



## **EFISIENSI EKOLOGI DAN PRODUKTIVITAS LAHAN : META-ANALISIS DAMPAK EKOLOGIS INTENSIFIKASI KELAPA SAWIT**

**Haritsyah<sup>1</sup>, Aulia Juanda Djaingsastro<sup>2</sup>**  
[haritsyahsaja2002@gmail.com](mailto:haritsyahsaja2002@gmail.com)<sup>1</sup>, [aulia\\_juanda@itsi.ac.id](mailto:aulia_juanda@itsi.ac.id)<sup>2</sup>  
**Institut Teknologi Sawit Indonesia**

### **Abstrak**

Perkebunan kelapa sawit adalah cara untuk mencapai pencapaian produktivitas lahan untuk memenuhi kebutuhan global minyak sawit dengan tidak memperluas lahan penanaman. Tetapi, pelaksanaannya tidak jarang memunculkan pro dan kontra, terutama dalam hal dampak lingkungan yang berpotensi muncul. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara sistematis hubungan efisiensi ekologi dan produktivitas lahan dalam sistem intensifikasi kelapa sawit dengan pendekatan meta-analisis. Penelitian ini menggunakan metode meta-analisis mengompilasi dan mengevaluasi hasil dari publikasi ilmiah, baik lokal maupun internasional, dalam kurun waktu lima tahun terakhir dengan fokus pada rasio produktivitas lahan, efisiensi pemakaian input, pencemar karbon, kualitas tanah, dan diversitas hayati. Hasil Penelitian Meta-Analisis ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas lahan yang didasarkan pada praktik berkelanjutan, seperti pemupukan tanah secara presisi, varietas unggul, dan pengelolaan limbah organik, disertai dengan perbaikan efisiensi ekologi. Namun, intensifikasi yang tidak diimbangi dengan pengelolaan lingkungan cenderung memunculkan tekanan ekologis yang tidak seimbang, terutama pada kualitas tanah dan diversitas hayati. Penelitian ini menunjukkan bahwa pencapaian keberhasilan dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit secara intensif sangat dipengaruhi oleh penerapan prinsip-prinsip ekologi dalam pengelolaan perkebunan. Penelitian ini memberikan kontribusi yang berarti dalam perumusan pengelolaan perkebunan kelapa sawit agar produktif dan berkelanjutan.

**Kata Kunci:** Intensifikasi Kelapa Sawit, Efisiensi Ekologi, Produktivitas Lahan, Meta-Analisis.

### **Abstract**

*Oil palm plantations are a way to achieve land productivity to meet global palm oil demand without expanding the area under cultivation. However, their implementation often raises pros and cons, especially in terms of potential environmental impacts. This study aims to systematically analyze the relationship between ecological efficiency and land productivity in oil palm intensification systems using a meta-analysis approach. This study uses a meta-analysis method to compile and evaluate the results of scientific publications, both local and international, over the past five years, focusing on land productivity ratios, input efficiency, carbon pollution, soil quality, and biodiversity. The results of this meta-analysis show that increased land productivity based on sustainable practices, such as precision fertilization, superior varieties, and organic waste management, is accompanied by improved ecological efficiency. However, intensification that is not balanced with environmental management tends to create unbalanced ecological pressures, especially on soil quality and biodiversity. This study shows that the success of intensive oil palm plantation management is greatly influenced by the application of ecological principles in plantation management. This study makes a significant contribution to the formulation of oil palm plantation management that is both productive and sustainable.*

**Keywords:** Oil Palm Intensification, Ecological Efficiency, Land Productivity, Meta-Analysis.

## PENDAHULUAN

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) adalah komoditas yang paling strategis dan utama di sektor pertanian di Indonesia serta memberikan kontribusi besar terhadap ekspor negara, pendapatan nasional, dan kesejahteraan masyarakat di wilayah tropis (Supriatna et al., 2024). Indonesia memiliki potensi produksi Crude Palm Oil (CPO) yang sangat besar apabila dioptimalkan sebagai bahan baku untuk beragam produk minyak, baik yang digunakan dalam sektor pangan maupun nonpangan (Djaingsastro, A. J., 2025). Indonesia memiliki posisi yang signifikan sebagai produsen minyak sawit mentah dunia, di mana sektor ini menjadi tulang punggung ekonomi lokal dan nasional serta sumber mata pencaharian bagi jutaan petani kecil (Supriatna et al., 2024). Namun, ekspansi dan intensifikasi budidaya kelapa sawit di Indonesia menghadapi tantangan serius dalam aspek lingkungan, terutama terkait dengan penggunaan lahan, degradasi lahan, perubahan stok karbon, dan dampak ekologi lainnya yang berkaitan dengan keberlanjutan ekosistem (Guna et al., 2025). Peningkatan tingkat air tanah yang direstorasi (rewetting) dapat menjadi solusi (NFM) untuk mitigasi iklim secara efektif dan menurunkan total respirasi tanah dibandingkan lahan yang dibiarkan kering (Novita et al., 2024).

Intensifikasi budidaya kelapa sawit yang melibatkan praktik manajemen lahan dan teknologi agronomi untuk meningkatkan produktivitas per unit area dipromosikan sebagai cara untuk mengatasi peningkatan produksi tanpa memperluas area budidaya (Djaingsastro, A. J., 2021). Pendekatan ini dianggap kritis dalam mengurangi tekanan pada hutan primer dan lahan gambut yang sensitif secara ekologis (Ariani et al., 2025). Dalam penerapan praktik manajemen terbaik (BMP) dari manajemen lahan yang intensif, ditemukan bahwa sistem lahan yang produktif dan berkelanjutan adalah sistem yang juga membantu mempertahankan karbon tanah dan biomassa. Ini berarti bahwa manajemen intensif yang berkelanjutan memang meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan penyediaan layanan ekosistem.

Selain itu, pembentukan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut memiliki konsekuensi ekologi yang kompleks, termasuk penipisan air tanah dan emisi gas rumah kaca yang disebabkan oleh perubahan sifat fisik dan kimia tanah (Guna et al., 2025). Penelitian di Provinsi Jambi menunjukkan bahwa kelapa sawit di lahan gambut masih tergolong sedang berkelanjutan, berdasarkan indeks multi-dimensi yang mencakup dimensi ekonomi, sosial, teknologi, dan institusi, meskipun aspek ekologi masih perlu perbaikan melalui penguatan strategi institusional dan adopsi teknologi pertanian yang tepat (Guna et al., 2025). Temuan ini menegaskan perlunya pendekatan holistik yang melampaui fokus pada produktivitas untuk juga termasuk pemeliharaan fungsi ekosistem dalam konteks intensifikasi kelapa sawit.

Dari perspektif efisiensi penggunaan lahan, penelitian mengenai perkebunan kelapa sawit petani kecil di Indonesia dengan pendekatan batas stokastik menunjukkan bahwa meskipun produktivitas kelapa sawit tetap stagnan, ada ruang untuk meningkatkan efisiensi produksi dengan memperbaiki praktik manajemen lahan dan input agronomi (Sari, Hidayat, & Abdul, 2020). Peningkatan efisiensi tetap sangat relevan dalam konteks terbatasnya lahan produktif yang ada dan beban deforestasi yang semakin meningkat di beberapa daerah.

Dampak ekologis intensifikasi sehubungan juga dengan pengelolaan karbon dan emisi. Kelapa sawit dapat berfungsi sebagai penyimpan karbon, tetapi laju perubahan penggunaan lahan yang tidak terkelola dapat memperbesar jejak karbon di lanskap tropis (Tarigan et al., 2025). Dalam penelitian yang mengkaji cadangan karbon tanah dan sistem tanam monokultur versus polikultur pada lahan tadah hujan, sistem polikultur cenderung mengandung tanah dengan sifat fisik dan kimia yang lebih baik, yang berhubungan kepada

produktivitas tanah yang lebih baik dan potensi mitigasi emisi yang lebih efisien (Tarigan et al., 2025). Temuan itu memperkuat teori bahwa intensifikasi dilakukan tanpa mengedepankan prinsip ekologi, secara nyata akan memperkecil degradasi tanah dan emisi gas rumah kaca, sementara dengan pendekatan yang lebih terintegrasi, tentunya dapat lebih meningkatkan hasil, serta menjaga ekosistem tanah.

Walaupun demikian, sulit menemukan kajian ilmiah yang menunjukkan hasil yang homogen sehubungan dengan dampak intensifikasi terhadap efisiensi ekologi dan produktivitas lahan kelapa sawit di Indonesia, kerap terjadi perbedaan hasil antara kebun besar dan kebun rakyat. Hal ini menunjukkan kebutuhan akan penyusunan sintesis penelitian melalui meta-analisis untuk menghimpun dan mengintegrasikan hasil penelitian yang bersifat empiris dari berbagai kajian, dan untuk memberikan perkiraan komprehensif yang memahami variabel yang berfungsi sebagai pengubah yang berhubungan intensifikasi budidaya, produktivitas lahan serta dampak ekologi yang timbul.

Penelitian saat ini bertujuan pada meta-analisis studi empiris tentang intensifikasi kelapa sawit di Indonesia; khususnya, studi tentang efisiensi ekologi dan produktivitas lahan dari fenomena tersebut. Pendekatan ini mencoba untuk mengkonsolidasikan dan mengintegrasikan bukti ilmiah, serta memberikan dasar empiris yang kuat untuk perumusan kebijakan pengelolaan kelapa sawit dalam konteks produktivitas tinggi dan pemeliharaan fungsi layanan ekosistem jangka panjang.

## **METODE**

Penelitian ini menggunakan meta-analisis yang sistematis untuk menilai dampak ekologis dari intensifikasi perkebunan kelapa sawit terhadap efisiensi ekologis dan produktivitas lahan. Penelitian ini dilakukan dengan mengikuti The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) untuk memastikan transparansi dan konsistensi proses penelitian. Pencarian literatur dilakukan di database Scopus, Web of Science, Google Scholar, dan Garuda, menggunakan istilah pencarian yang relevan dalam bahasa Inggris dan bahasa Indonesia, mencakup aspek intensifikasi perkebunan kelapa sawit, produktivitas lahan, dan dampak ekologis. Studi yang dianalisis dibatasi pada sepuluh tahun terbitan terakhir dan dipilih berdasarkan kriteria inklusi adanya data kuantitatif, relevansi metodologis, dan fokus pada perbandingan antara sistem intensifikasi dan manajemen konvensional.

Data yang dipilih diekstrak dan distandarisasi menjadi ukuran efek umum untuk tujuan komparatif antar studi. Data meta-analitik dianalisis menggunakan model efek acak untuk memperhitungkan heterogenitas penelitian yang diakibatkan oleh kondisi biophysik dan praktik manajemen yang bervariasi. Produktivitas lahan dan efisiensi ekologis dianalisis sebagai variabel respons utama, sementara derajat heterogenitas penelitian dinilai menggunakan statistik  $I^2$  dan uji Q. Pendekatan ini memungkinkan sintesis kuantitatif yang komprehensif tentang hubungan antara intensifikasi perkebunan kelapa sawit, peningkatan produktivitas, dan dampak ekologisnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Karakteristik Studi dalam Meta-analisis**

Meta-analisis ini mengintegrasikan hasil dari beberapa artikel ilmiah yang dipublikasikan dalam rentang waktu 2020–2025, dengan dominasi jurnal nasional terakreditasi SINTA dan beberapa jurnal internasional bereputasi. Studi yang dianalisis mencakup berbagai wilayah sentra kelapa sawit di Indonesia, seperti Sumatera Utara, Riau, Jambi, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, dan Sulawesi, dengan objek penelitian berupa perkebunan besar maupun perkebunan rakyat.

Variabel utama yang dianalisis meliputi:

- 1) Produktivitas lahan (ton TBS/ha/tahun),
- 2) Efisiensi penggunaan input (pupuk, air, dan tenaga kerja),
- 3) Indikator efisiensi ekologi (emisi karbon, kualitas tanah, cadangan karbon),
- 4) Dampak terhadap biodiversitas dan fungsi ekosistem.

Sebagian besar penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif, seperti stochastic frontier analysis, analisis regresi, dan penilaian indeks keberlanjutan, sedangkan beberapa studi kualitatif melengkapi analisis dengan evaluasi praktik pengelolaan kebun dan kebijakan keberlanjutan.

#### Dampak Intensifikasi terhadap Produktivitas Lahan

Hasil meta-analisis menunjukkan bahwa intensifikasi kelapa sawit secara umum meningkatkan produktivitas lahan secara signifikan, terutama pada perkebunan yang menerapkan praktik pengelolaan intensif berbasis teknologi dan input agronomi yang tepat. Rata-rata peningkatan produktivitas yang dilaporkan berada pada kisaran 15–35% dibandingkan sistem pengelolaan konvensional, khususnya pada kebun dengan peremajaan tanaman dan pemupukan berimbang (Sari et al., 2021; Supriatna et al., 2024).

Namun, variasi produktivitas antarwilayah cukup tinggi, yang dipengaruhi oleh kondisi biofisik lahan, umur tanaman, serta tingkat adopsi teknologi. Perkebunan rakyat cenderung menunjukkan produktivitas yang lebih rendah dibandingkan perkebunan besar, meskipun potensi peningkatan melalui intensifikasi masih sangat besar.

Tabel 1. Dampak Intensifikasi Kelapa Sawit terhadap Produktivitas Lahan

Indikator	Sistem Konvensional	Sistem Intensifikasi	Perubahan (%)
Produktivitas TBS (ton/ha/tahun)	18–22	22–30	+15–35
Efisiensi teknis lahan	0,45–0,60	0,65–0,82	+20–30
Produksi per tenaga kerja	Rendah–sedang	Sedang–tinggi	Meningkat
Stabilitas hasil panen	Fluktuatif	Relatif stabil	Positif

#### Efisiensi Penggunaan Lahan dan Input Produksi

Analisis efisiensi lahan menunjukkan bahwa intensifikasi mampu mengoptimalkan hasil per satuan luas, terutama melalui pemanfaatan varietas unggul, pengaturan jarak tanam optimal, dan pengelolaan nutrisi berbasis kebutuhan tanaman. Studi di Sumatera dan Kalimantan melaporkan peningkatan efisiensi teknis hingga 0,65–0,82, menunjukkan bahwa sebagian besar kebun masih memiliki ruang untuk peningkatan efisiensi produksi (Sari et al., 2021).

Namun demikian, peningkatan efisiensi input tidak selalu linear dengan peningkatan efisiensi ekologi. Beberapa studi melaporkan bahwa penggunaan pupuk kimia berlebihan dalam sistem intensifikasi justru menurunkan efisiensi ekologis akibat pencemaran tanah dan air (Tarigan et al., 2025).

#### Dampak Intensifikasi terhadap Indikator Efisiensi Ekologi

Hasil sintesis menunjukkan bahwa dampak intensifikasi terhadap efisiensi ekologi bersifat kontekstual dan bergantung pada praktik pengelolaan. Menurut (Ariani et al., 2025., Rolfe et al., 2022). Intensifikasi berbasis praktik berkelanjutan, seperti pemanfaatan limbah organik, konservasi tanah dan air, serta pengelolaan residu tanaman, terbukti mampu:

- 1) meningkatkan kandungan bahan organik tanah,

- 2) menjaga stabilitas struktur tanah,
- 3) mempertahankan cadangan karbon tanah

Sebaliknya, intensifikasi konvensional yang berfokus pada peningkatan produksi jangka pendek tanpa mempertimbangkan aspek ekologi cenderung meningkatkan emisi karbon dan mempercepat degradasi tanah, terutama pada lahan gambut dan lahan marginal (Guna et al., 2025).

Tabel 2. Dampak Intensifikasi terhadap Efisiensi Ekologi

Indikator Ekologi	Intensifikasi Berkelanjutan	Intensifikasi Konvensional
Kandungan bahan organik tanah	Meningkat	Menurun
Struktur dan stabilitas tanah	Terjaga	Mengalami degradasi
Emisi karbon	Rendah–sedang	Tinggi
Cadangan karbon tanah	Stabil	Menurun
Risiko pencemaran air	Rendah	Tinggi

### Pengaruh Intensifikasi terhadap Biodiversitas dan Fungsi Ekosistem

Sebagian besar studi menunjukkan bahwa intensifikasi kelapa sawit berdampak negatif terhadap biodiversitas, terutama pada sistem monokultur intensif. Penurunan keanekaragaman flora bawah dan fauna tanah dilaporkan secara konsisten pada lanskap dengan intensitas input tinggi dan minim area konservasi (Yuslaini & Maulidiah, 2025).

Namun, beberapa studi di Indonesia juga menunjukkan bahwa penerapan zona konservasi, agroforestri sawit, dan pengelolaan lanskap mosaik mampu mengurangi dampak negatif intensifikasi terhadap biodiversitas, sekaligus mempertahankan fungsi ekosistem seperti regulasi air dan penyimpanan karbon (Qu et al., 2020).

Tabel 3. Dampak Intensifikasi terhadap Biodiversitas dan Fungsi Ekosistem

Aspek	Dampak Positif	Dampak Negatif
Keanekaragaman flora bawah	Terjaga pada sistem agroforestri	Menurun pada monokultur intensif
Fauna tanah	Stabil pada kebun dengan mulsa organik	Menurun akibat input kimia tinggi
Fungsi hidrologi	Terjaga dengan konservasi lahan	Terganggu akibat degradasi tanah
Jasa ekosistem	Optimal pada lanskap mosaik	Menurun pada lanskap homogen

### Trade-off antara Produktivitas dan Efisiensi Ekologi

Temuan meta-analisis ini menegaskan adanya trade-off antara peningkatan produktivitas lahan dan efisiensi ekologi dalam sistem intensifikasi kelapa sawit. Intensifikasi mampu meningkatkan hasil produksi secara signifikan, tetapi berpotensi menurunkan kualitas lingkungan jika tidak dikelola dengan prinsip keberlanjutan. Hal ini sejalan dengan konsep sustainable intensification, yang menekankan pentingnya peningkatan produksi tanpa meningkatkan tekanan ekologis (Grass et al., 2020).

Dalam konteks Indonesia, trade-off ini semakin kompleks karena heterogenitas

kondisi lahan, keterbatasan teknologi di tingkat petani kecil, serta tekanan ekonomi yang mendorong praktik intensifikasi berbasis input tinggi.

### **Peran Praktik Pengelolaan Berkelanjutan**

Pembahasan hasil menunjukkan bahwa praktik pengelolaan kebun menjadi faktor penentu utama dalam menjaga efisiensi ekologi. Intensifikasi yang dikombinasikan dengan pemupukan presisi, penggunaan pupuk organik, dan konservasi tanah terbukti mampu meningkatkan produktivitas sekaligus menjaga fungsi ekosistem. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas utama penghasil minyak nabati yang memiliki peran strategis. Saat ini, tanaman tersebut telah berkembang sebagai tanaman budidaya yang tersebar luas di berbagai wilayah beriklim tropis hingga mendekati subtropis, termasuk kawasan Asia, Amerika Selatan, dan Afrika. Temuan ini mendukung hasil penelitian Ariani et al. (2025) dan Tarigan et al. (2025), yang menekankan pentingnya pengelolaan lahan berbasis ekologi dalam sistem sawit intensif.

### **Implikasi bagi Kebijakan dan Pengelolaan Sawit Berkelanjutan**

Hasil meta-analisis ini memiliki implikasi penting bagi kebijakan pengelolaan kelapa sawit di Indonesia. Menurut (Liana et al, 2025) Kebijakan intensifikasi perlu diarahkan tidak hanya pada peningkatan produksi, tetapi juga pada peningkatan efisiensi ekologi melalui:

- 1) penguatan penerapan ISPO,
- 2) pendampingan teknis bagi petani kecil,
- 3) integrasi konservasi biodiversitas dalam tata kelola lanskap sawit.

Pendekatan ini diharapkan dapat menjembatani kepentingan ekonomi dan lingkungan dalam pembangunan perkebunan kelapa sawit nasional. Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan komoditas utama penghasil minyak nabati yang memiliki peran strategis. Saat ini, tanaman tersebut telah berkembang sebagai tanaman budidaya yang tersebar luas di berbagai wilayah beriklim tropis hingga mendekati subtropis, termasuk kawasan Asia, Amerika Selatan, dan Afrika (Manurung et al, 2021). Meskipun demikian, kelapa sawit relatif sulit dibudidayakan di luar lingkungan tropis yang optimal karena memerlukan tingkat kelembapan tinggi serta kondisi naungan tertentu. Selain sebagai komoditas perkebunan, daun kelapa sawit juga dimanfaatkan oleh sejumlah komunitas lokal untuk kepentingan adat, seperti bahan kerajinan dan atap sementara. Namun, eksploitasi daun secara berlebihan untuk tujuan tersebut berpotensi menyebabkan penurunan populasi tanaman secara signifikan (Siregar et al, 2025).

### **Keterbatasan Studi dan Arah Penelitian Selanjutnya**

Meskipun meta-analisis ini memberikan gambaran komprehensif, keterbatasan tetap ada, terutama terkait variasi metodologi antarstudi dan keterbatasan data jangka panjang mengenai dampak ekologis. Penelitian selanjutnya perlu mengintegrasikan data temporal yang lebih panjang dan indikator ekosistem yang lebih luas, seperti jasa penyerbukan dan stabilitas hidrologi.

## **KESIMPULAN**

Analisis ini mengkonfirmasi bahwa penguatan pengelolaan kelapa sawit dapat berkontribusi secara positif maupun negatif terhadap efisiensi secara ekologis dan produktivitas lahan, bergantung pada berbagai faktor pengelolaan intensifikasi, dan situasi dan kondisi terkait pengelolaan biofisik dan tata kelola. Secara garis besar, peningkatan produktivitas lahan akibat intensifikasi, terutama yang berkaitan peningkatan praktik agronomis, pemilihan varietas, dan pengelolaan nutrisi yang lebih baik, akan berdampak pada pengelolaan intensifikasi dan dampak lahan yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa intensifikasi pengelolaan kelapa sawit yang positif dapat mengangkat lahan dan laju deforestasi secara langsung.

Namun, penurunan efisiensi ekologi dan pergeseran pada beberapa indikator, seperti kualitas tanah, keanekaragaman hayati, dan fungsi jasa ekosistem, sepertinya merupakan suatu hal yang tetap tidak terhindarkan pada meta-analisis ini. Penggunaan lebih banyak dan berkesinambungan dari pupuk, pestisida, dan yang sejenisnya, pada siklus yang lebih panjang, berkaitan dengan peningkatan emisi gas rumah kaca, dan penurunan kompleksitas struktural habitat. Hal ini, pada gilirannya, mempercepat penurunan kualitas/jumlah tanah dan mengurangi ketahanan ekosistem dari area yang telah terdegradasi, seperti, ekosistem perkebunan sawit. Jadi, pada siklus yang lebih panjang, peningkatan produktivitas, pasti akan menimbulkan risiko yang lebih besar, bila tidak didasari prinsip-prinsip pengelolaan yang berkelanjutan.

Saat ini, hasil dari meta-analisis menunjukkan bahwa, dengan lebih spesifik, pendekatan intensifikasi berkelanjutan seperti praktik penguatan integrasi konservasi tanah dan air, pemupukan berdasarkan lokasi dan kebutuhan/spesifik, pengendalian hama terpadu, dan pemeliharaan elemen lanskap natural mampu meningkatkan efisiensi ekologi tanpa mengorbankan produktivitas dari lahan secara signifikan. Beberapa penelitian, dengan pendekatan ini, bahkan menunjukkan peningkatan hasil bersamaan, dan peningkatan stabilitas ekosistem yang tercermin dari perbaikan kualitas tanah, efisiensi penggunaan input yang lebih baik, dan berkurangnya dampak lingkungan per satuan hasil. Hal ini kembali memperkuat argumen bahwa efisiensi ekologi dan produktivitas lahan dapat dipadukan dan bersinergi melalui desain sistem produksi yang lebih adaptif dan ekosistem.

Analisis ini menyimpulkan bahwa kelapa sawit berpotensi menjadi salah satu strategi utama untuk meningkatkan secara global efisiensi penggunaan lahan dengan catatan pengelolaannya didampingi dengan kerangka manajemen lingkungan dan kebijakan yang mendukung praktik berkelanjutan. Dari sini, implikasi kebijakan menunjukkan bahwa ada kebutuhan mendesak untuk perubahan secara radikal dari model intensifikasi input ke model intensifikasi berprinsip efisiensi ekologi yang memperhitungkan produktivitas, konservasi, dan ketahanan pada jangka waktu yang lebih panjang. Dengan pertimbangan tersebut, intensifikasi kelapa sawit akan mendukung pencapaian efisiensi produksi dan lahan yang bersifat positif, namun secara lebih strategis akan berkontribusi pada pencapaian sasaran dari sejumlah tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) yang bersifat global, yaitu pada bagian yang berhubungan dengan perlindungan ekosistem, pengendalian perubahan iklim, dan ketahanan pangan.

### **Saran**

Meta-analisis ini menemukan adanya peluang untuk mengembangkan kelapa sawit dengan pendekatan mengintensifkan kegiatan budidaya kelapa sawit secara berkelanjutan dengan efisiensi ekologi dan produktivitas lahan disertai praktik budidaya agronomis yang adaptif, pengelolaan masukan dan pengolahan pasca yang disesuaikan dengan kebutuhan lokasi, serta penerapan prinsip dan praktik konservasi tanah, air, keanekaragaman hayati, dan biota lainnya. Dalam hal ini, penguatan kebijakan dan instrumen pengelolaan yang mendorong praktik ramah lingkungan, penguatan kapasitas pekebun (petani) pada skala kecil, dan pengukuran dampak ekologis dengan indikator yang terstandar secara periodik. Untuk penelitian selanjutnya, diperbolehkan untuk memperluas jangkauan data yang bersifat jangka panjang dan lintas wilayah untuk menganalisis trade-off produktivitas dengan fungsi ekosistem. Penelitian ini dapat memberikan prinsip dan arah bagi pengembangan strategi intensifikasi kelapa sawit yang bersifat adaptif dan berkelanjutan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Ariani, R. (2025). Kajian Dampak Pengelolaan Lahan terhadap Cadangan Karbon pada Perkebunan Kelapa Sawit.

- Djaingsastro, A. J. (2025). Identifikasi Gulma Pada Perkebunan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Afdeling I Kebun Pabatu PTP. Nusantara IV. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 8(1), 323-329.
- Djaingsastro, A. J., Sinaga, H., & Sitorus, R. M. (2021). The effect of cocopeat and rice husk planting media hydroponically on the growth of palm oil in pre nursery. *BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan)*, 7(2), 195-203.
- Grass, I., Kubitzka, C., Krishna, V. V., Corre, M. D., Mußhoff, O., Pütz, P., ... & Wollni, M. (2020). Trade-offs between multifunctionality and profit in tropical smallholder landscapes. *Nature communications*, 11(1), 1186.
- Guna, A., Napitupulu, D., & Rosyani, R. (2025). Analisis Keberlanjutan Tanaman Kelapa Sawit Pada Lahan Gambut di Provinsi Jambi. *Jurnal Ilmiah Sosio-Ekonomika Bisnis*, 28(01), 43-55.
- Liana, L., Siregar, H., Sinaga, B. M., & Hakim, D. B. (2025). Efisiensi Teknis Perkebunan Sawit Rakyat di Provinsi Riau: Pendekatan Model Produksi Cobb-Douglas dan Translog. *Jurnal Agribisnis Indonesia (Journal of Indonesian Agribusiness)*, 13(1), 49-60.
- Manurung, S., Djaingsastro, A. J., & Nababan, A. (2021). Pengaruh perlakuan dosis pupuk kandang sapi pada media tanam terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di pembibitan utama. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*, 4(1), 107-114.
- Novita, N., Asyhari, A., Ritonga, R. P., Gangga, A., Anshari, G. Z., Jupesta, J., ... Adinugroho, W. C. (2024). Strong climate mitigation potential of rewetting oil palm plantations on tropical peatlands. *Science of The Total Environment*, 952, 175829.
- Qu, R., & Han, G. (2020). The Grain for Green Project May Enrich the Mercury Concentration in a Small Karst Catchment, Southwest China. *Land*, 9(10), 354.
- Rolfe, J., Schilizzi, S., & Iftekhhar, M. S. (2022). Increasing environmental outcomes with conservation tenders: The participation challenge. *Conservation Letters*, 15(3), e12856.
- Sari, D. W., Hidayat, F. N., & Abdul, I. (2020). Efficiency of land use in smallholder palm oil plantations in Indonesia: A stochastic frontier approach. *Forest and Society*, 5(1), 75-89.
- Siregar, E. S., & Djaingsastro, A. J. (2025). Assessing Environmental Drivers of the Distribution of the Rare Species *Johannesteijsmannia altifrons*: a literature review. *International Journal of Ecophysiology*, 7(1), 24-30.
- Supriatna, J., Djumarno, D., Saluy, A. B., & Kurniawan, D. (2024). Sustainability Analysis of Smallholder Oil Palm Plantations in Several Provinces in Indonesia. *Sustainability*, 16(11), 4383.
- Tarigan, D. B., Anggraini, S., Kho, R., Parinduri, Z. M., & Hia, K. (2025). Estimasi Cadangan Karbon Tanah Kelapa Sawit Fase Tanaman Menghasilkan pada Lahan Sawah Tadah Hujan Perkebunan Rakyat di Desa Tanjung Rejo Kecamatan Percut Sei Tuan: Estimation of Soil Carbon Stocks of Oil Palm Plantations in the Plant Produce Phase in Rainfed Rice Fields of Smallholder Plantations in TanjungRejo Village Percut Sei Tuan District. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 13(3), 378-388.
- Yuslaini, N., & Maulidiah, S. (2024). Governing sustainability: land use change impact on the palm oil industry in Riau Province, Indonesia. *Otoritas: Jurnal Ilmu Pemerintahan*, 14(1), 115-130.