektur lanskap, penulis juga menulis beberapa artikel yang terkait dengan tema tata hijau, estetika, ekologi dan wisata. Buku yang telah ditulis penulis bersama Penerbit Widina antara lain Buku Panduan Studio Arsitektur Lanskap (2023), Buku Pengelolaan Hutan di Pulau-pulau Kecil (2024), dan Geografi Pariwisata Nasional (2025).

Vira Irma Sari, S.P., M.Si.



Penulis lahir di Medan, 7 Juli 1989 dan merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Pendidikan formal yang ditempuh adalah S1 Agronomi di Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara (FP USU) Medan dan S2 Agronomi dan Hortikultura di Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Penulis pernah berkarir menjadi Dosen Tetap di Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi (CWE) Bekasi selama tahun 2014-2024, dan sejak tahun 2024 sampai sekarang berkarir sebagai Dosen Tetap PNS di Program Studi Agroteknologi FP USU Medan. Pengalaman mengajar dan berinteraksi dengan para

praktisi membuat penulis sangat tertarik mendalami kelapa sawit. Penulis aktif melakukan kegiatan tridharma pendidikan dan menjadi *Managing Editor* di Jurnal Agroteknologi Fakultas Pertanian USU. Bidang keahlian penulis adalah perkebunan kelapa sawit, tanaman perkebunan, ilmu gulma, dan biopestisida. Penulis terbuka dan sangat tertarik untuk berkolaborasi tridharma dengan akademisi dan praktisi dari tridharma dengan akademisi dan praktisi dari berbagai universitas dan instansi, oleh karena itu mari berkolaborasi dan saling bersapa di email (virairma@usu.ac.id).

Shalati Febjislami, S.P., M.Si.



Penulis merupakan seorang akademisi yang berprofesi sebagai dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas. Penulis menempuh pendidikan Sarjana (S1) dan Magister (S2) pada program studi Agronomi dan Hortikultura yang keduanya diselesaikan pada tahun 2012 dan 2017 di IPB University. Bidang ilmu yang ditekuni mencakup produksi dan budidaya tanaman hortikultura serta fisiologi tanaman. Selain mengajar, penulis juga aktif dalam Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI) sebagai anggota sejak tahun 2019 dan terlibat dalam berbagai kegiatan pengabdian masyarakat, beberapa di antaranya berfokus pada biokonversi limbah agroindustri menjadi pupuk serta optimalisasi lahan marjinal. Sebagai akademisi, hasil riset dan karya ilmiahnya telah dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah nasional maupun internasional. Beberapa fokus risetnya meliputi karakterisasi pepaya hibrida, penerapan teknologi sambung mini pada durian unggul, hingga studi mengenai tanaman obat seperti kumis kucing.

Mariski, S.P, M.Si,



Penulis lahir di Pekalongan pada 18 Maret 1990. Penulis merupakan pengiat Montessori dan hobi menulis. Penulis merupakan karyawan swasta yang bekerja di PT Bayer Indonesia, Cimanggis Plant (2020-sekarang). Adapun Riwayat Pendidikan yang telah ditamatkan olehnya antara lain Sarjana Pertanian dari Program Studi Agroteknologi Universitas Muhammadiyah Malang (Tahun 2012) dan Magister Sains dari Program Studi Arsitektur Lanskap IPB University (Tahun 2017). Penulis pernah menempuh pendidikan di Chiba University selama tujuh bulan dalam program *Exchange Student* dengan bidang ilmu *Landscape Planning*. Penulis juga pernah menjadi presenter di *Japan Geoscience Meeting Union*, Makuhari Messe International Conference Hall, Japan 2015 dengan karya ilmiah berjudul *People Perceptions about Four Parks in Jakarta*. Selain itu, penulis juga pernah bekerja sebagai pengajar di Universitas Katolik Widya Karya, Malang Program Studi Agroteknologi dan di Bintang Waktu sebagai guru Montessori. Penulis juga pernah membuat buku berjudul *Bahasa Korea* (2023), Penerbit Widina Media Utama dan Komunikasi Pertanian (2024), Penerbit Widina Utama.

Rahayu Novrina Rosa, S.P, M.Agr



Penulis merupakan lulusan Sarjana (S1) dari Institut Pertanian Bogor dan menyelesaikan pendidikan Magister (S2) di Universitas Sumatera Utara. Penulis memiliki minat dan fokus kajian pada bidang pertanian berkelanjutan, agronomi, serta pengelolaan perkebunan. Dalam penelitian tesis, penulis mengkaji komoditas karet dengan perhatian pada aspek budidaya, produktivitas, fisiologis dan pengembangan pertanian yang ramah lingkungan. Melalui kegiatan akademik dan penulisan ilmiah, penulis berupaya menghadirkan wawasan yang aplikatif, ilmiah, dan mudah dipahami bagi pembaca maupun praktisi di bidang pertanian.

Pembaca dapat berinteraksi dengan penulis melalui rahayunovrina12@gmail.com.

Aline Sisi Handini, S.P., M.Si



Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur. Menyelesaikan pendidikan S1 Departemen Agronomi dan Hortikultura, dan melanjutkan S2 pada Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi. Penulis saat ini menekuni bidang bioteknologi pertanian, khususnya komoditas hortikultura. Penulis juga aktif dalam publikasi karya, baik buku, artikel bereputasi, serta mengikuti konferensi ilmiah. Penulis juga tergabung dalam Perhimpunan Hortikultura Indonesia (PERHORTI) dan Perhimpunan Ilmu Pemuliaan Indonesia (PERIPI). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail:

alinesisihandini.fp@upnjatim.ac.id.

Arinal Haq Izzawati Nurrahma, Ph.D.



Penulis merupakan seorang peneliti di Pusat Riset Tanaman Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), dengan keahlian di bidang agronomi, khususnya fisiologi tanaman. Fokus kegiatannya meliputi sistem pertanian berkelanjutan, ketahanan tanaman terhadap cekaman lingkungan, serta adaptasi pertanian terhadap perubahan iklim. Aktivitas penelitiannya berfokus pada kajian fisiologis tanaman yang mendukung pengambilan keputusan strategis dalam sistem budidaya dan pengelolaan pertanian. Kegiatan riset yang pernah ditekuninya adalah mekanisme translokasi fotosintat padi pada cekaman rendaman, mekanisme efisiensi penggunaan air padi pada cekaman suhu tinggi, dan interaksi tanaman-mikroba endofit dalam peningkatan ketahanan terhadap cekaman abiotik. Saat ini beliau

terlibat dalam demplot budidaya padi sistem *ratoon* secara organik dan *pilot project* budidaya padi sistem *alternate wet and drying* (AWD) sebagai bagian dari upaya mendukung pertanian rendah emisi dan berkelanjutan.

Dr. Ismail Saleh, S.P., M.Si.



Penulis merupakan dosen tetap di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Swadaya Gunung Jati (UGJ), Cirebon. Pendidikan S1, S2, dan S3 ditempuh di Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University. Mata kuliah yang diampu di program sarjana dan pascasarjana antara lain Fisiologi Tumbuhan (S1), Biokimia Tanaman (S1), Pertanian Terpadu (S1), serta Metabolisme dan Pengendalian Pertumbuhan Tanaman (S2). Penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian yang berfokus pada eksplorasi tanaman pangan fungsional alternatif yang masih bersifat *underutilized* yang dibudidayakan secara organik. Penulis telah mempublikasikan sejumlah artikel pada jurnal ilmiah baik pada jurnal nasional maupun internasional serta telah menerbitkan beberapa buku ajar sebagai bahan acuan perkuliahan mahasiswa.

Dr. Yetty Setiyaningsih, S.P, M,Eng



Penulis merupakan perencana pembangunan dan akademisi yang memiliki pengalaman lebih dari dua dekade dalam bidang perencanaan wilayah dan kota, arsitektur lanskap, lingkungan hidup, serta pembangunan daerah. Saat ini menjabat sebagai Sekretaris Dinas Kepemudaan Olah raga dan Pariwisata Pemerintah Kota Magelang setelah sebelumnya sebagai Kepala Bidang di Badan Perencanaan Pembangunan, Riset, dan Inovasi Daerah (Bapperida) Kota Magelang. Menamatkan S1 di Arsitektur Lanskap IPB, S2 Magister Perencanaan Kota dan Daerah, S3

Manajemen Kebijakan Publik di UGM dengan predikat cum laude. Selain berkiprah di pemerintahan, penulis juga aktif sebagai dosen pada beberapa universitas serta aktif bergerak di bidang perencanaan lanskap dan lingkungan. Penulis menjabat sebagai Ketua Pengurus Provinsi Ikatan Arsitek Lanskap Indonesia (IALI) Jawa Tengah dan terlibat dalam berbagai penyusunan dokumen perencanaan pembangunan, masterplan keanekaragaman hayati perkotaan, pengembangan ruang terbuka hijau, urban farming, ketahanan pangan, dan pembangunan berkelanjutan. Penulis juga aktif dalam kegiatan penelitian, penyusunan kajian kebijakan publik, serta penulisan karya ilmiah yang berfokus pada isu lingkungan, tata ruang, pembangunan perkotaan, ekonomi wilayah, dan pengelolaan sumber daya alam. Pengalaman profesional yang dimiliki menjadi landasan dalam menghasilkan berbagai gagasan inovatif yang mengintegrasikan aspek ekologis, sosial, dan ekonomi dalam pembangunan daerah. Melalui buku ini, penulis berharap dapat memberikan kontribusi pemikiran dan referensi yang bermanfaat bagi akademisi, praktisi, pemerintah daerah, serta masyarakat luas dalam mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Muhamad Nizar Maulid Junaedi, S.P



Muhamad Nizar Maulid Junaedi, S.P. merupakan laboran di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Swadaya Gunung Jati. Pendidikan Sarjana ditempuh di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Swadaya Gunung Jati (2016-2021). Saat ini penulis aktif di kegiatan analisis laboratorium serta menjadi asisten peneliti di Fakultas Pertanian. Penulis telah menghasilkan

beberapa artikel jurnal yang telah diterbitkan di jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional terindeks Scopus serta beberapa buku bahan ajar.

PERTANIAN & LINGKUNGAN

Pertanian dan Lingkungan membahas hubungan yang erat antara aktivitas pertanian dan keberlanjutan lingkungan dalam menghadapi berbagai tantangan global, seperti perubahan iklim, degradasi lahan, penurunan keanekaragaman hayati, dan ketahanan pangan. Buku ini menguraikan konsep dasar pertanian berkelanjutan, pengelolaan sumber daya alam, serta pentingnya menjaga keseimbangan antara peningkatan produktivitas pertanian dan pelestarian ekosistem. Pembahasan disusun secara sistematis sehingga memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai peran sektor pertanian dalam mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Selanjutnya, buku ini mengulas berbagai pendekatan dan inovasi dalam pengelolaan pertanian yang ramah lingkungan, seperti konservasi tanah dan air, pertanian organik, agroekologi, pertanian presisi, pengelolaan limbah pertanian, serta pemanfaatan teknologi untuk meningkatkan efisiensi produksi. Selain itu, dibahas pula kebijakan, tantangan, dan peluang dalam mewujudkan sistem pertanian yang mampu menjaga kualitas lingkungan sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani dan ketahanan pangan nasional.

Buku ini ditujukan bagi mahasiswa, akademisi, peneliti, praktisi pertanian, penyuluh, serta pembuat kebijakan yang memiliki perhatian terhadap pembangunan pertanian berkelanjutan. Dengan memadukan teori, hasil penelitian, dan penerapan di lapangan, buku ini diharapkan menjadi referensi yang bermanfaat dalam mengembangkan sistem pertanian yang produktif, berdaya saing, serta selaras dengan upaya pelestarian lingkungan untuk mendukung kesejahteraan masyarakat dan keberlanjutan sumber daya alam.

 www.penerbitwidina.com
 @penerbitwidina
 penerbit widina
 penerbitwidina@gmail.com
 widina store
 widina bookstore

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
 0815-7000-699



SCANME

Pertanian

ISBN 978-634-317-337-3



9 786343 173373