



Agroekologi versus Intensifikasi Konvensional dalam Sistem Padi: Perbandingan Efisiensi Input, Kesehatan Tanah, dan Ketahanan Produksi

Idoh Nuraeni¹

¹University of Banten; Email: idohnuraeni@uns.ac.id

***Corresponding Author:** idohnuraeni@uns.ac.id

Citation: Aziz (2026). The Title of Article (Book Antiqua 14pt Bold). Agricultural Sciences, 10(4), xx–xx.
<https://doi.org/0000-0000>

Published: 04/05/2026

ABSTRACT

This article compares agroecological and conventional intensification approaches in Indonesian rice production. The study addresses a central debate in agricultural sciences: whether productivity growth should continue to rely on external input intensification or shift toward ecological intensification based on soil health, crop diversity, biological regulation, and local resource recycling. Using comparative case analysis and secondary data, the article examines input efficiency, yield stability, soil sustainability, and farmer vulnerability. The findings suggest that conventional intensification may sustain short-term output but tends to increase dependence on synthetic fertilizers, purchased inputs, and price-sensitive production costs. Agroecological systems, by contrast, may not always maximize yield in the short run but improve ecological resilience through organic matter management, integrated pest regulation, diversified cropping, and reduced input dependency. The novelty of this article lies in reframing the productivity debate from yield maximization toward yield stability and socio-ecological resilience. The study contributes to agricultural sciences by proposing that sustainable rice production should be assessed through a multidimensional framework combining productivity, input efficiency, soil health, and farmer autonomy. Policy implications include integrating soil-health incentives, farmer field schools, organic matter management, and locally adapted agroecological extension into national food security strategies.

Keywords: agroecology; rice intensification; soil health; input efficiency; sustainable agriculture; Indonesia

INTRODUCTION

Peningkatan produksi pangan selama abad ke-20 banyak ditopang oleh intensifikasi berbasis varietas unggul, irigasi, pupuk sintetis, pestisida, dan mekanisasi. Model ini berhasil meningkatkan produksi, tetapi juga memunculkan persoalan baru berupa degradasi tanah, pencemaran air, resistensi organisme pengganggu tanaman, ketergantungan input, dan meningkatnya biaya produksi (Tilman et al., 2011; Pretty, 2008). Pada tingkat global, FAO menekankan bahwa transformasi sistem agrifood perlu mempertimbangkan biaya tersembunyi dari produksi pangan, termasuk dampak lingkungan dan sosial yang tidak tercermin dalam harga pasar (FAO, 2023). IPCC juga menegaskan bahwa sistem pangan menghadapi risiko serius akibat perubahan iklim, sehingga model produksi perlu memperkuat adaptasi, mitigasi, dan resiliensi ekosistem (IPCC, 2023).

Di Indonesia, intensifikasi padi masih menjadi fondasi kebijakan pangan nasional. Produksi padi 2024 mencapai 53,14 juta ton GKG dengan produksi beras 30,62 juta ton untuk konsumsi pangan penduduk (BPS, 2025). Namun, penurunan luas panen dan produksi dibandingkan 2023 menunjukkan bahwa keberhasilan produksi tidak dapat hanya diukur melalui capaian output agregat. Ketergantungan pada pupuk, perubahan iklim, penurunan kualitas lahan, dan ketimpangan akses input menjadi persoalan yang semakin menentukan stabilitas produksi (Kementerian Pertanian, 2025; World Bank, 2024).

Literatur agroekologi menawarkan perspektif berbeda. Altieri (1995) menekankan bahwa produktivitas pertanian harus dipahami sebagai hasil interaksi antara keanekaragaman hayati, siklus hara, pengendalian biologis, dan pengetahuan lokal. Gliessman (2015) mengembangkan agroekologi sebagai pendekatan sistemik yang menghubungkan ekologi, praktik budidaya, dan transformasi sosial. Tiftonell (2020) menegaskan bahwa agroekologi bukan sekadar substitusi input kimia dengan input organik, tetapi transformasi sistem pertanian menuju daur ulang sumber daya, diversifikasi, dan kedaulatan petani. Namun, kritik terhadap agroekologi menyatakan bahwa sistem ini dapat menghadapi tantangan produktivitas, skala, sertifikasi, dan adopsi pada petani kecil yang menghadapi tekanan pasar (Seufert et al., 2012; Reganold & Wachter, 2016).

Di sisi lain, literatur intensifikasi berkelanjutan berargumen bahwa peningkatan produksi tetap diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pangan, tetapi harus dilakukan dengan efisiensi input lebih tinggi dan dampak lingkungan lebih rendah (Pretty, 2008; Garnett et al., 2013). Perdebatan ini sering terpolarisasi antara produktivitas dan keberlanjutan. Padahal, pada tingkat petani, persoalan utama bukan hanya hasil per hektare, melainkan stabilitas hasil, biaya input, risiko gagal panen, dan kemampuan mempertahankan kesuburan tanah dalam jangka panjang.

Research gap artikel ini terletak pada keterbatasan studi yang membandingkan agroekologi dan intensifikasi konvensional secara multidimensi. Banyak kajian hanya membandingkan hasil panen atau penggunaan pupuk, tetapi belum mengintegrasikan variabel kesehatan tanah, efisiensi input, stabilitas hasil, dan otonomi petani. Secara metodologis, studi perbandingan sering menggunakan indikator tunggal sehingga

gagal menangkap trade-off antara produktivitas jangka pendek dan keberlanjutan jangka panjang. Secara empiris, konteks Indonesia memerlukan pembacaan yang lebih tajam karena kebijakan pangan masih sangat berorientasi pada produksi padi.

Kebaruan artikel ini terletak pada pengembangan kerangka evaluasi produksi padi yang tidak menempatkan hasil panen sebagai satu-satunya indikator keberhasilan. Artikel ini berkontribusi dengan mengusulkan konsep **produktivitas berketahanan**, yaitu produktivitas yang dinilai melalui kombinasi hasil, efisiensi input, kesehatan tanah, dan kapasitas adaptasi petani. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perbedaan antara sistem agroekologi dan intensifikasi konvensional dalam membentuk efisiensi input, kesehatan tanah, dan ketahanan produksi padi.

METHODOLOGY

Artikel ini menggunakan studi kasus komparatif berbasis literatur dan data sekunder. Dua sistem yang dibandingkan adalah sistem padi agroekologis dan sistem padi intensifikasi konvensional. Pemilihan kasus didasarkan pada perbedaan logika produksi: agroekologi menekankan daur ulang sumber daya, diversifikasi, dan pengendalian ekologis, sedangkan intensifikasi konvensional menekankan penggunaan input eksternal untuk mendorong hasil.

Data diperoleh dari BPS, Kementerian Pertanian, FAO, IPCC, World Bank, dan artikel ilmiah internasional. Variabel pembanding meliputi efisiensi input, kesehatan tanah, stabilitas hasil, risiko ekologis, dan ketergantungan pasar input. Analisis dilakukan melalui sintesis tematik dan perbandingan teoritis. Validasi dilakukan dengan triangulasi antara data statistik, laporan lembaga internasional, dan literatur akademik. Batasan studi ini adalah tidak melakukan pengukuran laboratorium tanah, sehingga indikator kesehatan tanah dianalisis berdasarkan literatur dan bukti sekunder.

RESULTS & DISCUSSION

2.1 Efisiensi Input dan Ketergantungan Produksi

Sistem intensifikasi konvensional memiliki keunggulan dalam peningkatan hasil jangka pendek karena menyediakan unsur hara cepat tersedia melalui pupuk sintetis. Namun, keunggulan ini disertai risiko ketergantungan input. Ketika harga pupuk meningkat atau distribusi terlambat, biaya produksi petani meningkat dan kalender budidaya terganggu. Kondisi ini merefleksikan persoalan struktural dalam sistem pertanian yang terlalu bergantung pada input eksternal.

Sistem agroekologi menggunakan logika berbeda. Efisiensi input dicapai melalui pemanfaatan bahan organik, pupuk kandang, kompos, jerami, mikroorganisme lokal, rotasi tanaman, dan pengendalian hama terpadu. Efisiensi tidak selalu berarti mengurangi input secara absolut, tetapi mengurangi input beli dan meningkatkan sirkulasi sumber daya lokal. Dalam jangka pendek, hasil dapat lebih bervariasi, tetapi dalam jangka panjang sistem ini berpotensi menurunkan kerentanan petani terhadap fluktuasi harga input.

Temuan ini memperluas argumen Pretty (2008) tentang sustainable intensification. Intensifikasi tidak harus selalu berarti penambahan input eksternal; intensifikasi juga dapat berarti peningkatan fungsi ekologis dalam sistem budidaya. Dengan demikian, ukuran efisiensi perlu bergeser dari rasio input-output ekonomi menuju efisiensi sosial-ekologis.

2.2 Kesehatan Tanah sebagai Basis Produktivitas Jangka Panjang

Kesehatan tanah menjadi variabel kunci yang membedakan kedua sistem. Intensifikasi konvensional yang tidak diimbangi pengembalian bahan organik dapat menurunkan kualitas tanah melalui penurunan kandungan karbon organik, ketidakseimbangan hara, dan menurunnya aktivitas biologi tanah (Lal, 2020). Sebaliknya, sistem agroekologi menempatkan tanah sebagai sistem hidup. Pengelolaan bahan organik meningkatkan struktur tanah, kapasitas menahan air, dan aktivitas mikroba.

Dalam konteks perubahan iklim, kesehatan tanah berperan penting dalam stabilitas produksi. Tanah dengan bahan organik lebih baik memiliki kapasitas menahan air lebih tinggi sehingga lebih adaptif terhadap kekeringan. Oleh karena itu, agroekologi tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga pada adaptasi iklim. Temuan ini mendukung IPCC (2023), yang menekankan pentingnya praktik berbasis ekosistem untuk adaptasi sektor pertanian.

Perbandingan ini menunjukkan bahwa produktivitas tidak dapat dipisahkan dari kualitas media produksi. Jika tanah diperlakukan hanya sebagai tempat tumbuh tanaman dan bukan sebagai ekosistem, maka sistem produksi rentan mengalami penurunan produktivitas jangka panjang. Dengan demikian, kesehatan tanah harus menjadi indikator utama dalam kebijakan pangan, bukan sekadar isu teknis di tingkat petani.

2.3 Stabilitas Hasil dan Resiliensi Petani

Dalam sistem konvensional, stabilitas hasil sangat dipengaruhi oleh akses tepat waktu terhadap pupuk, pestisida, benih, dan air. Ketika input tersedia, hasil dapat relatif tinggi. Namun, ketika terjadi gangguan distribusi input atau anomali iklim, risiko produksi meningkat. Pada sistem agroekologi, stabilitas hasil berasal dari diversifikasi fungsi ekologis. Sistem yang lebih beragam dapat mengurangi risiko serangan hama, memperbaiki siklus hara, dan menyediakan sumber pendapatan tambahan.

Temuan ini sejalan dengan Altieri (1995) dan Gliessman (2015), yang menempatkan diversitas sebagai prinsip dasar resiliensi agroekosistem. Namun, temuan ini juga memperlihatkan bahwa agroekologi memerlukan dukungan kelembagaan. Tanpa pasar yang menghargai produk berkelanjutan, penyuluhan agroekologi, dan insentif kebijakan, petani sulit melakukan transisi karena menanggung risiko awal secara individual.

Dengan demikian, perbedaan outcome antara agroekologi dan konvensional tidak semata ditentukan oleh praktik budidaya, tetapi juga oleh ekosistem kebijakan. Agroekologi memerlukan institusi pendukung agar manfaat ekologis dapat diterjemahkan menjadi manfaat ekonomi bagi petani.

2.4 Tabel Analitis Bukti Empiris

Variabel	Temuan Empiris	Bukti Data/Kutipan	Interpretasi Analitis
Efisiensi input	Konvensional efisien dalam hasil jangka pendek, tetapi bergantung pada input beli	Kebijakan pertanian masih menempatkan pupuk sebagai input strategis (Kementerian Pertanian, 2025)	Efisiensi ekonomi rentan terhadap harga dan distribusi input
Kesehatan tanah	Agroekologi memperkuat bahan organik dan fungsi biologis tanah	Literatur menekankan karbon tanah sebagai basis keberlanjutan (Lal, 2020)	Produktivitas jangka panjang bergantung pada kualitas tanah
Stabilitas hasil	Agroekologi memperkuat resiliensi melalui diversifikasi	Risiko iklim meningkat pada sistem pangan (IPCC, 2023)	Diversifikasi mengurangi ketergantungan pada satu sumber hasil
Kebijakan pangan	Produksi padi tetap besar tetapi mengalami tekanan	Produksi padi 2024 sebesar 53,14 juta ton GKG (BPS, 2025)	Stabilitas produksi memerlukan indikator selain output agregat

Sumber: diolah dari BPS (2025), Kementerian Pertanian (2025), FAO (2023), IPCC (2023), Lal (2020), dan literatur agroekologi.

2.5 Model Konseptual

Kesehatan Tanah → Efisiensi Input → Stabilitas Hasil → Resiliensi Agroekologi → Keberlanjutan Produksi

Model ini menegaskan bahwa keberlanjutan produksi padi tidak dapat hanya diukur melalui hasil panen tahunan, tetapi melalui kemampuan sistem mempertahankan fungsi tanah, mengurangi ketergantungan input, dan menstabilkan hasil dalam kondisi iklim yang berubah.

CONCLUSION

Artikel ini menunjukkan bahwa perdebatan antara agroekologi dan intensifikasi konvensional tidak dapat disederhanakan menjadi pertentangan antara hasil tinggi dan keberlanjutan. Intensifikasi konvensional

memiliki keunggulan dalam menghasilkan output jangka pendek, tetapi rentan terhadap ketergantungan input, fluktuasi harga, dan degradasi tanah. Agroekologi menawarkan jalur alternatif melalui penguatan fungsi ekologis, efisiensi sumber daya lokal, dan stabilitas sistem produksi, meskipun memerlukan dukungan kelembagaan dan kebijakan agar dapat diadopsi lebih luas.

Secara teoritis, artikel ini berkontribusi dengan menawarkan konsep produktivitas berketahanan. Secara praktis, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebijakan pangan perlu memperluas indikator keberhasilan dari produksi agregat menuju efisiensi input, kesehatan tanah, dan resiliensi petani. Pemerintah perlu mengintegrasikan program subsidi input dengan insentif pengembalian bahan organik, sekolah lapang agroekologi, pengendalian hama terpadu, dan pasar produk berkelanjutan. Transformasi pertanian berkelanjutan hanya dapat dicapai ketika produktivitas dan kesehatan ekosistem diperlakukan sebagai tujuan yang saling terkait.

REFERENCES

- Altieri, M. A. (1995). *Agroecology: The Science of Sustainable Agriculture*. Westview Press.
- BPS. (2025). *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024*. Badan Pusat Statistik.
- FAO. (2023). *The State of Food and Agriculture 2023*. Food and Agriculture Organization.
- Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., et al. (2013). Sustainable intensification in agriculture. *Science*, 341(6141), 33–34.
- Gliessman, S. R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. CRC Press.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Kementerian Pertanian. (2025). *Statistik Makro Sektor Pertanian 2025*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Lal, R. (2020). Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*, 112(5), 3265–3277.
- Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363, 447–465.
- Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 15221.
- Seufert, V., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Comparing yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 485, 229–232.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., & Befort, B. L. (2011). Global food demand and sustainable intensification. *PNAS*, 108(50), 20260–20264.
- Tittonell, P. (2020). Assessing resilience and adaptability in agroecological transitions. *Agricultural Systems*, 184, 102862.
- World Bank. (2024). *Indonesia Agriculture and Climate Resilience Report*. World Bank.