Restorasi KESUBURAN TANAH

Melalui Pendekatan Pertanian Sirkular



Rivandi Pranandita Putra | Vita Ayu Kusuma Dewi
Melati Julia Rahma | Shafira Putri Azzahra

Restorasi KESUBURAN TANAH

Melalui Pendekatan Pertanian Sirkular

Rivandi Pranandita Putra | Vita Ayu Kusuma Dewi
Melati Julia Rahma | Shafira Putri Azzahra

Penerbit Widina

RESTORASI KESUBURAN TANAH
MELALUI PENDEKATAN PERTANIAN SIRKULAR

Tim Penulis:
Rivandi Pranandita Putra, Vita Ayu Kusuma Dewi
Melati Julia Rahma, Shafira Putri Azzahra

Desain Cover:
Andi Juliandi

Sumber Ilustrasi:
www.freepik.com

Tata Letak:
Handarini Rohana

Editor:
Aas Masruroh

ISBN:
978-634-317-085-3

Cetakan Pertama:
Juli, 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
Telepon (022) 87355370

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas tersusunnya buku *Restorasi Kesuburan Tanah melalui Pendekatan Pertanian Sirkular* ini. Buku ini disusun sebagai respons terhadap meningkatnya degradasi tanah yang berdampak pada produktivitas pertanian dan keberlanjutan sistem pangan.

Melalui pendekatan pertanian sirkular, buku ini menekankan pentingnya penutupan siklus hara, pengelolaan bahan organik, serta integrasi sistem agroekologi guna memulihkan dan menjaga kesuburan tanah secara berkelanjutan. Pembahasan disajikan secara sistematis, mulai dari konsep dasar hingga strategi implementasi dan arah kebijakan.

Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa, akademisi, dan praktisi. Kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Malang, Juli 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **iii**
DAFTAR ISI ..... **iv**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
BAB 1. PENDAHULUAN: KRISIS KESUBURAN TANAH DAN TANTANGAN SISTEM PANGAN **1**
A. Latar Belakang dan Urgensi Restorasi Tanah 1
B. Degradasi Tanah dalam Perspektif Global dan Nasional 5
C. Paradigma Linear vs Sirkular dalam Pertanian 9
BAB 2. KONSEP DASAR KESUBURAN TANAH **15**
A. Definisi Kesuburan Tanah 15
B. Siklus Biogeokimia 18
C. Bahan Organik Tanah dan Peranannya 25
D. Indikator dan Parameter Penilaian Kesuburan Tanah 29
E. Interaksi Tanah-Iklim-Vegetasi dalam Perspektif Geografi 34
BAB 3. DINAMIKA DEGRADASI TANAH DALAM SISTEM PERTANIAN MODERN **39**
A. Intensifikasi Pertanian 39
B. Erosi, Penurunan Bahan Organik, dan Kerusakan Struktur Tanah 44
C. Ketidakseimbangan Hara dan Pencemaran Tanah 49
D. Dampak Perubahan Iklim terhadap Kesuburan Tanah 55
E. Analisis Spasial Degradasi Tanah 62
BAB 4. TEORI DAN PRINSIP PERTANIAN SIRKULAR **69**
A. Konsep Ekonomi Sirkular dalam Sistem Agroekologi 69
B. Prinsip Reduce-Reuse-Recycle dalam Pertanian 75
C. Daur Ulang Siklus Hara dan Energi 80
D. Integrasi Tanaman-Ternak-Perikanan 82
E. Pertanian Sirkular dan Ketahanan Pangan Berkelanjutan 87
BAB 5. STRATEGI RESTORASI KESUBURAN TANAH BERBASIS SIRKULAR **93**
A. Pengelolaan Bahan Organik 93
B. Daur Ulang Limbah Pertanian dan Agroindustri 99
C. Tanaman Penutup Tanah dan Rotasi Tanaman 104
D. Agroforestri dan Diversifikasi Sistem Lahan 110
E. Pengelolaan Mikroorganisme Tanah 115

BAB 6. PENDEKATAN SPASIAL DALAM RESTORASI TANAH 121
A. Pemetaan Kesuburan Tanah dan Teknologi SIG 121
B. Zonasi Lahan dan Kesesuaian Penggunaan Lahan 125
C. Restorasi Berbasis Lanskap 129
D. Skala Lokal hingga Regional dalam Implementasi Sirkular 133
E. Monitoring dan Evaluasi Berbasis Data Spasial 137
BAB 7. KEBIJAKAN, TATA KELOLA, DAN EKONOMI RESTORASI TANAH .. 143
A. Kebijakan Nasional dan Internasional tentang Degradasi Lahan .. 143
B. Insentif Ekonomi untuk Pertanian Sirkular 148
C. Peran Pemerintah Daerah dan Perencanaan Wilayah 152
D. Pembiayaan Hijau dan Skema Karbon Tanah 157
E. Strategi Implementasi Berbasis Multiaktor 161
BAB 8. ARAH MASA DEPAN RESTORASI TANAH 167
A. Inovasi Teknologi dalam Pengelolaan Tanah 167
B. Pertanian Presisi dan Digital 171
C. Restorasi Tanah dalam Konteks Perubahan Iklim 175
D. Tantangan Sosial-Ekologis 178
E. Rekomendasi Strategis dan Agenda Riset Lanjutan 181
BAB 9. KESIMPULAN 185
DAFTAR PUSTAKA 187
GLOSARIUM 189
PROFIL PENULIS 192

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi lahan gambut 8
Gambar 2. Siklus karbon di alam 20
Gambar 3. Siklus nitrogen di alam 21
Gambar 4. Siklus fosfor di alam 22
Gambar 5. Siklus sulfur di alam 23
Gambar 6. Keterkaitan antara sifat fisik, kimia, dan biologi tanah 30
Gambar 7. Segitiga tekstur tanah 31
Gambar 8. Contoh tanah yang mengalami pemadatan (soil compaction) 46
Gambar 9. Proses pelindian (leaching) unsur hara 59
Gambar 10. Dampak perubahan iklim terhadap interaksi tanah, tanaman, dan atmosfer 60
Gambar 11. Konsep ekonomi sirkular 73
Gambar 12. Sistem mina padi 84
Gambar 13. Biochar sebagai pembenah tanah 94
Gambar 14. Proses vermicomposting 95
Gambar 15. Beberapa jenis limbah pertanian 99
Gambar 16. Dampak tanaman penutup terhadap erosi tanah 108
Gambar 17. Contoh penerapan sistem agroforestri kopi dan sengon 110
Gambar 18. Contoh penerapan sistem taungya 112
Gambar 19. Gambaran mikoriza di dalam tanah 117
Gambar 20. SDG 15 145
Gambar 21. Beberapa manfaat IoT dalam pertanian 168

BAB 1

PENDAHULUAN: KRISIS KESUBURAN TANAH DAN TANTANGAN SISTEM PANGAN

A. LATAR BELAKANG DAN URGENSI RESTORASI TANAH

Tanah merupakan sumber daya alam yang memiliki posisi fundamental dalam menopang kehidupan manusia. Di dalam tanah berlangsung berbagai proses fisik, kimia, dan biologis yang menentukan kemampuan lahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, tetapi juga menyangkut struktur tanah, kandungan bahan organik, aktivitas organisme tanah, serta kapasitas tanah menahan dan menyediakan air. Dalam konteks sistem pangan, tanah berperan sebagai fondasi utama produksi biomassa yang menjadi sumber pangan, pakan, dan serat. Tanpa tanah yang sehat, produktivitas pertanian akan menurun dan ketahanan pangan menjadi rentan. Oleh karena itu, kualitas tanah merupakan prasyarat mendasar bagi keberlanjutan sistem produksi pangan. Namun demikian, dalam beberapa dekade terakhir, kondisi tanah di berbagai wilayah menunjukkan gejala penurunan kualitas yang cukup mengkhawatirkan. Fenomena ini menuntut perhatian serius dari kalangan akademik, pembuat kebijakan, dan pelaku pertanian. Restorasi kesuburan tanah menjadi kebutuhan yang tidak dapat ditunda.

Pertumbuhan penduduk dunia yang terus meningkat mendorong kenaikan kebutuhan pangan secara signifikan. Organisasi internasional seperti FAO telah lama mengingatkan bahwa peningkatan produksi pangan sering kali ditempuh melalui intensifikasi pertanian. Intensifikasi tersebut umumnya mengandalkan penggunaan pupuk anorganik, pestisida sintetis, dan mekanisasi yang intensif. Meskipun pendekatan ini berhasil meningkatkan hasil panen dalam jangka pendek, dampak jangka panjangnya terhadap tanah tidak selalu positif. Penggunaan input eksternal secara berlebihan dapat mengganggu keseimbangan hara dan menurunkan kandungan bahan organik tanah. Ketika bahan organik menurun, struktur

BAB 2

KONSEP DASAR KESUBURAN TANAH

A. DEFINISI KESUBURAN TANAH

Kesuburan tanah merupakan konsep mendasar dalam ilmu tanah yang berkaitan langsung dengan kemampuan tanah mendukung pertumbuhan tanaman. Dalam pengertian yang paling umum, kesuburan tanah merujuk pada kapasitas tanah untuk menyediakan unsur hara esensial dalam jumlah yang cukup dan dalam bentuk yang tersedia bagi tanaman. Definisi ini menekankan bahwa tanah bukan sekadar media tumbuh yang bersifat pasif. Tanah adalah sistem dinamis yang terdiri atas komponen mineral, bahan organik, air, udara, dan organisme hidup. Kelima komponen tersebut saling berinteraksi dan membentuk lingkungan yang menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, kesuburan tanah tidak dapat dipahami hanya dari satu aspek saja. Ia merupakan hasil dari keseimbangan berbagai faktor fisik, kimia, dan biologis. Dalam praktik pertanian, keseimbangan inilah yang menentukan tinggi rendahnya produktivitas lahan.

Secara ilmiah, unsur hara esensial yang diperlukan tanaman telah diidentifikasi dengan jelas melalui penelitian agronomi dan fisiologi tanaman. Unsur seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dibutuhkan dalam jumlah relatif besar dan sering disebut sebagai unsur hara makro. Selain itu, terdapat unsur hara sekunder seperti kalsium, magnesium, dan sulfur yang juga penting bagi proses metabolisme tanaman. Di samping itu, tanaman memerlukan unsur hara mikro seperti besi, mangan, seng, tembaga, boron, molibdenum, dan klorin dalam jumlah kecil tetapi tetap krusial. Kesuburan tanah berkaitan dengan ketersediaan unsur unsur tersebut dalam proporsi yang seimbang. Ketidakseimbangan satu unsur saja dapat mengganggu pertumbuhan, meskipun unsur lain tersedia melimpah. Prinsip ini dikenal dalam ilmu tanah sebagai hukum minimum. Dengan demikian, kesuburan tanah selalu terkait dengan konsep keseimbangan hara.

BAB 3

DINAMIKA DEGRADASI TANAH DALAM SISTEM PERTANIAN MODERN

A. INTENSIFIKASI PERTANIAN

Intensifikasi pertanian telah menjadi strategi utama untuk memenuhi kebutuhan pangan yang terus meningkat akibat pertumbuhan populasi. Praktik ini menekankan peningkatan produktivitas per satuan luas melalui penggunaan input eksternal seperti pupuk kimia, pestisida, dan varietas unggul. Konsep tersebut memang berhasil meningkatkan hasil panen dalam jangka pendek, namun konsekuensinya terhadap kualitas tanah sering kali diabaikan. Ketergantungan yang tinggi pada input eksternal menyebabkan sistem pertanian modern menjadi kurang resilien terhadap gangguan ekologis. Tanah yang semula subur dengan bahan organik tinggi kini mengalami penurunan stok unsur hara alami. Dalam jangka panjang, ketidakseimbangan hara dapat memicu penurunan produktivitas yang memaksa petani menambah dosis pupuk kimia. Siklus ini menciptakan ketergantungan yang sulit dilepaskan.

Peningkatan penggunaan pupuk kimia berkontribusi terhadap perubahan sifat fisik dan kimia tanah. Aplikasi nitrogen, fosfor, dan kalium secara intensif dapat menyebabkan akumulasi ion tertentu yang mengganggu keseimbangan kimia tanah. Tanah menjadi lebih masam akibat penggunaan pupuk nitrogen berlebihan. Selain itu, unsur mikro seperti seng dan mangan sering tidak tercukupi karena pemupukan tidak seimbang. Kondisi ini mengurangi ketersediaan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanah juga mengalami penurunan kapasitas tukar kation seiring hilangnya bahan organik. Akibatnya, tanah kehilangan kemampuan menahan dan melepaskan hara secara bertahap.

Ketergantungan pada pestisida juga berdampak pada kualitas tanah. Pestisida sintetis tidak hanya membunuh organisme target, tetapi juga memengaruhi mikroba tanah yang berperan dalam siklus hara. Aktivitas

BAB 4

TEORI DAN PRINSIP PERTANIAN SIRKULAR

A. KONSEP EKONOMI SIRKULAR DALAM SISTEM AGROEKOLOGI

Konsep ekonomi sirkular dalam konteks agroekologi muncul sebagai respons terhadap keterbatasan sumber daya alam dan degradasi lingkungan yang semakin serius akibat praktik pertanian linear. Sistem pertanian linear tradisional cenderung menekankan produksi besar dengan input eksternal yang tinggi, sehingga menghasilkan limbah yang tidak dikelola dan merusak kesuburan tanah. Dalam ekonomi sirkular, paradigma ini diganti dengan prinsip penutupan siklus, di mana sumber daya digunakan seefisien mungkin, limbah diubah menjadi input produktif, dan energi serta unsur hara kembali ke sistem secara berkelanjutan. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip agroekologi, yang menekankan interaksi harmonis antara tanaman, tanah, air, dan masyarakat. Dengan menerapkan ekonomi sirkular, petani tidak hanya meminimalkan kerugian sumber daya, tetapi juga meningkatkan ketahanan ekosistem dan produktivitas jangka panjang. Konsep ini mendorong pergeseran dari model produksi berorientasi volume menjadi produksi yang berorientasi efisiensi dan keberlanjutan. Selain itu, ekonomi sirkular dalam agroekologi menekankan integrasi antara sistem pertanian dengan aspek sosial, ekonomi, dan ekologi lokal, sehingga hasil produksi mendukung kesejahteraan masyarakat tanpa merusak lingkungan. Prinsip ini juga relevan dalam konteks perubahan iklim, karena sistem yang efisien dan adaptif mampu mengurangi emisi karbon dan meminimalkan dampak ekstrem cuaca. Dengan demikian, ekonomi sirkular bukan sekadar teori, tetapi strategi praktis untuk menghadapi tantangan modernisasi pertanian. Konsep ini semakin penting dalam skala global, di mana ketahanan pangan dan keberlanjutan sumber daya menjadi isu strategis.

Penerapan ekonomi sirkular pada agroekologi dimulai dengan pengelolaan limbah organik dari pertanian dan peternakan sebagai sumber pupuk dan energi. Misalnya, sisa tanaman, jerami, dan limbah ternak dapat

BAB 5

STRATEGI RESTORASI KESUBURAN TANAH BERBASIS SIRKULAR

A. PENGELOLAAN BAHAN ORGANIK

Pengelolaan bahan organik merupakan salah satu strategi utama dalam restorasi kesuburan tanah berbasis pertanian sirkular. Bahan organik berperan sebagai sumber hara yang perlahan dilepaskan, memperbaiki struktur tanah, serta meningkatkan kapasitas menahan air. Kompos, pupuk kandang, dan biochar menjadi tiga bentuk bahan organik yang paling umum digunakan, masing-masing memiliki karakteristik dan manfaat spesifik. Kompos berasal dari dekomposisi bahan organik seperti residu tanaman, daun kering, dan limbah rumah tangga. Proses pengomposan membutuhkan keseimbangan karbon dan nitrogen agar mikroorganisme tanah dapat bekerja optimal. Dengan penambahan kompos secara teratur, kandungan bahan organik tanah meningkat, sehingga tanah menjadi lebih gembur dan aerasi lebih baik. Struktur tanah yang baik mendukung penetrasi akar tanaman serta meminimalkan erosi akibat hujan deras atau irigasi berlebihan.

Pupuk kandang merupakan bentuk bahan organik yang berasal dari limbah ternak, termasuk kotoran ayam, bebek, burung, kelinci, sapi, kambing, domba dan lain sebagainya. Selain menyediakan nitrogen, fosfor, dan kalium, pupuk kandang juga menambah mikroba bermanfaat di dalam tanah. Pemberian pupuk kandang yang matang dan terfermentasi dapat mencegah penyakit tanaman dan meminimalkan risiko patogen. Pengelolaan pupuk kandang memerlukan perhatian pada kadar air, homogenitas bahan, dan durasi fermentasi. Dengan cara ini, pupuk kandang tidak hanya berfungsi sebagai sumber unsur hara, tetapi juga sebagai agen bioremediasi yang memperbaiki kualitas tanah yang terdegradasi. Kombinasi pupuk kandang dan kompos dapat menciptakan sinergi dalam meningkatkan kesuburan tanah secara berkelanjutan.

BAB 6

PENDEKATAN SPASIAL DALAM RESTORASI TANAH

A. PEMETAAN KESUBURAN TANAH DAN TEKNOLOGI SIG

Pemetaan kesuburan tanah merupakan langkah fundamental dalam restorasi tanah yang berkelanjutan. Melalui pemetaan, informasi tentang kondisi fisik, kimia, dan biologis tanah dapat diketahui secara akurat, sehingga intervensi restorasi dapat dilakukan secara tepat sasaran. Tanpa pemahaman spasial, upaya perbaikan kesuburan seringkali bersifat general dan tidak efisien, sehingga biaya dan dampak lingkungan menjadi tinggi. Teknologi Sistem Informasi Geografis atau SIG menyediakan platform untuk mengintegrasikan data tanah, topografi, curah hujan, dan penggunaan lahan dalam satu sistem terpadu. Dengan SIG, analisis kesuburan tanah tidak hanya terbatas pada satu titik, tetapi dapat diperluas hingga skala lanskap.

Penggunaan SIG memungkinkan pengolahan data lapangan yang kompleks menjadi peta tematik yang mudah dipahami. Data laboratorium tanah, seperti kandungan bahan organik, nitrogen, fosfor, kalium, pH, dan tekstur, dapat diintegrasikan dengan data topografi dan iklim. Analisis ini menghasilkan peta kesuburan tanah yang menunjukkan zonasi lahan berdasarkan potensi dan kebutuhan restorasi. Dengan demikian, petani, penyuluh, dan pembuat kebijakan dapat merancang intervensi berbasis bukti. Pemanfaatan SIG juga memudahkan identifikasi daerah yang mengalami degradasi parah atau kehilangan produktivitas.

Teknologi SIG mendukung penerapan pertanian presisi, yaitu penyesuaian input dan praktik pertanian sesuai kondisi spesifik di tiap lokasi. Misalnya, lahan dengan kandungan bahan organik rendah dapat diberikan pupuk organik tambahan atau mikroba tanah tertentu, sedangkan lahan dengan pH ekstrem dapat diperbaiki melalui kapur atau amendemen tanah. Dengan pendekatan ini, intervensi restorasi menjadi lebih hemat sumber

BAB 7

KEBIJAKAN, TATA KELOLA, DAN EKONOMI RESTORASI TANAH

A. KEBIJAKAN NASIONAL DAN INTERNASIONAL TENTANG DEGRADASI LAHAN

Degradasi lahan merupakan masalah global yang telah diakui secara luas karena dampaknya terhadap ketahanan pangan, keanekaragaman hayati, dan kualitas ekosistem. Pemerintah di berbagai negara telah mengembangkan kerangka kebijakan untuk mengatasi degradasi lahan melalui konservasi tanah, restorasi ekosistem, dan pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Di tingkat internasional, konvensi seperti United Nations Convention to Combat Desertification menekankan perlunya tindakan koordinatif antara negara untuk memulihkan tanah yang terdegradasi dan mencegah degradasi lebih lanjut. Instrumen ini memberikan panduan bagi negara anggota untuk mengembangkan strategi nasional yang adaptif terhadap kondisi lokal sekaligus selaras dengan komitmen global. Kebijakan internasional ini menekankan pentingnya integrasi antara aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi, serta mendorong pemanfaatan praktik pertanian berkelanjutan dan restorasi ekologi sebagai solusi jangka panjang.

Di Indonesia, kebijakan nasional terkait degradasi lahan tercermin dalam berbagai regulasi, termasuk Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, yang menekankan pentingnya pemulihan lahan kritis dan pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Selain itu, Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional mengintegrasikan upaya restorasi lahan sebagai bagian dari strategi ketahanan pangan dan mitigasi perubahan iklim. Pemerintah melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Pertanian, dan lembaga terkait lainnya berperan dalam merumuskan program

BAB 8

ARAH MASA DEPAN RESTORASI TANAH

A. INOVASI TEKNOLOGI DALAM PENGELOLAAN TANAH

Inovasi teknologi dalam pengelolaan tanah menjadi salah satu pilar penting untuk meningkatkan efisiensi restorasi kesuburan tanah sekaligus mendukung pertanian berkelanjutan. Perkembangan teknologi memberikan peluang untuk memantau kualitas tanah secara *real time*, memetakan tingkat degradasi, dan merencanakan intervensi yang tepat sasaran. Sensor tanah digital dan *Internet of Things* kini memungkinkan pengukuran kelembapan, suhu, pH, dan kandungan bahan organik secara akurat di berbagai titik lahan (Gambar 21). Data yang terkumpul dari sensor ini kemudian dapat dianalisis menggunakan kecerdasan buatan untuk mengidentifikasi pola degradasi dan potensi perbaikan tanah. Dengan demikian, setiap keputusan yang diambil dapat bersifat prediktif dan berbasis bukti, bukan sekadar asumsi.

BAB 9

KESIMPULAN

Keseluruhan isi buku ini menegaskan bahwa krisis kesuburan tanah merupakan persoalan mendasar yang mengancam keberlanjutan sistem pangan dan stabilitas lingkungan. Tanah tidak dipahami sekadar sebagai media tumbuh, melainkan sebagai sistem hidup yang kompleks, dinamis, dan terbentuk melalui proses alam yang sangat panjang. Degradasi tanah yang terjadi akibat intensifikasi pertanian, erosi, ketidakseimbangan hara, serta perubahan iklim menunjukkan bahwa pendekatan produksi yang bersifat eksploitatif tidak lagi memadai. Buku ini menguraikan bahwa penurunan bahan organik, terganggunya siklus biogeokimia, serta kerusakan struktur tanah menjadi indikator utama melemahnya daya dukung lahan. Dalam konteks tersebut, restorasi kesuburan tanah diposisikan bukan sebagai pilihan tambahan, melainkan sebagai kebutuhan strategis jangka panjang. Pendekatan ilmiah yang memadukan aspek fisik, kimia, dan biologis tanah menjadi landasan utama dalam memahami akar persoalan. Dengan menempatkan tanah sebagai fondasi sistem pangan, buku ini menekankan pentingnya pengelolaan yang berbasis keseimbangan ekologi. Melalui pemahaman yang komprehensif tersebut, arah pembangunan pertanian diarahkan pada upaya pemulihan dan pemeliharaan fungsi tanah secara berkelanjutan.

Lebih lanjut, buku ini menawarkan paradigma pertanian sirkular sebagai kerangka konseptual dan operasional untuk memulihkan kesuburan tanah. Berbeda dengan pendekatan linear yang cenderung mengekstraksi sumber daya tanpa mengembalikan siklus hara secara utuh, pertanian sirkular menekankan prinsip penutupan siklus materi dan energi. Limbah pertanian, residu tanaman, dan kotoran ternak dipandang sebagai sumber daya yang dapat didaur ulang untuk memperkaya bahan organik tanah. Integrasi tanaman, ternak, dan sistem agroforestri dijelaskan sebagai strategi untuk memperkuat keseimbangan ekologis di tingkat lahan maupun lanskap. Buku ini juga menunjukkan bahwa pengelolaan bahan organik, rotasi tanaman,

DAFTAR PUSTAKA

Arifien, Y., Putra, R. P., Wibaningwati, D. B., Anasi, P. T., Masnang, A., Rizki, F. H., Suradi, A. R., Rismaya, R., Marlina, L., Anggarawati, S., Prihatini, R., Sunardi, & Indrawati, E. (2022). *Pengantar Ilmu Pertanian*. Get Press, Padang.

Bhatia, T., & Sindhu, S. S. (2024). Sustainable management of organic agricultural wastes: contributions in nutrients availability, pollution mitigation and crop production. *Discover Agriculture*, *2*(1), 130.

Das, D., Riamei, M., Paul, P., Singh, N., Ingti, B., Sarkar, R. D., Rose, R., Sharma, P. L., & Paul, S. (2025). Understanding the role of soil microorganisms in alleviating hydric and edaphic stress towards sustainable agriculture. *Discover Soil*, *2*(1), 47.

Dewi, V. A. K., Putra, R. P., & Afrianto, W. F. (2022a). Kajian potensi vinase sebagai bahan fertigasi di perkebunan tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Sang Pencerah*, *8*(1), 187-201.

Dewi, V. A. K., Putra, R. P., Haris, A., & Alam, T. (2022b). *Limbah Dapur dan Pemanfaatannya*. CV Bintang Semesta Media, Yogyakarta.

Liang, X., Yu, S., Ju, Y., Wang, Y., & Yin, D. (2025). Integrated management practices foster soil health, productivity, and agroecosystem resilience. *Agronomy*, *15*(8), 1816.

Oishy, M. N., Shemonty, N. A., Fatema, S. I., Mahbub, S., Mim, E. L., Raisa, M. B. H., & Anik, A. H. (2025). Unravelling the effects of climate change on the soil-plant-atmosphere interactions: A critical review. *Soil & Environmental Health*, *3*(1), 100130.

Puspitasari, A. R., Ariyani, D., & Putra, R. P. (2022). Agronomic performance and productivity of plant-cane sugarcane under the application of various dosage of biofertilizer and inorganic fertilizer. *Indonesian Sugar Research Journal*, *2*(2), 56-66.

Putra, R.P., Dewi, V.A.K., & Mangarengi, N. A.P. (2024a). *The Utilisation of Organic Waste: The Case of Indonesia*. Penerbit Widina, Bandung.

Putra, R. P., Dewi, V. A. K., Ranomahera, M. R. R., Arini, N., & Haris, A. (2024b). Dampak aplikasi vinase terhadap lingkungan dan pertumbuhan tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.). *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, *8*(3), 1560-1574.

Putra, R. P., Ranomahera, M. R. R., Arini, N., & Afrianto, W. F. (2021). Tindakan pengembalian residu panen tebu untuk meningkatkan kualitas tanah dan produktivitas tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, *13*(1), 48.

Putra, R. P., Ranomahera, M. R. R., Rizaludin, M. S., Supriyanto, R., & Dewi, V. A. K. (2020). Investigating environmental impacts of long-term monoculture of sugarcane farming in Indonesia through DPSIR framework. *Biodiversitas*, *21*(10), 4945-4958.

Qu, Q., Wang, Z., Gan, Q., Liu, R., & Xu, H. (2023). Impact of drought on soil microbial biomass and extracellular enzyme activity. *Frontiers in Plant Science*, *14*, 1221288.

Xing, Y., Wang, X., & Mustafa, A. (2025). Exploring the link between soil health and crop productivity. *Ecotoxicology and environmental safety*, *289*, 117703.

Zhou, T., Liang, G., Reich, P. B., Delgado-Baquerizo, M., Wang, C., & Zhou, Z. (2024). Promoting effect of plant diversity on soil microbial functionality is amplified over time. *One Earth*, *7*(12), 2139-2148.

PROFIL PENULIS

Rivandi Pranandita Putra, S.P., M.Sc.
Dosen, Departemen Geografi, Universitas Negeri Malang, Indonesia



Rivandi Pranandita Putra lahir di Lampung Tengah pada 26 Mei 1992. Ia menyelesaikan pendidikan sarjana di bidang Agronomi pada Departemen Agronomi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. Pada tahun terakhir studinya, sebelum lulus, ia memperoleh beasiswa penuh Erasmus+ untuk mengikuti program pertukaran mahasiswa selama satu semester di University of Göttingen, Jerman, dengan fokus studi Sustainable International Agriculture. Selanjutnya, ia melanjutkan pendidikan magister di bidang Ilmu Lingkungan di Wageningen University, Belanda, dengan dukungan beasiswa penuh dari Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP). Ia bekerja sebagai peneliti prapanen di Indonesian Sugar Research Institute (P3GI) di Pasuruan, Jawa Timur, pada periode 2019 hingga 2024, dengan fokus penelitian pada manajemen tanaman dan sistem perkebunan. Sejak tahun 2024 hingga sekarang, ia berkiprah sebagai dosen di Program Studi Geografi, Universitas Negeri Malang. Minat penelitiannya meliputi ilmu lingkungan, pertanian perkotaan, agroekologi, dan biologi tanah, yang mencerminkan perhatian besarnya terhadap penggunaan lahan berkelanjutan dan sistem pertanian yang tangguh. Sejumlah publikasinya dapat diakses melalui profil Google Scholar, ResearchGate, dan Academia miliknya. Selain aktif melakukan penelitian, ia juga berperan sebagai reviewer pada beberapa jurnal akademik, antara lain Sugar Tech yang diterbitkan oleh Springer serta Journal of Agricultural Economics and Rural Development yang diterbitkan oleh Premier Publishers. Ia dapat dihubungi melalui surat elektronik di alamat rivandi.pranandita.fis@um.ac.id.

Dr. Ir. Vita Ayu Kusuma Dewi, S.T., M.Si.
Dosen, Departemen Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Negeri Malang, Indonesia



Vita Ayu Kusuma Dewi lahir di Ngawi pada 15 Mei 1993. Saat ini ia menjabat sebagai dosen di Universitas Negeri Malang dengan spesialisasi di bidang sumber daya air dan teknik lingkungan. Ia menyelesaikan pendidikan sarjana di Universitas Brawijaya, kemudian melanjutkan studi magister dan doktor di Institut Pertanian Bogor dengan fokus pada teknik sipil lingkungan dan teknik pertanian. Vita aktif dalam kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat, khususnya pada bidang konservasi air, pengelolaan limbah organik, pengembangan kawasan eduwisata, serta perancangan sistem drainase perkotaan. Selain menjalankan tanggung jawab akademik, ia juga terlibat dalam berbagai proyek nasional maupun internasional. Ia kerap diundang sebagai pembicara dalam seminar akademik serta berperan sebagai reviewer pada konferensi internasional. Kontribusinya dalam inovasi teknologi lingkungan telah mendapatkan pengakuan melalui beberapa paten. Karya ilmiahnya dipublikasikan pada jurnal nasional terakreditasi maupun jurnal internasional bereputasi, serta turut berkontribusi dalam penulisan sejumlah buku ajar akademik. Dengan latar belakang teknis yang kuat dan komitmen terhadap pemberdayaan masyarakat berbasis prinsip lingkungan, Vita secara konsisten mengintegrasikan pendekatan ilmiah dengan nilai nilai sosial dalam mengembangkan solusi keberlanjutan yang kontekstual di Indonesia.

Melati Julia Rahma, S.P., M.Ling.
Dosen, Departemen Geografi, Universitas Negeri Malang, Indonesia



Melati Julia Rahma, S.P., M.Ling., lahir di Pasuruan pada 7 Juli 1997. Ia merupakan dosen di Departemen Geografi, Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Malang, dengan jabatan fungsional Asisten Ahli. Ia menyelesaikan pendidikan sarjana di bidang Agroekoteknologi pada tahun 2019 dan magister di bidang Pengelolaan Sumberdaya Lingkungan dan Pembangunan pada tahun 2022, keduanya di Universitas Brawijaya. Bidang keahliannya meliputi geografi tanah, pengelolaan sumber daya lahan, dan lingkungan. Ia aktif dalam penelitian, pengabdian kepada masyarakat, serta pengembangan media pembelajaran inovatif, dan telah menghasilkan berbagai publikasi ilmiah serta karya ber-ISBN.

Shafira Putri Azzahra
Mahasiswa S-1, Departemen Geografi,
Universitas Negeri Malang, Indonesia



Shafira Putri Azzahra lahir di Jember, Indonesia, pada 8 September 2006. Ia merupakan mahasiswa program sarjana di Departemen Geografi, Universitas Negeri Malang, dengan minat akademik pada geografi fisik dan geografi sosial. Fokus kajiannya terletak pada analisis interaksi antara kondisi lingkungan dan dinamika sosial dalam membentuk pola keruangan serta pembangunan wilayah yang berkelanjutan. Selain itu, ia memiliki ketertarikan yang kuat pada penulisan akademik dan komunikasi ilmiah, yang dipandangnya sebagai sarana penting untuk mengartikulasikan gagasan, mendiseminasikan temuan penelitian, serta mendorong diskursus kritis dalam studi lingkungan dan keruangan. Di luar aktivitas akademik, ia pernah menjabat sebagai koordinator utama dalam sebuah kegiatan kemahasiswaan, yang turut mengasah kemampuan kepemimpinan dan manajerialnya. Ia bercita cita untuk memberikan kontribusi yang bermakna dalam pengembangan penelitian geografi dan pembangunan wilayah berkelanjutan di Indonesia.

Restorasi KESUBURAN TANAH

Melalui Pendekatan Pertanian Sirkular

Tanah merupakan sumber daya alam yang memiliki posisi fundamental dalam menopang kehidupan manusia. Di dalam tanah berlangsung berbagai proses fisik, kimia, dan biologis yang menentukan kemampuan lahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kesuburan tanah tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan unsur hara, tetapi juga menyangkut struktur tanah, kandungan bahan organik, aktivitas organisme tanah, serta kapasitas tanah menahan dan menyediakan air. Dalam konteks sistem pangan, tanah berperan sebagai fondasi utama produksi biomassa yang menjadi sumber pangan, pakan, dan serat. Tanpa tanah yang sehat, produktivitas pertanian akan menurun dan ketahanan pangan menjadi rentan. Oleh karena itu, kualitas tanah merupakan prasyarat mendasar bagi keberlanjutan sistem produksi pangan. Namun demikian, dalam beberapa dekade terakhir, kondisi tanah di berbagai wilayah menunjukkan gejala penurunan kualitas yang cukup mengkhawatirkan. Fenomena ini menuntut perhatian serius dari kalangan akademik, pembuat kebijakan, dan pelaku pertanian. Restorasi kesuburan tanah menjadi kebutuhan yang tidak dapat ditunda.

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

Layanan Pembaca & Penerbitan Buku
0815-7000-699

SCANME

Ilmu Alam

ISBN 978-634-317-085-3

9 786343 170853