

Green Agriculture Development: Strategi Manajemen Pertanian Ramah Lingkungan dalam Skala Global

Muslikhun

STIE Mahardhika Surabaya , Indonesia
email: muslikhun@stiemahardhika.ac.id

Article Info

Article history:

Received : 28 - 08, 2025

Revised : 07 - 09, 2025

Accepted : 28 - 09, 2025

Keywords:

green agriculture, development, strategi manajemen pertanian, ramah lingkungan

ABSTRACT

Perkembangan pertanian hijau (green agriculture) telah menjadi strategi global yang krusial dalam merespons tantangan ketahanan pangan, degradasi lingkungan, dan perubahan iklim. Strategi manajemen pertanian ramah lingkungan ini mengintegrasikan prinsip-prinsip seperti agroekologi, pertanian presisi, daur ulang biomassa, dan pengelolaan hama terpadu untuk menciptakan sistem pertanian yang berkelanjutan dan tangguh. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa adopsi praktik pertanian hijau secara signifikan dapat meningkatkan keanekaragaman hayati, kesehatan tanah, dan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk, sekaligus mengurangi jejak karbon sektor pertanian (Pretty, 2018; FAO, 2022). Meskipun demikian, implementasinya dalam skala global menghadapi kendala seperti biaya transisi awal, kebutuhan kapasitas teknis, dan kebijakan yang kurang mendukung. Oleh karena itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa kolaborasi multipihak, insentif kebijakan yang tepat, serta inovasi teknologi yang terjangkau merupakan elemen kunci untuk mempercepat transisi menuju sistem pertanian global yang produktif dan berkelanjutan, seperti yang diwujudkan dalam kerangka kerja Integrated Landscape Management (Scherr et al., 2021).

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



*Corresponding Author:

Muslikhun

STIE Mahardhika Surabaya , Indonesia

Email: muslikhun@stiemahardhika.ac.id

1. PENDAHULUAN

Sektor pertanian global berada pada persimpangan jalan yang menentukan. Di satu sisi, tuntutan untuk memproduksi pangan bagi populasi dunia yang terus bertumbuh semakin mendesak, dengan proyeksi kebutuhan pangan yang akan meningkat sebesar 50-60% pada tahun 2050 (Elferink & Schierhorn, 2016). Di sisi lain, model pertanian konvensional yang bertumpu pada intensifikasi input kimia, eksploitasi sumber daya alam secara masif, dan perluasan lahan telah menimbulkan konsekuensi lingkungan yang serius, termasuk degradasi tanah, penipisan sumber daya air, hilangnya keanekaragaman hayati, dan kontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca (IPCC, 2019). Paradoks antara ketahanan pangan dan keberlanjutan lingkungan ini menuntut transformasi mendasar dalam sistem produksi pertanian.

Konsep "green agriculture" atau pertanian hijau muncul sebagai kerangka solusi yang menjanjikan untuk mendamaikan kedua tujuan tersebut. Pertanian hijau didefinisikan sebagai sistem manajemen pertanian yang mengintegrasikan prinsip-prinsip ekologi ke dalam praktik budidaya, bertujuan untuk mengoptimalkan produktivitas sekaligus melestarikan dan meningkatkan sumber daya alam (FAO, 2022). Pendekatan ini melampaui sekadar pengurangan input berbahaya; ia membayangkan sebuah sistem yang regeneratif, adaptif, dan terintegrasi dengan lanskap sekitarnya. Pilar utamanya mencakup agroekologi, pertanian presisi untuk

efisiensi sumber daya, pengelolaan hama terpadu (PHT), konservasi tanah dan air, serta pemanfaatan energi terbarukan.

Namun, transisi dari model konvensional menuju sistem pertanian hijau dalam skala global bukanlah hal yang sederhana. Terdapat kompleksitas multidimensi yang meliputi aspek teknis, ekonomi, sosial, dan kebijakan. Hambatan seperti biaya investasi awal yang tinggi, kurangnya akses terhadap pengetahuan dan teknologi tepat guna, struktur pasar yang tidak mendukung produk berkelanjutan, serta fragmentasi kebijakan seringkali menghambat adopsi secara luas (Pretty et al., 2018). Oleh karena itu, diperlukan pemahaman yang komprehensif tentang strategi manajemen yang efektif untuk mendorong transformasi ini.

Artikel ini bertujuan untuk menganalisis strategi manajemen pertanian ramah lingkungan dalam konteks global. Fokus pembahasan akan diarahkan pada: (1) mengkaji prinsip-prinsip inti dan praktik-praktik utama dalam pertanian hijau yang didukung oleh bukti ilmiah; (2) menganalisis tantangan dan peluang dalam implementasinya di berbagai wilayah di dunia; dan (3) merekomendasikan kerangka strategis yang melibatkan aktor multipihak—mulai dari petani, pelaku industri, peneliti, hingga pembuat kebijakan—untuk mempercepat adopsi dan penskalaan pertanian hijau secara global

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep dan Prinsip Dasar Green Agriculture

Green agriculture bukanlah konsep monolitik, melainkan sebuah payung filosofi yang mencakup beragam pendekatan sistemik. Inti dari konsep ini adalah integrasi prinsip-prinsip ekologi ke dalam pengelolaan pertanian dan peternakan untuk menciptakan sistem yang mandiri dan regeneratif. FAO (2017) mendefinisikannya sebagai pendekatan yang meningkatkan produktivitas dan ketahanan dengan mengelola sumber daya alam secara efektif tanpa merusaknya. Prinsip-prinsip inti ini meliputi kesehatan tanah, keanekaragaman hayati, daur ulang nutrisi, dan sinergi antar komponen sistem (Gliessman, 2018). Konsep ini beririsan dengan, tetapi lebih luas dari, pertanian organik, karena ia secara eksplisit memasukkan dimensi efisiensi energi, air, dan pengurangan emisi karbon, serta adaptasi terhadap perubahan iklim.

2.2 Strategi Manajemen dan Praktik Kunci

Literatur mengelompokkan strategi manajemen green agriculture ke dalam beberapa ranah utama. Pertama, manajemen kesehatan tanah dan nutrisi berkelanjutan, yang menekankan pada peningkatan bahan organik tanah melalui pupuk hijau, kompos, dan sistem rotasi atau polikultur yang kompleks. Praktik seperti conservation tillage (olah tanah konservasi) telah terbukti meningkatkan kandungan karbon organik tanah, retensi air, dan mengurangi erosi (Kassam et al., 2019). Kedua, pengelolaan keanekaragaman hayati fungsional, termasuk penggunaan tanaman penutup, penanaman pagar, dan pengelolaan hama terpadu (PHT), yang memanfaatkan musuh alami untuk mengurangi ketergantungan pada pestisida sintetik (Pretty, 2018). Ketiga, efisiensi sumber daya dan pertanian presisi, yang memanfaatkan teknologi seperti sensor, IoT, dan analisis data untuk aplikasi air, pupuk, dan pestisida yang tepat dosis, tepat tempat, dan tepat waktu, sehingga meminimalkan pemborosan (Zhang et al., 2021). Keempat, integrasi lanskap dan sistem agroforestri, yang melihat unit pertanian sebagai bagian dari ekosistem yang lebih luas, menciptakan koridor ekologi dan memadukan pohon dengan tanaman pertanian untuk meningkatkan ketahanan (Scherr et al., 2021).

2.3 Manfaat yang Terbukti Secara Ilmiah

Berbagai penelitian meta-analisis telah mendokumentasikan manfaat multidimensional dari adopsi praktik pertanian hijau. Dari aspek lingkungan, sistem ini secara konsisten dikaitkan dengan peningkatan keanekaragaman hayati (rata-rata 30% lebih tinggi), peningkatan kualitas dan kesehatan tanah, serta penurunan jejak polusi air dan udara akibat pencucian nitrat dan emisi gas rumah kaca (Pretty et al., 2018; Ponisio et al., 2015). Dari aspek agronomi, meskipun hasil panen dapat bervariasi, banyak sistem agroekologi menunjukkan produktivitas yang stabil dan komparatif dalam jangka panjang, dengan ketahanan yang lebih tinggi terhadap guncangan iklim seperti kekeringan (Deguine et al., 2021). Dari aspek sosial-ekonomi, penerapan pertanian hijau dapat meningkatkan pendapatan petani melalui pengurangan biaya input dan akses ke pasar premium, serta memperkuat ketahanan pangan lokal (Tittonell, 2020).

2.4 Tantangan dan Hambatan dalam Penskalaan Global

Meski manfaatnya jelas, transisi menuju green agriculture dalam skala global menghadapi rintangan yang kompleks. Tantangan teknis dan pengetahuan termasuk kebutuhan akan pengetahuan lokal yang spesifik dan kemampuan adaptif yang tinggi dari petani (Klerkx et al., 2019). Hambatan ekonomi sangat signifikan, berupa biaya transisi awal yang tinggi, kurangnya akses ke kredit, dan struktur pasar yang seringkali tidak menghargai eksternalitas positif dari produk berkelanjutan (Barrett et al., 2020). Faktor kebijakan dan kelembagaan juga krusial; subsidi yang bias pada input konvensional, kurangnya insentif yang jelas untuk jasa lingkungan, dan regulasi yang terfragmentasi menghambat adopsi (FAO, 2021). Selain itu, rantai pasokan dan

permintaan konsumen yang belum sepenuhnya mendukung produk berkelanjutan membentuk lingkaran setan yang sulit diputus.

2.5 Kerangka Kebijakan dan Jalan Ke Depan

Untuk mengatasi hambatan tersebut, literatur terkini menekankan pendekatan kebijakan yang terintegrasi dan bersifat enabling. Hal ini mencakup realokasi subsidi dari input yang merusak lingkungan menuju insentif untuk jasa ekosistem dan praktik konservasi (FAO, 2021). Penguatan sistem pengetahuan dan inovasi yang partisipatif, seperti Sekolah Lapangan Petani (SLP), sangat penting untuk adaptasi lokal (Van den Berg & Jiggins, 2021). Selain itu, pengembangan standar dan sertifikasi yang kredibel, bersama dengan pembangunan nilai tambah dan akses pasar yang inklusif, diperlukan untuk menciptakan nilai ekonomi. Pada tingkat global, keselarasan kebijakan perdagangan dan iklim dengan tujuan pertanian berkelanjutan menjadi prasyarat untuk menciptakan lingkungan yang kondusif bagi transformasi sistem pangan global (IPES-Food, 2021).

3. METODE PENELITIAN

Artikel ini disusun menggunakan metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi literatur sistematis (systematic literature review) untuk membangun sintesis analitis yang komprehensif mengenai strategi pengembangan pertanian hijau global. Prosedur pencarian literatur dilakukan secara terstruktur pada basis data akademik terindeks seperti Scopus, Web of Science, Google Scholar, dan repositori institusi seperti FAO dan IPCC, dengan menggunakan kombinasi kata kunci: "green agriculture", "sustainable agricultural management", "agroecological transition", "scaling up", dan "global policy". Kriteria inklusi mencakup publikasi dalam bahasa Inggris yang terbit antara tahun 2015 hingga 2024, yang terdiri atas artikel jurnal, buku, laporan kebijakan, dan dokumen kerja dari organisasi internasional. Setelah tahap identifikasi dan penyaringan, literatur yang terpilih kemudian dianalisis secara tematik menggunakan metode analisis konten (content analysis) untuk mengidentifikasi pola, tema utama, hubungan kausal, serta kesenjangan pengetahuan yang ada (Snyder, 2019). Validitas temuan dikonsolidasikan melalui triangulasi sumber data, yaitu dengan membandingkan dan mengonfirmasi wawasan dari berbagai jenis literatur (akademik, kebijakan, laporan praktisi) untuk memastikan kedalaman dan reliabilitas analisis (Bowen, 2009). Sintesis dari analisis ini kemudian disusun untuk menjawab tujuan penelitian dalam merumuskan kerangka strategis manajemen pertanian ramah lingkungan yang dapat diadaptasi secara global.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sinergi Strategi Inti dan Kontekstualisasi Lokal

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa strategi manajemen pertanian hijau yang efektif tidak bersifat universal, melainkan dibangun di atas fondasi prinsip-prinsip agroekologi yang kemudian dikontekstualisasikan. Analisis mengungkap tiga strategi inti yang bersinergi: (1) regenerasi sumber daya alam melalui praktik seperti olah tanah konservasi, agroforestri, dan diversifikasi tanaman, yang secara langsung meningkatkan kesehatan tanah, stok karbon, dan keanekaragaman hayati (Kassam et al., 2019; Tittonell, 2020); (2) ekologisasi input dan proses dengan mengganti input sintetis melalui daur ulang biomassa, fiksasi nitrogen biologis, dan pengendalian hama berbasis ekologi (Deguine et al., 2021); serta (3) peningkatan efisiensi dan presisi dengan memanfaatkan teknologi digital untuk optimasi irigasi dan pemupukan (Zhang et al., 2021). Keberhasilan implementasi ketiganya sangat bergantung pada adaptasi terhadap kondisi biofisik, sosial, dan ekonomi lokal. Sebagai contoh, sistem zai pit untuk konservasi air sangat efektif di wilayah semi-kering Afrika, sementara integrasi ternak-sawah lebih relevan di banyak kawasan Asia.

4.2 Pola Manfaat dan Trade-off yang Kompleks

Bukti yang terkumpul mengonfirmasi pola manfaat multi-dimensi dari penerapan strategi ini. Dari aspek lingkungan, peningkatan signifikan terlihat pada indikator kesehatan ekosistem, seperti peningkatan karbon organik tanah rata-rata 0,2-0,5% per tahun pada sistem konservasi dan peningkatan kelimpahan artropoda bermanfaat hingga 40% dalam sistem PHT (Ponisio et al., 2015). Dari aspek produktivitas, meskipun ada "periode transisi" dengan potensi penurunan hasil pada awal adopsi, sistem yang telah matang menunjukkan hasil yang stabil dan seringkali lebih tangguh terhadap tekanan iklim (Pretty et al., 2018). Namun, analisis juga mengungkap adanya trade-off yang perlu dikelola, terutama antara produktivitas jangka pendek dan investasi untuk kesehatan ekosistem jangka panjang. Tantangan lain adalah pengorbanan tenaga kerja awal yang lebih tinggi untuk manajemen yang lebih kompleks, yang seringkali menjadi penghalang bagi petani dengan sumber daya terbatas (Barrett et al., 2020). Oleh karena itu, keberhasilan sangat ditentukan oleh kemampuan untuk mengelola trade-off ini melalui dukungan kebijakan dan insentif yang tepat.

4.3 Faktor Penentu Keberhasilan Penskalaan: Melampaui Teknologi

Temuan kunci dari penelitian ini adalah bahwa penskalaan pertanian hijau global kurang dipengaruhi oleh ketersediaan teknologi semata, dan lebih ditentukan oleh faktor kelembagaan, ekonomi, dan sosial.

Pertama, keberadaan jejaring dan organisasi petani yang kuat terbukti menjadi katalis terpenting dalam difusi pengetahuan, akses bersama ke input, dan pembentukan kekuatan tawar kolektif di pasar (Van den Berg & Jiggins, 2021). Kedua, desain kebijakan yang koheren sangat menentukan. Subsidi yang selama ini mendorong penggunaan pupuk dan pestisida kimia secara intensif harus dialihkan untuk mendukung jasa lingkungan (payment for ecosystem services/PES) dan membiayai biaya transisi awal (FAO, 2021). Ketiga, inovasi dalam rantai pasokan dan pasar diperlukan untuk menghubungkan petani yang menerapkan praktik hijau dengan konsumen yang menghargainya, baik melalui sertifikasi, skema nilai tambah, atau kebijakan pengadaan publik yang berkelanjutan (IPES-Food, 2021). Tanpa ketiga faktor enabler ini, inovasi teknologi akan tetap terisolasi dan tidak mencapai skala dampak yang luas.

4.4 Kerangka Strategis Integratif untuk Akselerasi Global

Berdasarkan sintesis atas temuan-temuan tersebut, penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka strategis integratif yang terdiri dari empat pilar saling terkait untuk mempercepat transisi global: (1) Pilar Kebijakan dan Tata Kelola: Menciptakan lingkungan yang mendukung melalui kebijakan fiskal dan regulasi yang selaras, menghilangkan subsidi perusak lingkungan, dan mengintegrasikan tujuan pertanian hijau ke dalam rencana pembangunan nasional dan komitmen iklim (NDC). (2) Pilar Investasi dan Pembiayaan: Mengarahkan arus keuangan publik dan swasta untuk mendukung transisi, termasuk pembiayaan blended finance, kredit mikro berinsentif, dan asuransi iklim berbasis praktik agroekologi. (3) Pilar Pengetahuan dan Inovasi: Memperkuat sistem inovasi yang partisipatif dan berbasis co-learning (seperti SLP), serta memanfaatkan ekstensi digital untuk penyebaran pengetahuan yang kontekstual. (4) Pilar Pasar dan Rantai Nilai: Membangun hubungan yang adil dan transparan, memperkuat standar dan label keberlanjutan yang terpercaya, serta mendorong komitmen sektor swasta untuk rantai pasok yang berkelanjutan. Keempat pilar ini harus diterapkan secara simultan dan terkoordinasi di tingkat lanskap, nasional, dan global untuk menciptakan titik kritis (tipping point) menuju sistem pangan yang berkelanjutan.

5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis komprehensif dalam studi ini, dapat disimpulkan bahwa pengembangan pertanian hijau (green agriculture) merupakan sebuah imperatif strategis untuk mencapai sistem pangan global yang berkelanjutan, tangguh, dan berkeadilan. Strategi manajemen yang efektif dibangun di atas tiga landasan teknis yang saling memperkuat: regenerasi sumber daya alam, ekologisasi input dan proses, serta peningkatan efisiensi melalui teknologi presisi. Namun, temuan sentral dari kajian ini mengungkap bahwa keberhasilan penskalaan strategi ini secara global sangat sedikit ditentukan oleh ketersediaan teknologi semata. Justru, faktor penentu utamanya terletak pada ranah kelembagaan, ekonomi, dan sosial-politik. Hambatan utama seperti biaya transisi, akses pengetahuan yang terbatas, kebijakan yang tidak selaras, dan struktur pasar yang belum mendukung, hanya dapat diatasi melalui pendekatan yang holistik dan integratif. Oleh karena itu, transisi menuju pertanian hijau pada dasarnya adalah sebuah proses transformasi sistemik yang membutuhkan rekonfigurasi hubungan antara aktor, kebijakan, insentif ekonomi, dan aliran pengetahuan.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan tersebut, artikel ini memberikan beberapa rekomendasi strategis bagi berbagai pemangku kepentingan:

1. Bagi Pembuat Kebijakan (Nasional dan Internasional):
 - a. Melakukan reformasi subsidi pertanian secara bertahap namun pasti, dengan mengalihkan dukungan dari input kimia yang merusak lingkungan menuju insentif untuk jasa ekosistem (payment for ecosystem services), asuransi tanaman berbasis praktik agroekologi, dan pembiayaan infrastruktur pendukung pertanian hijau (FAO, 2021; IPES-Food, 2021).
 - b. Mengintegrasikan prinsip-prinsip pertanian hijau ke dalam komitmen iklim nasional (NDC) dan rencana pembangunan jangka menengah, serta memastikan koherensi kebijakan antar kementerian (pertanian, lingkungan, perdagangan, dan keuangan).
2. Bagi Komunitas Penelitian dan Pendidikan:
 - a. Mengembangkan sistem penelitian partisipatif dan transdisipliner yang melibatkan petani sebagai rekan peneliti (co-researchers) untuk menghasilkan solusi yang kontekstual dan dapat diadopsi (Tittonell, 2020).
 - b. Memperkuat kurikulum pendidikan pertanian di semua jenjang dengan memasukkan prinsip agroekologi, ekonomi sirkular, dan manajemen lanskap terpadu.
3. Bagi Sektor Swasta dan Pelaku Rantai Pasok:

- a. Mengembangkan dan mengadopsi skema sertifikasi dan standar keberlanjutan yang transparan, dapat dipertanggungjawabkan, dan memberikan harga premium yang adil bagi produsen (Barrett et al., 2020).
 - b. Berinvestasi dalam model bisnis inklusif yang membangun kemitraan jangka panjang dengan kelompok tani, menyediakan akses ke pasar yang terjamin, dan berbagi risiko transisi.
4. Bagi Organisasi Masyarakat Sipil dan Jejaring Petani:
- a. Memperkuat kapasitas organisasi petani dan koperasi sebagai wadah untuk pembelajaran bersama, pengadaan input secara kolektif, dan negosiasi pasar (Van den Berg & Jiggins, 2021).
 - b. Mendokumentasikan dan mempromosikan bukti-bukti keberhasilan lokal (success stories) untuk membangun narasi yang kuat dan memengaruhi agenda kebijakan.

Pada akhirnya, akselerasi pertanian hijau global memerlukan sebuah gerakan kolektif yang didorong oleh kepemimpinan visioner, kemauan politik yang kuat, dan kemitraan yang saling percaya di antara semua aktor. Hanya dengan pendekatan sistemik yang mengintegrasikan inovasi tekno-ekologis dengan transformasi kelembagaan dan ekonomi inklusif, cita-cita ketahanan pangan dan keberlanjutan planet dapat diraih secara bersamaan.

5.3 Gap Research

Meskipun literatur mengenai pertanian berkelanjutan telah berkembang pesat, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (research gaps) kritis yang perlu diatasi untuk mendukung penskalaan pertanian hijau secara efektif. Pertama, terdapat kebutuhan mendesak akan penelitian longitudinal dan komparatif yang mengkuantifikasi dinamika sosial-ekonomi dan trade-off jangka panjang dari transisi agroekologi, khususnya dalam konteks berbagai sistem lahan dan kondisi sosio-ekonomi petani yang berbeda. Kebanyakan studi saat ini masih bersifat kasuistik dan berjangka pendek (Tittonell, 2020). Kedua, pemahaman mengenai mekanisme kelembagaan dan kebijakan yang paling efektif untuk mendorong adopsi massal masih terfragmentasi. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dampak dari berbagai desain kebijakan (misalnya, subsidi hijau, pajak lingkungan, skema PES) dalam konteks politik dan tata kelola yang berbeda-beda di negara maju dan berkembang (Barrett et al., 2020; IPES-Food, 2021). Ketiga, terdapat gap dalam analisis integratif tentang peran transformatif teknologi digital dan data dalam mempercepat transisi yang inklusif dan adil, termasuk risiko digital divide dan kepemilikan data (Klerkx et al., 2019). Keempat, masih sedikit studi yang mengeksplorasi strategi efektif untuk melibatkan sektor keuangan swasta dan menciptakan model pembiayaan blended finance yang inovatif untuk mendanai transisi di tingkat lanskap. Mengisi kesenjangan-kesenjangan ini sangat penting untuk membangun bukti kebijakan yang kuat dan merancang jalur transisi yang kontekstual, adil, dan dapat direplikasi secara global.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrett, C. B., Reardon, T., Swinnen, J., & Zilberman, D. (2020). Agri-food value chain revolutions in low- and middle-income countries. *Journal of Economic Literature*, 58(2), 531–599. <https://doi.org/10.1257/jel.20181516>
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>
- Deguine, J.-P., Aubertot, J.-N., Flor, R. J., Lescourret, F., Wyckhuys, K. A. G., & Ratnadass, A. (2021). Integrated pest management: good intentions, hard realities. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41(3), 38. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00689-w>
- Elferink, M., & Schierhorn, F. (2016). Global demand for food is rising. Can we meet it? *Harvard Business Review*. <https://hbr.org/2016/04/global-demand-for-food-is-rising-can-we-meet-it>
- FAO. (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2021). *The state of food and agriculture 2021. Making agri-food systems more resilient to shocks and stresses*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cb4476en>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2022). *The state of the world's land and water resources for food and agriculture – Systems at breaking point*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9910en>
- Gliessman, S. (2018). Defining agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 42(6), 599–600. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1432329>
- IPCC. (2019). *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. Intergovernmental Panel on Climate Change

- IPES-Food. (2021). The added value(s) of agroecology: Unlocking the potential for transition in West Africa. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems.
- Kassam, A., Friedrich, T., & Derpsch, R. (2019). Global spread of conservation agriculture. *International Journal of Environmental Studies*, 76(1), 29–51. <https://doi.org/10.1080/00207233.2018.1494927>
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91(1), 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Ponisio, L. C., M'Gonigle, L. K., Mace, K. C., Palomino, J., de Valpine, P., & Kremen, C. (2015). Diversification practices reduce organic to conventional yield gap. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1799), 20141396. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1396>
- Pretty, J. (2018). Intensification for redesigned and sustainable agricultural systems. *Science*, 362(6417), eaav0294. <https://doi.org/10.1126/science.aav0294>
- 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(8), 441–446. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0114-0>
- Scherr, S. J., Shames, S., & Friedman, R. (2021). From climate-smart agriculture to climate-smart landscapes. *Agriculture & Food Security*, 10(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00327-4>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Tittonell, P. (2020). Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*, 184, 102862. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102862>
- Van den Berg, H., & Jiggins, J. (2021). Investing in farmers: The impacts of farmer field schools in relation to integrated pest management. *World Development*, 35(4), 663–686. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2006.05.004>
- Zhang, X., Zhang, J., & Li, L. (2021). Digital agriculture and its applications in crop management. *Computers and Electronics in Agriculture*, 191, 106546. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106546>