

PARADOKS EKSPANSI JAGUNG DAN DEGRADASI LINGKUNGAN: KRISIS STRUKTURAL PERTANIAN DAN TANTANGAN TRANSFORMASI BERKELANJUTAN DI KABUPATEN SUMBAWA

THE PARADOX OF MAIZE EXPANSION AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION: STRUCTURAL AGRICULTURAL CRISIS AND SUSTAINABILITY TRANSFORMATION CHALLENGES IN SUMBAWA REGENCY

Ivan Indrajaya^{1*}, Dahlanuddin¹

¹Program Studi Doktor Pertanian Berkelanjutan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

*Email korespondensi: ivanindrajaya117@gmail.com

Abstrak

Ekspansi komoditas jagung di Kabupaten Sumbawa dalam satu dekade terakhir mendorong peningkatan produksi yang signifikan, namun secara simultan memicu degradasi lahan yang kritis. Lebih dari 74% wilayah kabupaten berada dalam kategori cukup kritis hingga sangat kritis, mengindikasikan bahwa sistem produksi yang berjalan telah melampaui kapasitas daya dukung ekologis. Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis karakteristik agroekologi dan dinamika sistem pertanian di Kabupaten Sumbawa; (2) mengkaji hubungan kausal antara ekspansi jagung dan degradasi lingkungan melalui pendekatan *systems thinking*; (3) mengembangkan model pertanian terpadu berbasis spesifik lokasi; dan (4) menilai potensi keberlanjutan model dari dimensi ekologis, ekonomi, dan sosial. Metode Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif-analitis yang diperkaya kerangka analisis sistem, mencakup *Causal Loop Diagram* (CLD), analisis kebijakan multisektoral, dan pengembangan model konseptual berbasis data sekunder dari BPS, KLHK, BNPB, dan literatur ilmiah terindeks Scopus/Web of Science. Hasil kajian menunjukkan bahwa Ekspansi jagung membentuk dua *reinforcing loop* yang saling memperkuat degradasi lingkungan: (1) loop ekspansi produksi dan (2) loop risiko bencana hidrologi. Model pertanian terpadu yang dikembangkan mengintegrasikan agroforestri, sistem tanaman-ternak, konservasi tanah dan air, serta diversifikasi usaha tani sebagai mekanisme untuk memutus siklus degradasi. Evaluasi tiga dimensi keberlanjutan menunjukkan potensi positif yang signifikan, dengan prasyarat utama berupa dukungan kelembagaan lintas sektor dan program adopsi petani yang terstruktur.

Kata Kunci: Pertanian Terpadu, Degradasi Lahan, Lahan Kering Tropis, Ekspansi Jagung

Abstract

The expansion of maize cultivation in Sumbawa Regency over the last decade has substantially increased agricultural production; however, it has simultaneously accelerated land degradation to a critical level. More than 74% of the regency's area is classified as moderately critical to very critical land, indicating that the prevailing production system has exceeded its ecological carrying capacity. This study aims to: (1) analyze the agroecological characteristics and agricultural system dynamics in Sumbawa Regency; (2) examine the causal relationship between maize expansion and environmental degradation through a systems thinking approach; (3) develop a location-specific integrated farming model; and (4) assess the sustainability potential of the proposed model from ecological, economic, and social perspectives. The study employed a descriptive-analytical qualitative approach enriched by a systems analysis framework, including Causal Loop Diagram (CLD) modeling, multisectoral policy analysis, and conceptual model development based on secondary data obtained from Statistics Indonesia (BPS), the Ministry of Environment and Forestry (KLHK), the National Disaster Management Agency (BNPB), and scientific literature indexed in Scopus and Web of Science. The findings reveal that maize expansion generates two reinforcing feedback loops that intensify environmental degradation: (1) the production expansion loop and (2) the hydrological disaster risk loop. The integrated farming model developed in this study combines agroforestry, crop-livestock integration, soil and water conservation practices, and farm diversification as mechanisms to disrupt the degradation cycle. Sustainability assessment across ecological, economic, and social dimensions indicates significant positive potential, provided that strong cross-sectoral institutional support and structured farmer adoption programs are established.

Keywords: Integrated Farming; Land Degradation; Tropical Drylands; Maize Expansion

PENDAHULUAN

Pembangunan sektor pertanian di Indonesia dalam dua dekade terakhir mencatat peningkatan produksi komoditas strategis yang signifikan, termasuk jagung. Namun, pencapaian tersebut pada umumnya masih bertumpu pada pendekatan konvensional yang mengandalkan intensifikasi input dan perluasan areal tanam. Meskipun efektif dalam jangka pendek, strategi ini terbukti tidak diiringi pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan, sehingga menimbulkan tekanan ekologis yang semakin berat (Pretty et al., 2018). Dalam banyak kasus, pertumbuhan produksi justru berkorelasi positif dengan laju degradasi lingkungan — sebuah paradoks struktural yang menandai ketidakberlanjutan sistem pertanian konvensional.

Degradasi lahan telah diidentifikasi sebagai salah satu tantangan utama keberlanjutan sistem pertanian global. FAO (2017) melaporkan bahwa lebih dari 33% lahan dunia telah terdegradasi, dengan penurunan produktivitas antara 25–40%. Di Indonesia, lahan terdegradasi diperkirakan mencakup puluhan juta hektar, terutama pada wilayah lahan kering dan kawasan dengan tekanan konversi tinggi (KLHK, 2022). Giller et al. (2021) menegaskan bahwa praktik pertanian tanpa konservasi tanah mempercepat erosi, menurunkan kandungan bahan organik, dan mengganggu fungsi hidrologi. Penelitian Herrero et al. (2017) menguatkan bahwa perubahan penggunaan lahan akibat ekspansi pertanian merupakan faktor dominan dalam degradasi ekosistem secara global.

Dalam konteks lahan kering, persoalan ini menjadi lebih kompleks. Wilayah lahan kering memiliki kerentanan tinggi terhadap erosi, kehilangan bahan organik, dan penurunan kapasitas infiltrasi. Irawan dan Friyatno (2019) menunjukkan bahwa degradasi lahan di hulu daerah aliran sungai di Indonesia banyak dipicu oleh deforestasi dan alih guna lahan, dengan dampak *cascading* pada fungsi ekologis dan peningkatan risiko bencana. Degradasi lahan dengan demikian bukan hanya persoalan biofisik, tetapi juga merupakan cerminan dari pola tata kelola ruang dan orientasi pembangunan.

Kabupaten Sumbawa merepresentasikan dinamika ini secara nyata. Sebagai sentra produksi jagung di Provinsi Nusa Tenggara Barat, peningkatan produksi dalam satu dekade terakhir sebagian besar dicapai melalui perluasan areal tanam (BPS Sumbawa, 2023). Ekspansi ini tidak diimbangi praktik konservasi yang memadai: data KLHK (2022) menunjukkan lebih dari 74% wilayah berada dalam kategori agak kritis hingga sangat kritis. Berkurangnya tutupan vegetasi dan menurunnya kapasitas infiltrasi tanah berdampak pada peningkatan aliran permukaan (*runoff*), yang berkontribusi terhadap meningkatnya kejadian banjir (BNPB, 2022). Kondisi ini menunjukkan bahwa sistem produksi yang berjalan telah melampaui kapasitas daya dukung ekologis wilayah.

Persoalan ini bersifat struktural dan tidak dapat dipahami secara sektoral. Ketidakseimbangan antara fungsi ekonomi dan fungsi ekologis lahan (Tiftonell, 2014) merupakan manifestasi dari desain sistem pertanian yang tidak selaras dengan karakteristik agroekologi lokal. Dalam kerangka ini, pendekatan pertanian terpadu menjadi relevan: sistem ini menekankan integrasi antar komponen produksi dalam siklus yang saling mendukung, mampu meningkatkan efisiensi sumber daya sekaligus mengurangi tekanan terhadap lingkungan (Devendra, 2016; FAO, 2020).

Meskipun kajian tentang degradasi lahan dan ekspansi pertanian telah banyak dilakukan, sebagian besar masih bersifat parsial. Hubungan kausal antara ekspansi komoditas, degradasi lingkungan, dan risiko bencana jarang dianalisis dalam satu kerangka sistemik yang utuh (Giller et al., 2021; van Ittersum et al., 2016). Penelitian ini mengisi kesenjangan tersebut dengan mengintegrasikan analisis kausal berbasis *systems thinking*, pemetaan struktural kebijakan, dan perancangan model pertanian terpadu

berbasis spesifik lokasi untuk Kabupaten Sumbawa. Penelitian ini bertujuan: (1) menganalisis karakteristik agroekologi dan dinamika sistem pertanian; (2) mengkaji hubungan kausal antara sistem produksi dan degradasi lingkungan; (3) mengembangkan model pertanian terpadu berbasis spesifik lokasi; dan (4) menilai potensi keberlanjutan model dari tiga dimensi sebagai basis kebijakan pertanian berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain deskriptif-analitis yang diperkaya kerangka *systems thinking*. Pendekatan ini dipilih karena permasalahan yang dikaji melibatkan interaksi kompleks antara aspek biofisik, sosial-ekonomi, dan kebijakan yang tidak bersifat linear (Stermann, 2000). Desain penelitian menggabungkan tiga pendekatan analitis yang saling melengkapi: (1) analisis sistem pertanian berkelanjutan; (2) analisis kausal berbasis CLD; dan (3) analisis kebijakan multisektoral.

Penelitian difokuskan pada Kabupaten Sumbawa, NTB, yang dipilih berdasarkan tiga kriteria: (1) representasi empiris yang kuat antara peningkatan produksi jagung dan degradasi lingkungan; (2) dominasi karakteristik lahan kering tropis yang rentan; dan (3) ketersediaan data sekunder yang memadai dari berbagai instansi resmi.

Penelitian menggunakan data sekunder dari sumber-sumber berikut: (a) data produksi pertanian dan penggunaan lahan dari BPS Kabupaten Sumbawa (2023) dan BPS NTB (2023); (b) data tutupan lahan dan kondisi lahan kritis dari KLHK (2022); (c) data kejadian bencana hidrologi dari BNPB dan BPBD Sumbawa (2022); dan (d) publikasi ilmiah terindeks Scopus/Web of Science dan Sinta bertema pertanian berkelanjutan, degradasi lahan, dan *systems thinking*, terbitan 10 tahun terakhir.

Analisis dilakukan secara bertahap dan terintegrasi, meliputi: (1) analisis deskriptif-tematik untuk mengidentifikasi pola utama ekspansi jagung dan kondisi degradasi lingkungan; (2) konstruksi Causal Loop Diagram (CLD) berdasarkan prinsip Stermann (2000) dan Meadows (2008) untuk menggambarkan siklus *reinforcing*; (3) analisis kebijakan untuk mengidentifikasi ketidaksinkronan lintas sektor; dan (4) pengembangan model konseptual IFS berbasis site-specific.

Keabsahan dijamin melalui triangulasi sumber: membandingkan data statistik resmi, laporan pemerintah, dan literatur ilmiah. Keterbatasan utama adalah penggunaan data sekunder yang tidak secara langsung menangkap dinamika perilaku petani di lapangan, dan CLD yang bersifat konseptual tanpa simulasi kuantitatif sistem dinamis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Wilayah dan Permasalahan Struktural

Kabupaten Sumbawa memiliki karakteristik lahan kering tropis dengan keterbatasan air dan kerentanan tinggi terhadap erosi. Curah hujan yang bersifat musiman dengan distribusi tidak merata menjadikan sistem pertanian sangat bergantung pada pengelolaan air yang efisien (BPS Sumbawa, 2023).

Data KLHK (2022) menunjukkan komposisi penggunaan lahan yang didominasi kawasan hutan (54,48%) dan lahan pertanian (30,53%), tetapi lebih dari 74% wilayah berada dalam kategori agak kritis hingga sangat kritis. Ketidaksesuaian antara dominasi kawasan hutan secara administratif dengan kondisi kekritisan lahan yang tinggi mengindikasikan bahwa deforestasi *de facto* dan perambahan lahan marginal telah berlangsung secara masif.

Permasalahan struktural yang teridentifikasi meliputi: (1) orientasi kebijakan produksi yang tidak diimbangi instrumen konservasi; (2) sistem insentif yang secara tidak langsung mendorong ekstensifikasi lahan; dan (3) fragmentasi kebijakan antar sektor pertanian, lingkungan, dan tata ruang yang menciptakan *regulatory gap*. Kondisi ini sejalan dengan temuan Rachman et al. (2018) mengenai kegagalan kebijakan pertanian berbasis wilayah di Indonesia.

Di sisi lain, terdapat potensi yang belum dioptimalkan: ketersediaan biomassa jagung (limbah) yang melimpah dan populasi sapi yang merupakan komoditas unggulan daerah. Potensi integrasi tanaman-ternak ini merupakan *leverage point* yang dapat menjadi basis transformasi sistem pertanian.

Analisis Kausal: Konstruksi Causal Loop Diagram

Berdasarkan data BPS (2023), areal tanam jagung di Kabupaten Sumbawa meningkat rata-rata 8,3% per tahun dalam periode 2013–2023, namun produktivitas per hektar menunjukkan tren stagnasi bahkan penurunan di beberapa kecamatan — pola yang mengkonfirmasi adanya paradoks produksi-degradasi.

Analisis CLD mengidentifikasi dua *reinforcing loop* (R) utama yang saling memperkuat proses degradasi:

Loop R1 — Ekspansi Produksi: Permintaan jagung $\uparrow$ $\rightarrow$ Tekanan perluasan areal (+) $\rightarrow$ Pembukaan lahan marginal (+) $\rightarrow$ Deforestasi (+) $\rightarrow$ Penurunan tutupan vegetasi (+) $\rightarrow$ Erosi & degradasi tanah (+) $\rightarrow$ Penurunan produktivitas lahan (+) $\rightarrow$ Tekanan perluasan lahan baru (+) [kembali ke awal].

Loop R2 — Risiko Bencana Hidrologi: Degradasi lahan (+) $\rightarrow$ Penurunan kapasitas infiltrasi (+) $\rightarrow$ Peningkatan runoff (+) $\rightarrow$ Frekuensi dan intensitas banjir (+) $\rightarrow$ Kerusakan lahan pertanian (+) $\rightarrow$ Tekanan ekonomi petani (+) $\rightarrow$ Dorongan pembukaan lahan baru (+) $\rightarrow$ Degradasi lahan lebih lanjut (+) [kembali ke awal].

Pola ini selaras dengan konsep *poverty-degradation trap* yang didokumentasikan Giller et al. (2021): keterbatasan modal dan tekanan ekonomi mendorong eksploitasi berlebihan sumber daya lahan, yang justru memperburuk kondisi ekonomi petani dalam jangka panjang. Yang menjadikan kasus Sumbawa unik adalah koneksi langsung antara degradasi lahan pertanian dengan risiko bencana hidrologi (Loop R2), yang menciptakan dimensi kerentanan ganda.

Model Pertanian Terpadu Berbasis Spesifik Lokasi

Model pertanian terpadu yang dikembangkan dirancang untuk secara eksplisit memutuskan rantai *reinforcing loops* yang telah diidentifikasi. Prinsip desain utama adalah: setiap komponen model harus secara langsung menjawab minimal satu titik kritis dalam siklus degradasi.

Komponen 1: Agroforestri (Memutus Penurunan Tutupan Vegetasi)

Pada lahan berlereng $>15\%$ dengan jenis tanah entisol dan inceptisol yang rentan erosi, sistem monokultur jagung digantikan dengan pola agroforestri yang mengombinasikan jagung dengan tanaman legum pohon: gamal (*Gliricidia sepium*) atau lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Pemilihan jenis ini didasarkan pada adaptabilitas terhadap lahan kering, kemampuan fiksasi nitrogen biologis, dan nilai ekonomi sebagai sumber pakan ternak. Jose (2019) menunjukkan bahwa agroforestri pada lahan kering mampu mengurangi erosi 50–70% dibandingkan monokultur, sekaligus meningkatkan kapasitas infiltrasi air.

Komponen 2: Integrasi Tanaman-Ternak (Memutus Kehilangan Kesuburan Tanah)

Integrasi dilakukan melalui pemanfaatan limbah jagung (batang, daun, tongkol) sebagai pakan sapi, dan pengolahan kotoran ternak menjadi pupuk organik yang dikembalikan ke lahan. Devendra (2016) memperkirakan satu hektar jagung menghasilkan 4–6 ton limbah biomassa per tahun, yang dapat mendukung pemeliharaan 1–2 ekor sapi. Siklus *closed*

nutrient cycle ini berpotensi mengurangi biaya produksi 15–25% melalui substitusi pupuk kimia, sekaligus memperbaiki struktur tanah secara berkelanjutan.

Komponen 3: Konservasi Tanah dan Air (Memutus Peningkatan Runoff)

Teknik konservasi disesuaikan dengan topografi: (1) terasering bangku pada lereng 15–30%; (2) rorak (parit buntu) untuk meningkatkan infiltrasi; dan (3) strip *vetiver grass* sebagai penahan erosi alami. Wahyunto et al. (2016) menunjukkan kombinasi teknik konservasi pada lahan kering Indonesia mampu meningkatkan kapasitas simpan air tanah 25–35%, yang secara langsung mengurangi risiko banjir di bagian hilir.

Komponen 4: Diversifikasi Usaha Tani (Memutus Tekanan Ekonomi)

Diversifikasi komoditas kacang tanah, sorgum, dan sayuran musiman dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada satu komoditas dan meningkatkan ketahanan ekonomi petani terhadap fluktuasi harga jagung. Diversifikasi ini berfungsi sebagai mekanisme penyangga risiko (*risk buffer*) yang secara langsung mengurangi insentif untuk membuka lahan baru saat harga jagung turun.

Tabel 1. Posisi Penelitian dalam Peta Kajian Pertanian Terpadu Berkelanjutan

No	Pendekatan / Kajian	Kekuatan Utama	Keterbatasan / Gap	Relevansi
1	Pertanian Berkelanjutan (FAO, 2017; Tiftonell, 2014)	Kerangka tiga dimensi (ekologi, ekonomi, sosial) yang komprehensif	Bersifat normatif; kurang operasional untuk konteks spesifik	Tinggi — kerangka konseptual utama
2	Pertanian Terpadu (Devendra, 2016; Herrero et al., 2017)	Mekanisme closed <i>nutrient cycle</i> yang efisien; terbukti meningkatkan pendapatan	Model generik; belum dirancang untuk konteks ekspansi komoditas tertentu	Tinggi — basis model IFS
3	Site-Specific Agriculture (Rachman et al., 2018; van Ittersum et al., 2016)	Mempertimbangkan kondisi biofisik dan sosial lokal secara eksplisit	Belum terintegrasi dengan analisis kausal sistemik berbasis CLD	Tinggi — prinsip desain model
4	Systems Thinking & CLD (Stermann, 2000; Meadows, 2008)	Mengungkap feedback loops dan leverage points dalam sistem kompleks	Jarang diterapkan pada kasus lahan kering Indonesia dengan fokus komoditas tunggal	Tinggi — alat analisis utama
5	Penelitian ini	Integrasi CLD + model IFS + site-specific Sumbawa + evaluasi tiga dimensi keberlanjutan	Berbasis data sekunder; perlu validasi empiris lapangan dan simulasi kuantitatif	— (penelitian ini)

Sumber: Data Skunder Diolah (2026)

Evaluasi Keberlanjutan Model

Dimensi Ekologis

Berdasarkan kajian komparatif dari lahan kering tropis Asia Tenggara (Jose, 2019; Wahyunto et al., 2016), implementasi model terpadu ini diprediksi mampu: (1) mengurangi erosi 40–60% dalam 3–5 tahun pertama; (2) meningkatkan kandungan bahan organik tanah 0,2–0,5% per tahun; dan (3) meningkatkan kapasitas infiltrasi air, yang secara tidak langsung mengurangi risiko banjir. Manfaat ekologis ini bersifat akumulatif dan akan meningkat seiring bertambahnya usia tanaman agroforestri.

Dimensi Ekonomi

Dari sisi ekonomi, integrasi sistem memungkinkan: pengurangan biaya produksi melalui substitusi pupuk organik (estimasi penghematan 15–25%), penambahan sumber pendapatan dari ternak, dan stabilisasi pendapatan melalui diversifikasi komoditas. Herrero et al. (2017) menunjukkan bahwa sistem pertanian terpadu di wilayah berkembang mampu meningkatkan pendapatan petani 20–35% dalam jangka menengah (3–5 tahun). Namun, periode transisi membutuhkan investasi awal yang perlu difasilitasi melalui skema pembiayaan khusus.

Dimensi Sosial

Keberhasilan sosial model sangat bergantung pada tingkat penerimaan petani. Sistem yang memberikan manfaat ekonomi nyata dan terukur cenderung lebih mudah diadopsi (Rachman et al., 2018). Penguatan kapasitas petani melalui pendampingan teknis, kelompok tani, dan *farmer field school* menjadi prasyarat penting. Strategi adopsi bertahap — dimulai dari petani *innovator* kemudian menyebar melalui *peer-to-peer learning* — lebih efektif dibandingkan pendekatan top-down.

Kendala dan Implikasi Kebijakan

Implementasi model menghadapi empat kendala utama: (1) kapasitas teknis petani yang terbatas untuk mengelola sistem lebih kompleks; (2) kebutuhan investasi awal yang tidak kecil (pengadaan ternak, bibit pohon, infrastruktur konservasi); (3) fragmentasi kebijakan lintas sektor; dan (4) ketiadaan skema insentif yang mendorong praktik pertanian konservatif.

Implikasi kebijakan yang kritis mencakup: (a) integrasi indikator keberlanjutan dalam evaluasi kinerja sektor pertanian; (b) pengembangan *Payment for Ecosystem Services* (PES) untuk petani yang menerapkan agroforestri; (c) penguatan koordinasi antar instansi melalui satu rencana aksi terpadu; dan (d) redesain program bantuan pertanian yang memasukkan komponen konservasi sebagai syarat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menghasilkan empat kesimpulan utama. Pertama, paradoks antara peningkatan produksi jagung dan degradasi lingkungan di Kabupaten Sumbawa bersumber dari desain sistem pertanian yang tidak selaras dengan karakteristik agroekologi lahan kering tropis — bukan dari keterbatasan sumber daya semata. Kedua, ekspansi jagung membentuk dua *reinforcing loops* yang saling memperkuat degradasi: Loop R1 (ekspansi produksi → deforestasi → erosi → penurunan produktivitas → ekspansi baru) dan Loop R2 (degradasi → runoff meningkat → banjir → kerusakan lahan → ekspansi baru). Dinamisasi sistemik ini tidak dapat diatasi melalui intervensi parsial pada satu variabel.

Ketiga, model pertanian terpadu berbasis spesifik lokasi yang dikembangkan — mengintegrasikan agroforestri, integrasi tanaman-ternak, konservasi tanah-air, dan diversifikasi — merupakan pendekatan sistemik yang secara eksplisit dirancang untuk memutus titik kritis dalam kedua *reinforcing loops* tersebut. Keempat, evaluasi tiga dimensi keberlanjutan menunjukkan potensi positif yang signifikan: penurunan erosi 40–60%, peningkatan pendapatan petani 20–35% dalam jangka menengah, dan peningkatan resiliensi sosial. Keberhasilan model mensyaratkan dukungan kelembagaan lintas sektor yang terintegrasi dan program adopsi petani yang terstruktur.

Berdasarkan temuan tersebut, beberapa rekomendasi diajukan. Bagi pemerintah daerah: integrasikan kebijakan pertanian, lingkungan, dan tata ruang dalam satu rencana aksi terpadu; kembangkan skema insentif berbasis PES yang mendorong praktik

agroforestri dan konservasi; serta redesain program bantuan pertanian dengan memasukkan komponen konservasi sebagai prasyarat. Bagi petani dan kelompok tani: adopsi sistem terpadu melalui pendekatan bertahap dimulai dari integrasi ternak, kemudian agroforestri. Bagi peneliti: diperlukan validasi empiris melalui percobaan lapangan, simulasi kuantitatif menggunakan sistem dinamis (Vensim/Stella), analisis biaya-manfaat komprehensif, dan studi adopsi berbasis *Diffusion of Innovation*. Bagi pengambil kebijakan nasional: tinjau kebijakan yang berorientasi peningkatan produksi semata dan integrasikan indikator keberlanjutan sebagai KPI sektor pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). (2022). Data dan Informasi Bencana Indonesia. Jakarta: BNPB. Diakses dari <https://dibi.bnpb.go.id>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumbawa. (2023). Kabupaten Sumbawa dalam Angka 2023. Sumbawa: BPS Kabupaten Sumbawa.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Nusa Tenggara Barat. (2023). Nusa Tenggara Barat dalam Angka 2023. Mataram: BPS NTB.
- Devendra, C. (2016). Integrated crop-animal systems in Asia. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1395(1), 6–27. <https://doi.org/10.1111/nyas.13225>
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2017). *The future of food and agriculture: Trends and challenges*. Rome: FAO.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *Integrated production systems: Guidelines for sustainable agriculture*. Rome: FAO.
- Giller, K. E., Hijbeek, R., Andersson, J. A., & Sumberg, J. (2021). Regenerative agriculture: An agronomic perspective. *Outlook on Agriculture*, 50(1), 13–25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Power, B., Bogard, J. R., Remans, R., Fritz, S., ... Gerber, J. S. (2017). Farming and the geography of nutrient production for human use: A transdisciplinary analysis. *The Lancet Planetary Health*, 1(1), e33–e42. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30007-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30007-4)
- Irawan, B., & Friyatno, S. (2019). Dampak konversi lahan terhadap keberlanjutan produksi pertanian di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonomi*, 37(2), 123–135. <https://doi.org/10.21082/jae.v37n2.2019.123-135>
- Jose, S. (2019). Agroforestry for sustainable agriculture and food security. *Agronomy*, 9(6), 334. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060334>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2022). *Status Lingkungan Hidup Indonesia 2022*. Jakarta: KLHK.
- Meadows, D. H. (2008). *Thinking in Systems: A Primer*. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing.
- Pretty, J., Benton, T. G., Bharucha, Z. P., Dicks, L. V., Flora, C. B., Godfray, H. C. J., ... 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>
- Rachman, B., Saliem, H. P., & Supriyati. (2018). Kebijakan pembangunan pertanian berbasis wilayah di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 16(2), 95–110. <https://doi.org/10.21082/akp.v16n2.2018.95-110>

- Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA: Irwin/McGraw-Hill.
- Tittonell, P. (2014). Ecological intensification of agriculture — Sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- van Ittersum, M. K., van Bussel, L. G. J., Wolf, J., Grassini, P., van Wart, J., Guilpart, N., ... Cassman, K. G. (2016). Can sub-Saharan Africa feed itself? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(52), 14964–14969. <https://doi.org/10.1073/pnas.1610359113>
- Wahyunto, S., Ritung, I., & Hidayat, H. (2016). Soil carbon stocks and land use change in Indonesia: A review. *Soil and Tillage Research*, 161, 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.03.009>