

Transformasi Hijau dan Pemberdayaan Digital: Kerangka Multi-Objektif untuk Model Bisnis Kelapa Sawit Berkelanjutan

Galih Aripayugo¹, Euis Eka Pramiasih², Febrina Eka Dewi³

¹Faculty of Business and Economics, Universiti Malaya, Malaysia

²Universitas Langlangbuana, Indonesia

³PT Perkebunan Nusantara I, Indonesia

e-mail: galihariprayugo25@gmail.com

Abstrak

Industri kelapa sawit global menghadapi paradoks fundamental: sebagai pilar ekonomi vital bagi negara-negara produsen seperti Indonesia, namun juga sebagai sumber utama tantangan lingkungan dan sosial yang signifikan, termasuk deforestasi dan konflik lahan. Model bisnis yang ada saat ini, terutama yang melibatkan petani swadaya, seringkali tidak mampu menyeimbangkan tuntutan ekonomi dengan imperatif keberlanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan kerangka kerja multi-objektif yang mengintegrasikan transformasi hijau dan pemberdayaan digital sebagai solusi sistemik. Dengan menggunakan metode Tinjauan Literatur Sistematis (SLR) yang dipandu oleh protokol PRISMA 2020, penelitian ini mensintesis literatur akademik dari basis data Scopus. Hasil analisis menunjukkan bahwa transformasi hijau melampaui kepatuhan sertifikasi, bergerak menuju inovasi ekonomi sirkular seperti pemanfaatan limbah POME menjadi bioenergi. Di sisi lain, pemberdayaan digital melalui integrasi teknologi seperti Internet of Things (IoT), blockchain, dan sistem Enterprise Resource Planning (ERP) mampu menciptakan rantai pasok yang transparan, efisien, dan dapat dipercaya. Kerangka kerja yang diusulkan mengintegrasikan model bisnis inovatif, infrastruktur digital, dan metrik kinerja multi-objektif (ekonomi, lingkungan, sosial) untuk menciptakan model yang resilien dan berkelanjutan. Kesimpulannya, sinergi antara praktik hijau dan teknologi digital menawarkan jalur transformatif, namun implementasinya memerlukan kolaborasi strategis di antara para pemangku kepentingan melalui model pentahelix.

Kata kunci: Ekonomi Sirkular, Kelapa Sawit Berkelanjutan, Kerangka Multi-Objektif, Pemberdayaan Digital, Transformasi Hijau.

PENDAHULUAN

Industri kelapa sawit merupakan salah satu sektor agribisnis paling dinamis dan kontroversial di dunia. Di satu sisi, komoditas ini adalah mesin penggerak ekonomi yang luar biasa, terutama bagi Indonesia yang mendominasi produksi global. Kelapa sawit memainkan peran krusial dalam perdagangan internasional, mendukung mata pencaharian jutaan orang, dan berkontribusi secara signifikan terhadap pendapatan negara serta pembangunan infrastruktur regional (Judijanto, 2025a; Pitriani et al., 2019; Siradjuddin, 2015). Fleksibilitasnya yang tinggi menjadikan minyak sawit sebagai bahan baku utama dalam berbagai produk, mulai dari barang-barang kuliner hingga energi terbarukan dalam bentuk biofuel, yang posisinya semakin penting di tengah transisi energi global (DEN-RI, 2019; Meijaard et al., 2020).

Namun, di sisi lain, kemajuan ekonomi ini datang dengan biaya lingkungan dan sosial yang sangat besar. Ekspansi perkebunan kelapa sawit secara luas diidentifikasi sebagai salah satu pendorong utama deforestasi di wilayah tropis, yang mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati, degradasi lahan gambut, dan pelepasan emisi gas rumah kaca (GRK) dalam jumlah besar (Meijaard et al., 2020; Ngan et al., 2022; Wulandari & Nasution, 2021). Selain dampak ekologis, industri ini juga sering dikaitkan dengan isu-isu sosial yang kompleks, termasuk konflik agraria

akibat perebutan lahan, pelanggaran hak asasi manusia, dan kondisi kerja yang eksploitatif (Colantonio, 2007; Ghahramanpouri et al., 2013; Ngan et al., 2022). Dualitas ini menciptakan sebuah paradoks sentral: sebuah komoditas yang esensial bagi pembangunan ekonomi sekaligus menjadi sumber kerusakan ekologis dan ketidakadilan sosial. Dilema ini menuntut adanya sebuah pendekatan yang melampaui narasi biner "pro versus kontra" dan bergerak menuju pencarian solusi terintegrasi yang mampu mendamaikan tujuan-tujuan yang saling bertentangan (Demeritt et al., 2011).

Akar dari paradoks kelapa sawit terletak pada keterbatasan model bisnis yang dominan saat ini. Struktur industri yang ada seringkali gagal menginternalisasi biaya eksternalitas negatif dan mendistribusikan manfaat secara adil di sepanjang rantai nilai. Hal ini terutama terlihat jelas pada posisi petani swadaya (*independent smallholders*), yang mengelola sebagian besar lahan kelapa sawit di Indonesia (sekitar 40.62%) namun seringkali berada pada posisi yang paling rentan (Sibhatu, 2023; Ulvenblad, 2021). Model bisnis yang mereka jalani dihadapkan pada serangkaian tantangan keberlanjutan yang sistemik.

Petani swadaya umumnya mengalami produktivitas yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan perkebunan skala besar milik perusahaan atau petani plasma yang terikat dalam skema kemitraan (Valentinov et al., 2025; Walker, 2019). Keterbatasan ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk akses yang buruk terhadap bibit unggul, kurangnya pengetahuan tentang praktik agronomi terbaik (*Good Agricultural Practices*), dan keterbatasan modal untuk investasi (Valentinov et al., 2025). Lebih jauh lagi, mereka sangat bergantung pada tengkulak dalam rantai pasok yang panjang dan tidak efisien, yang membatasi akses pasar mereka dan menekan harga jual Tandan Buah Segar (TBS) (Sibhatu, 2023; Valentinov et al., 2025). Struktur pasar seperti ini tidak hanya merugikan petani secara ekonomi tetapi juga menghambat adopsi praktik-praktik berkelanjutan. Skema sertifikasi keberlanjutan seperti *Roundtable on Sustainable Palm Oil* (RSPO), yang dirancang untuk mengatasi masalah lingkungan dan sosial, seringkali tidak dapat diakses oleh petani swadaya karena biaya sertifikasi yang tinggi, persyaratan teknis yang rumit, dan kurangnya dukungan kelembagaan (Sinaga, 2022). Akibatnya, alih-alih menjadi alat inklusi, sertifikasi justru berisiko memperlebar kesenjangan antara perusahaan besar dan petani kecil, menciptakan kegagalan struktural dalam ekosistem yang melanggengkan inefisiensi ekonomi dan dampak negatif terhadap lingkungan dan sosial.

Tekanan untuk melakukan transformasi fundamental dalam industri kelapa sawit kini mencapai titik kritis. Secara eksternal, tuntutan global untuk keberlanjutan semakin meningkat, didorong oleh kesadaran konsumen yang lebih tinggi dan kebijakan regulasi yang lebih ketat. Inisiatif seperti rencana Uni Eropa untuk menghapus penggunaan biofuel berbasis kelapa sawit secara bertahap dan pemberlakuan Undang-Undang Lingkungan Inggris (*Environment Act 2021*) yang menuntut uji tuntas (*due diligence*) terhadap komoditas berisiko deforestasi, memberikan sinyal pasar yang jelas bahwa model bisnis "*business as usual*" tidak lagi dapat dipertahankan (ESDM-RI, 2020; Sinaga, 2022). Kepercayaan publik terhadap klaim keberlanjutan perusahaan juga berada pada titik rendah, dengan banyak konsumen yang skeptis terhadap efektivitas sertifikasi yang ada, yang sering dianggap sebagai bentuk *greenwashing* (Purnomo et al., 2023; Severson & Vos, 2018).

Secara internal, revolusi industri 4.0 menghadirkan serangkaian teknologi disruptif yang menawarkan peluang transformatif yang belum pernah ada sebelumnya (Hoang Thanh & Truong Cong, 2024; Iliescu, 2024). Teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, *blockchain*, kecerdasan buatan (AI), dan analisis data besar memiliki potensi untuk merevolusi cara rantai pasok kelapa sawit dikelola, mulai dari pertanian presisi di tingkat perkebunan hingga ketertelusuran produk di tingkat konsumen (Pan, X., et al., 2021). Penelitian ini memiliki urgensi dan kebaruan yang tinggi karena berupaya menjembatani kesenjangan kritis antara imperatif keberlanjutan yang mendesak dan kapabilitas teknologi yang sedang berkembang. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang seringkali berfokus pada solusi parsial—baik itu perbaikan praktik agronomi, analisis kebijakan, atau penerapan teknologi secara terisolasi—penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka kerja

holistik dan terintegrasi. Kebaruannya terletak pada upaya untuk mensintesis transformasi hijau dan pemberdayaan digital ke dalam satu model bisnis multi-objektif yang koheren, dengan tujuan memberikan panduan strategis untuk menavigasi kompleksitas industri menuju masa depan yang benar-benar berkelanjutan (ESDM-RI, 2020; Meijaard et al., 2020).

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang telah diuraikan, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab serangkaian pertanyaan kunci yang akan memandu pengembangan kerangka kerja yang komprehensif:

1. Bagaimana model bisnis saat ini dalam industri kelapa sawit dan tantangan keberlanjutan spesifik yang dihadapinya dapat diidentifikasi dan dianalisis?
2. Bagaimana peran teknologi digital (misalnya, IoT, blockchain, sistem ERP) dapat dieksplorasi untuk memfasilitasi transformasi hijau dalam rantai pasok kelapa sawit?
3. Bagaimana kerangka kerja multi-objektif yang mengintegrasikan inovasi model bisnis, transformasi digital, dan metrik keberlanjutan (ekonomi, lingkungan, sosial) dapat dikembangkan untuk memandu industri menuju masa depan yang lebih berkelanjutan?

Untuk mencapai tujuan tersebut, penelitian ini akan berfokus pada tiga variabel kunci yang saling terkait, yang membentuk pilar-pilar dari kerangka kerja yang diusulkan.

- **Transformasi Hijau:** Dalam konteks penelitian ini, Transformasi Hijau didefinisikan sebagai pergeseran strategis dari praktik-praktik konvensional menuju model operasional yang secara proaktif meminimalkan jejak ekologis dan memaksimalkan dampak sosial positif. Ini mencakup, namun tidak terbatas pada, adopsi praktik pertanian berkelanjutan yang terverifikasi melalui skema sertifikasi kredibel seperti RSPO dan ISPO; implementasi teknologi ramah lingkungan yang inovatif, seperti pemanfaatan limbah cair pabrik kelapa sawit (POME) untuk produksi bioenergi yang sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular; dan kepatuhan yang ketat terhadap standar lingkungan nasional dan internasional untuk melindungi keanekaragaman hayati dan mengurangi emisi (DEN-RI, 2019; ESDM-RI, 2020; Hoang Thanh & Truong Cong, 2024).
- **Pemberdayaan Digital:** Variabel ini merujuk pada pemanfaatan strategis dari serangkaian alat dan platform teknologi digital untuk meningkatkan kinerja rantai pasok kelapa sawit secara keseluruhan. Pemberdayaan digital mencakup penerapan teknologi seperti IoT untuk pengumpulan data real-time dari lapangan, blockchain untuk menciptakan sistem ketertelusuran (traceability) dan transparansi yang tidak dapat diubah, serta AI dan drone untuk pertanian presisi. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi operasional, memperkuat akuntabilitas, dan memberikan visibilitas penuh dari hulu ke hilir, yang pada akhirnya memberdayakan semua aktor dalam rantai nilai, termasuk petani kecil (Pan, X., et al., 2021; Pujawan & Bah, 2022; Santoso et al., 2021; Sarkis-Onofre et al., 2021).
- **Kerangka Multi-Objektif:** Konsep ini mengacu pada sebuah model analitis dan konseptual yang dirancang untuk secara simultan mengelola dan menyeimbangkan berbagai tujuan yang seringkali saling bertentangan dalam sistem yang kompleks. Dalam konteks kelapa sawit berkelanjutan, kerangka ini secara eksplisit mengakui adanya trade-offs antara tujuan ekonomi (misalnya, profitabilitas, efisiensi biaya, produktivitas), lingkungan (misalnya, pengurangan emisi, konservasi lahan, pengelolaan limbah), dan sosial (misalnya, peningkatan kesejahteraan petani kecil, keadilan dalam pembagian manfaat, penghormatan terhadap hak-hak masyarakat adat). Kerangka ini tidak mencari satu solusi optimal tunggal, melainkan sebuah zona keseimbangan dinamis yang dapat disesuaikan dengan konteks spesifik, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih holistik dan terinformasi (Pitriani et al., 2019; Polasi & Shalini, 2024; Pujawan & Bah, 2022).

Analisis mendalam terhadap literatur yang ada menunjukkan bahwa masalah inti industri ini bukanlah sekadar kerusakan lingkungan atau ketertinggalan teknologi semata, melainkan sebuah kegagalan tata kelola (*governance failure*) yang sistematis. Model-model yang ada saat ini gagal menyelaraskan insentif di antara berbagai aktor di sepanjang rantai nilai. Perusahaan-perusahaan besar cenderung termotivasi oleh manajemen risiko pasar dan reputasi korporat (Truant et al., 2024), sementara petani swadaya didorong oleh kebutuhan subsisten jangka pendek dan dihadapkan pada hambatan struktural yang menghalangi mereka untuk mengadopsi praktik berkelanjutan (Ghahramanpouri et al., 2013; Sinaga, 2022). Dalam konteks ini, teknologi bukanlah solusi pamungkas, melainkan sebuah alat tata kelola yang potensial. Kegagalan mekanisme tata kelola yang ada, seperti sertifikasi, dalam menjangkau dan memberdayakan petani kecil secara efektif (Sinaga, 2022), membuka jalan bagi teknologi digital. Teknologi seperti blockchain, dengan kemampuannya menciptakan catatan transaksi yang abadi dan dapat diverifikasi bersama (Iliescu, 2024; Treiblmaier, 2018), dapat menjadi fondasi bagi model tata kelola baru. Dalam model ini, kepatuhan terhadap standar keberlanjutan menjadi dapat diverifikasi, kinerja menjadi terukur, dan insentif (seperti akses pasar premium atau pembiayaan hijau) dapat dihubungkan secara langsung dan transparan dengan tindakan-tindakan berkelanjutan di lapangan, bahkan untuk petani terkecil sekalipun. Dengan demikian, kesenjangan penelitian yang sebenarnya bukanlah sekadar tentang teknologi apa yang harus digunakan, melainkan bagaimana teknologi tersebut dapat ditanamkan dalam sebuah kerangka bisnis dan tata kelola baru yang secara fundamental mengatasi masalah ketidakselarasan insentif ini.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi metodologi Tinjauan Literatur Sistematis atau *Systematic Literature Review* (SLR). Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya yang unggul dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis seluruh bukti penelitian yang relevan dan tersedia mengenai suatu topik secara terstruktur, transparan, dan dapat direplikasi. Pilihan metodologi ini untuk membangun dasar bukti yang kuat dan komprehensif dari literatur ilmiah yang ada sebagai landasan untuk mengembangkan kerangka kerja multi-objektif yang baru dan inovatif (Adams, R., et al., 2016; Hoang Thanh & Truong Cong, 2024; Subiyakto et al., 2022; Supandi, A., 2023).

Kerangka PRISMA 2020

Seluruh proses SLR dalam penelitian ini mengacu pada PRISMA 2020 (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). PRISMA 2020 merupakan kerangka kerja berbasis bukti untuk meningkatkan kualitas pelaporan tinjauan sistematis. Pedoman ini terdiri dari sebuah checklist yang berisi 27 item pelaporan yang mencakup semua aspek tinjauan—mulai dari judul, abstrak, pendahuluan, metode, hasil, diskusi, hingga informasi pendanaan—serta sebuah diagram alir (*flow diagram*) yang memvisualisasikan proses seleksi studi. Kepatuhan terhadap PRISMA 2020 memastikan bahwa semua langkah yang diambil dalam proses tinjauan, mulai dari perumusan pertanyaan penelitian hingga sintesis temuan, didokumentasikan dengan jelas dan lengkap, sehingga memungkinkan pembaca untuk menilai validitas dan reliabilitas temuan penelitian (Page et al., 2021; Sarkis-Onofre et al., 2021; Severson & Vos, 2018; Sibhatu, 2023).

Sumber Informasi

Untuk memastikan cakupan literatur yang komprehensif dan berkualitas tinggi, pencarian akan dilakukan pada dua basis data (*database*) akademik utama yang diakui secara global karena kredibilitas dan cakupannya yang luas di berbagai disiplin ilmu, yaitu Scopus (Meijaard et al., 2020; Hoang Thanh & Truong Cong, 2024). Strategi pencarian akan dirancang untuk menangkap studi yang relevan dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang terkait dengan tiga variabel inti penelitian: industri kelapa sawit, transformasi hijau/keberlanjutan, dan pemberdayaan digital/teknologi. Kata kunci ini akan digabungkan menggunakan operator Boolean (AND, OR)

untuk memaksimalkan presisi dan cakupan. Pencarian akan dibatasi pada metadata artikel, termasuk judul, abstrak, dan kata kunci (TITLE-ABS-KEY).

Tabel 1. *Database Search String*

Basis Data	Search String
Scopus	(TITLE-ABS-KEY("palm oil") AND TITLE-ABS-KEY("sustainable business model" OR "green transformation" OR "sustainability" OR "circular economy" OR "sustainable practices")) AND TITLE-ABS-KEY("digital transformation" OR "digital enablement" OR "blockchain" OR "IoT" OR "Internet of Things" OR "industry 4.0" OR "precision agriculture" OR "ERP" OR "AI" OR "drones"))

Sumber: Data Olahan Peneliti (2025)

Untuk memastikan relevansi dan kualitas studi yang disertakan dalam tinjauan, serangkaian kriteria inklusi dan eksklusi telah ditetapkan:

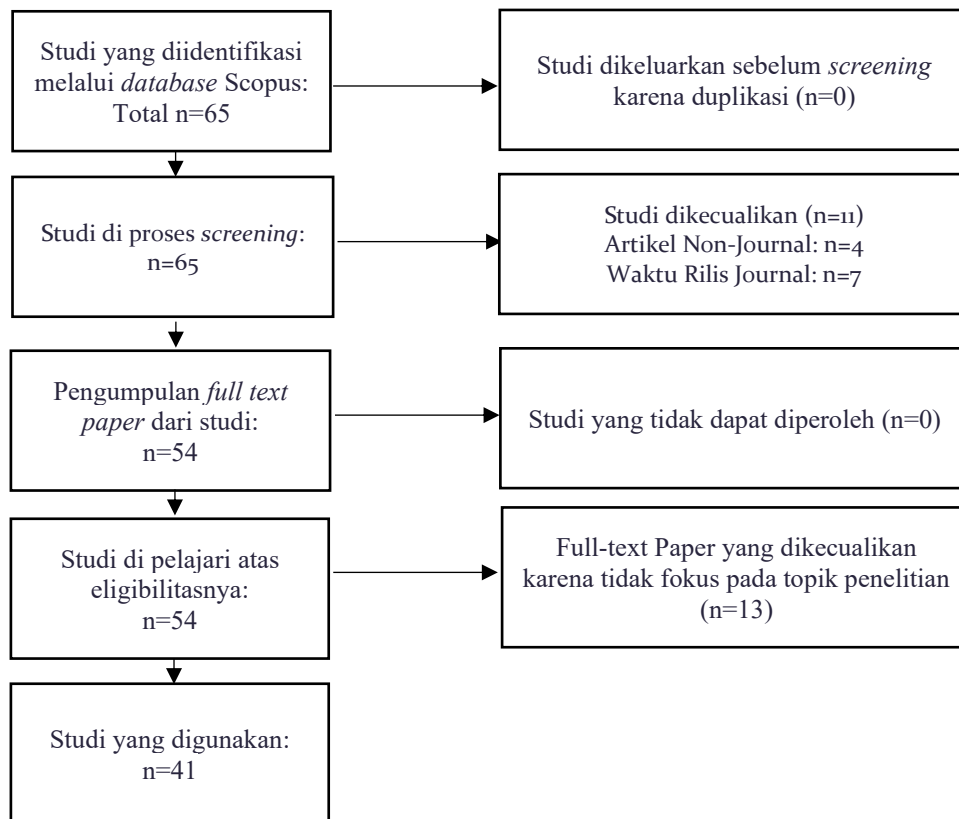
Tabel 2. Tabel Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Index	Scopus	Non Scopus
Tipe Literatur	Artikel Jurnal, Laporan Industri	Conference proceedings, buku, disertasi
Waktu Publish	2015 - 2025	Sebelum 2015
Bahasa	Inggris & Indonesia	Non Inggris & Indonesia
Subjek	Artikel harus membahas setidaknya dua dari tiga variabel kunci penelitian (Transformasi Hijau, Pemberdayaan Digital, Model Bisnis/Kerangka Multi-Objektif)	Studi yang membahas agribisnis secara umum tanpa fokus spesifik pada kelapa sawit, atau studi yang murni bersifat teknis (misalnya, hanya membahas aspek kimia dari POME atau algoritma AI) tanpa menghubungkannya dengan konteks bisnis, keberlanjutan, atau rantai pasok kelapa sawit.
Metode Riset	Kuantitatif, Kualitatif, dan <i>mixed-methods</i>	Non-empiris, opini

Sumber: Data Olahan Peneliti (2025)

Proses Penyaringan dan Ekstraksi Data

Setelah pencarian awal dilakukan, data yang diperoleh menjalani proses penyaringan bertahap. Pertama, sebanyak 65 entri diidentifikasi. Selanjutnya, 11 data dikeluarkan berdasarkan kriteria kelayakan yang telah ditentukan sebelumnya sebagaimana tercantum pada Tabel 2. Sebanyak 54 artikel yang tersisa—semuanya diterbitkan dalam rentang waktu 15 tahun yang ditetapkan (2010–2024)—kemudian dievaluasi berdasarkan judul, abstrak, dan kata kunci. Tahap ini menghasilkan pengecualian terhadap 13 data tambahan karena bersifat non-empiris atau tidak relevan dengan pertanyaan penelitian. Dengan demikian, diperoleh 41 artikel akhir yang dianggap layak untuk diunduh dalam bentuk teks lengkap dan ditelaah secara mendalam.



Gambar 1. Flow Diagram Menggunakan PRISMA 2020
Sumber: Data Olahan Peneliti (2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil dari tinjauan literatur sistematis, yang disintesis menjadi tiga pilar utama yang saling berhubungan: dimensi transformasi hijau, peran pemberdayaan digital, dan pengembangan kerangka kerja multi-objektif. Analisis ini tidak hanya memetakan kondisi saat ini tetapi juga membangun fondasi logis untuk kerangka kerja terpadu yang diusulkan.

Dimensi Transformasi Hijau: Dari Kepatuhan Menuju Inovasi Sirkular

Analisis literatur menunjukkan bahwa wacana transformasi hijau dalam industri kelapa sawit telah berevolusi secara signifikan. Pada awalnya, fokus utama adalah pada kepatuhan (*compliance*) terhadap standar keberlanjutan yang ditetapkan oleh badan sertifikasi seperti RSPO dan, di tingkat nasional, *Indonesian Sustainable Palm Oil* (ISPO). Standar-standar ini bertujuan untuk menetapkan praktik-praktik terbaik dalam pengelolaan lingkungan dan sosial, dan motivasi utama bagi perusahaan untuk mengadopsinya seringkali bersifat instrumental, didorong oleh risiko bisnis dan tekanan dari pemangku kepentingan seperti LSM dan konsumen di pasar global (Sinaga, 2022; Truant et al., 2024). Kepatuhan terhadap standar ini dianggap sebagai cara untuk mengelola reputasi dan mempertahankan akses pasar.

Namun, pemahaman yang lebih matang tentang transformasi hijau kini bergerak melampaui sekadar kepatuhan pasif menuju inovasi proaktif yang berlandaskan pada prinsip-prinsip ekonomi sirkular. Salah satu contoh paling menonjol dari pergeseran ini adalah pengelolaan limbah pabrik kelapa sawit. Limbah cair pabrik kelapa sawit (POME), yang secara tradisional menjadi sumber polusi air yang signifikan, kini semakin dilihat sebagai sumber daya yang berharga. Melalui penerapan teknologi penangkapan metana (*methane capture*), POME dapat diolah menjadi biogas, yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghasilkan listrik

(bioenergi). Inovasi ini memberikan manfaat ganda: mengurangi emisi gas rumah kaca secara drastis—yang merupakan kontribusi penting terhadap target *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia—dan menciptakan aliran pendapatan baru bagi pabrik, sekaligus meningkatkan ketahanan energi (DEN-RI, 2019). Pendekatan ini mengubah limbah menjadi aset, yang merupakan inti dari ekonomi sirkular (Meijaard et al., 2020).

Selain pengelolaan limbah, inovasi hijau juga merambah ke praktik agronomi melalui pertanian presisi. Pemanfaatan teknologi seperti drone yang dilengkapi sensor multispektral dan platform analisis berbasis AI memungkinkan pemantauan kesehatan tanaman, deteksi dini hama dan penyakit, serta aplikasi pupuk dan pestisida yang lebih tepat sasaran (Sarkis-Onofre et al., 2021; Tsouros et al., 2019; Valentinov et al., 2025). Praktik ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan produktivitas hasil panen, tetapi juga secara signifikan mengurangi limpasan bahan kimia ke lingkungan, meminimalkan dampak ekologis dari kegiatan perkebunan (Sarkis-Onofre et al., 2021; Treiblmaier, 2018).

Meskipun demikian, literatur juga menyoroti tantangan signifikan yang dikenal sebagai "paradoks sertifikasi". Skema yang dirancang untuk mendorong keberlanjutan seringkali menjadi penghalang bagi pihak yang paling membutuhkannya: petani swadaya. Biaya audit yang tinggi, persyaratan dokumentasi yang rumit, dan kebutuhan akan kapasitas teknis yang canggih membuat sertifikasi seperti RSPO sulit dijangkau oleh petani perorangan (Sinaga, 2022). Akibatnya, alih-alih mendorong inklusivitas, sertifikasi berisiko menciptakan sistem dua tingkat yang mengecualikan petani kecil dari rantai pasok berkelanjutan, yang pada akhirnya dapat memperburuk ketidaksetaraan sosial dan ekonomi yang sudah ada (Ghahramanpouri et al., 2013). Mengatasi paradoks ini memerlukan model intervensi baru yang tidak hanya berfokus pada standar, tetapi juga pada pembangunan kapasitas dan penyediaan dukungan finansial dan teknis yang terstruktur bagi petani kecil.

Peran Pemberdayaan Digital: Membangun Rantai Pasok yang Transparan dan Cerdas

Jika transformasi hijau mendefinisikan "apa" yang perlu dicapai, maka pemberdayaan digital menyediakan "bagaimana" cara mencapainya secara efisien, transparan, dan terukur. Analisis literatur mengidentifikasi peran sinergis dari berbagai teknologi digital yang, ketika diintegrasikan, dapat membentuk infrastruktur untuk rantai pasok kelapa sawit yang cerdas dan berkelanjutan.

Internet of Things (IoT) berfungsi sebagai sistem saraf digital dari rantai pasok, yang terdiri dari jaringan sensor yang tersebar di seluruh operasi dari hulu ke hilir. Di tingkat perkebunan, sensor IoT dapat memantau kondisi mikro-iklim, kelembaban tanah, dan tingkat nutrisi secara *real-time*, memberikan data penting untuk pertanian presisi (Ulvenblad, 2021). Selama proses logistik dan penyimpanan, sensor suhu dan kelembaban dapat memastikan bahwa TBS dan CPO disimpan dalam kondisi optimal untuk menjaga kualitas (Vallance et al., 2011). Data yang dikumpulkan oleh perangkat IoT ini menjadi fondasi bagi pengambilan keputusan berbasis bukti, mengurangi ketergantungan pada perkiraan dan intervensi manual yang tidak efisien (Santoso et al., 2021; Walker, 2019).

Blockchain sebagai Lapisan Kepercayaan: Masalah fundamental dalam rantai pasok kelapa sawit adalah kurangnya transparansi dan kepercayaan. Klaim keberlanjutan sulit diverifikasi, dan ketertelusuran produk dari perkebunan hingga konsumen akhir seringkali tidak jelas (Wulandari & Nasution, 2021). *Blockchain* menawarkan solusi yang kuat untuk masalah ini. Sebagai buku besar digital yang terdistribusi dan tidak dapat diubah (*immutable*), *blockchain* dapat mencatat setiap transaksi dan pergerakan produk secara permanen dan tahan manipulasi (Iliescu, 2024; Treiblmaier, 2018). Ketika seorang petani memanen TBS, data lokasi GPS dan waktu panen dapat dicatat di *blockchain*. Setiap kali TBS tersebut berpindah tangan—dari petani ke pengumpul, ke pabrik, hingga ke produsen—transaksi tersebut dicatat sebagai blok baru yang terhubung secara kriptografis ke blok sebelumnya. Hal ini menciptakan jejak audit digital yang tidak terputus dan dapat diverifikasi oleh semua pihak yang berwenang, secara efektif memerangi masalah

pencampuran buah dari sumber ilegal (misalnya, dari kawasan deforestasi) dan memberikan bukti nyata untuk klaim keberlanjutan (Wulandari & Nasution, 2021; Adams, R., et al., 2016; Adesipo et al., 2020).

Sistem ERP (*Enterprise Resource Planning*) sebagai tulang punggung operasional: Sementara IoT mengumpulkan data dan blockchain mengamankannya, sistem ERP berfungsi sebagai pusat integrasi yang menerjemahkan data tersebut menjadi tindakan bisnis yang terkoordinasi. ERP adalah platform perangkat lunak yang mengelola proses bisnis inti suatu perusahaan, seperti manajemen inventaris, keuangan, sumber daya manusia, dan manajemen rantai pasok (Arouri et al., 2021). Dengan mengintegrasikan data dari sensor IoT dan catatan transaksi dari blockchain, sistem ERP dapat mengotomatiskan banyak proses. Misalnya, ERP dapat secara otomatis memicu pembayaran kepada petani melalui smart contract di blockchain segera setelah pengiriman TBS diverifikasi di pabrik. Sistem ini juga dapat mengelola kepatuhan terhadap standar sertifikasi dengan melampirkan bukti digital dari blockchain ke setiap batch produk (Asrori et al., 2025; Brun et al., 2020). Integrasi ERP-Blockchain ini menciptakan ekosistem digital yang mulus di mana data mengalir secara efisien dari lapangan ke ruang rapat, memungkinkan manajemen yang proaktif dan berbasis data di seluruh organisasi.

Menuju Kerangka Multi-Objektif: Mengintegrasikan Profit, Manusia, dan Planet

Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa solusi yang hanya menekankan satu aspek—seperti lingkungan, teknologi, atau ekonomi—tidak akan bertahan lama. Misalnya, upaya ramah lingkungan yang tidak memberi keuntungan ekonomi sulit diterapkan, dan penggunaan teknologi yang tidak menyentuh masalah sosial dasar juga tidak akan berkelanjutan. Karena itu, keberlanjutan sejati dalam industri kelapa sawit harus didasarkan pada pendekatan yang seimbang, yang mampu mengelola dan menyesuaikan antara tiga tujuan yang sering bertentangan: keuntungan ekonomi, kelestarian lingkungan, dan keadilan sosial (Pitriani et al., 2019).

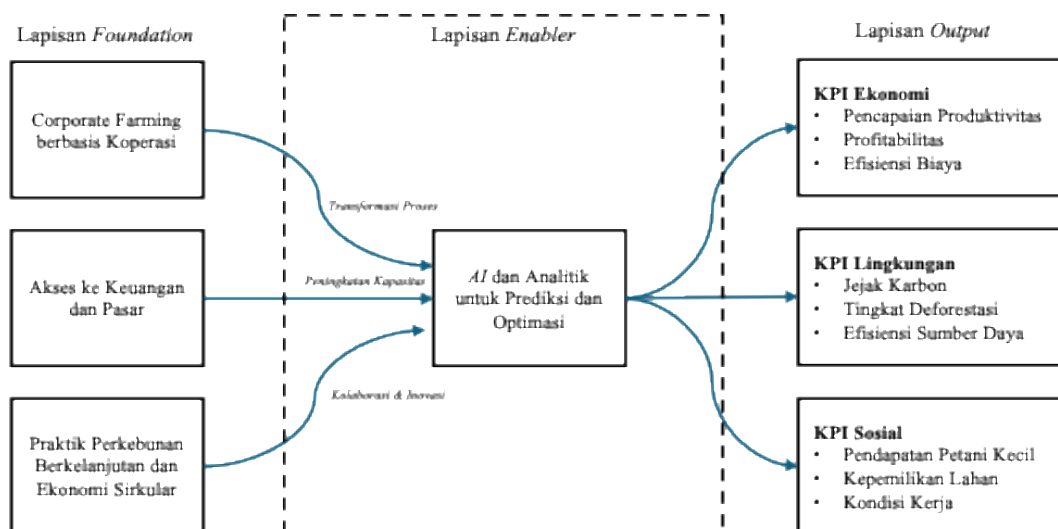
Literatur tentang pertanian berkelanjutan dan manajemen rantai pasok telah lama mencoba mencari cara untuk menyeimbangkan berbagai tantangan optimasi multi-objektif ini. Untuk membantu para pengambil keputusan menghadapi tantangan ini, para peneliti telah mengembangkan berbagai model kuantitatif. Misalnya, Goal Programming (GP) digunakan untuk menetapkan beberapa target—seperti hasil panen, batas penggunaan air, atau biaya produksi—dan mencari solusi yang paling mendekati semua target tersebut sekaligus (Polasi & Shalini, 2024). Sementara itu, Analytical Hierarchy Process (AHP) membantu menyusun masalah yang kompleks dan memberi bobot pada berbagai faktor penting, seperti risiko iklim, biaya, atau dampak sosial, sebelum dilakukan proses optimasi (Martínez-Falcó et al., 2025). Meskipun bersifat teknis dan matematis, model-model ini memberi dasar yang kuat untuk memahami bagaimana berbagai tujuan dapat diseimbangkan. Intinya, pendekatan ini menunjukkan bahwa kita tidak harus hanya mengejar satu hal, seperti keuntungan, tetapi bisa mencari titik keseimbangan terbaik di antara berbagai tujuan yang sering bertentangan (Pujawan & Bah, 2022; Rahu, 2021; Santoso et al., 2021). Prinsip keseimbangan inilah yang menjadi dasar dari kerangka kerja multi-objektif yang digunakan dalam penelitian ini.

Kerangka Kerja yang Diusulkan: Model Terpadu untuk Keberlanjutan Kelapa Sawit

Berdasarkan sintesis dari ketiga pilar di atas, penelitian ini mengusulkan sebuah kerangka kerja konseptual multi-objektif yang mengintegrasikan inovasi model bisnis, pemberdayaan digital, dan metrik kinerja keberlanjutan. Kerangka ini dirancang untuk berfungsi sebagai peta jalan strategis bagi para pemangku kepentingan dalam industri kelapa sawit.

Integrasi teknologi digital seperti *IoT*, *Blockchain*, dan *ERP* bukan hanya tentang meningkatkan efisiensi, tetapi secara fundamental menciptakan sebuah aset digital baru:

kepercayaan yang dapat diverifikasi. Dalam industri yang dilanda krisis kepercayaan (Purnomo et al., 2023), aset ini memiliki nilai ekonomi yang nyata. Kemampuan untuk membuktikan secara tak terbantahkan bahwa suatu produk berasal dari sumber yang berkelanjutan dapat membuka akses ke pasar premium yang bersedia membayar lebih untuk jaminan tersebut, memitigasi risiko regulasi di pasar ekspor yang semakin ketat, dan membangun loyalitas merek yang kuat. Prosesnya dimulai ketika data dari lapangan, seperti koordinat GPS dari TBS yang dipanen yang dikumpulkan oleh perangkat IoT, dicatat pada blockchain (Wulandari & Nasution, 2021; Adams, R., et al., 2016). Catatan ini menjadi bukti digital yang tidak dapat diubah, sebuah proksi teknis untuk kepercayaan (Iliescu, 2024; Treiblmaier, 2018). Bukti ini bukan lagi sekadar klaim pemasaran, melainkan aset data yang dapat diaudit dan dilampirkan pada setiap produk. Kerangka kerja yang diusulkan ini pada dasarnya adalah sebuah model untuk mengelola, mengintegrasikan (melalui ERP), dan pada akhirnya memonetisasi aset digital ini di seluruh rantai nilai. Dengan demikian, transformasi digital secara langsung memungkinkan dan memperkuat transformasi hijau dengan membuat keberlanjutan menjadi transparan, terukur, dan yang terpenting, bernilai secara komersial.



Gambar 2. Diagram Kerangka Multi-Objektif untuk Model Bisnis Kelapa Sawit Berkelanjutan

Sumber: Data Olahan Peneliti (2025)

Kerangka kerja ini terdiri dari tiga lapisan yang saling bergantung:

1. **Lapisan Fondasi (Model Bisnis Inovatif):** Lapisan ini menekankan pergeseran dari model yang mengeksploitasi petani swadaya ke model yang memberdayakan mereka, seperti model corporate farming berbasis koperasi. Model ini mengagregasi petani kecil ke dalam entitas yang lebih besar, memungkinkan mereka untuk secara kolektif mengakses keuangan, teknologi, input berkualitas, dan pasar dengan daya tawar yang lebih kuat (Sibhatu, 2023; Valentinov et al., 2025). Lapisan ini juga mengintegrasikan praktik-praktik transformasi hijau, seperti pertanian berkelanjutan dan prinsip ekonomi sirkular (misalnya, pengelolaan POME), ke dalam operasi inti (DEN-RI, 2019).
2. **Lapisan Enabler (Infrastruktur Digital Terintegrasi):** Lapisan ini adalah *enabler* teknologi yang membuat model bisnis inovatif menjadi mungkin dan terukur. Ini bukan sekadar kumpulan teknologi terpisah, melainkan sebuah "tumpukan" teknologi yang terintegrasi. *IoT* menyediakan aliran data mentah dari lapangan. *Blockchain* menyediakan platform yang aman dan transparan untuk mencatat dan memverifikasi data tersebut. Algoritma AI dan analitik data besar kemudian memproses data ini untuk menghasilkan wawasan prediktif dan rekomendasi optimisasi, misalnya untuk penjadwalan panen atau rute logistik. Akhirnya, sistem ERP mengintegrasikan semua

informasi ini ke dalam alur kerja bisnis sehari-hari, menghubungkan data lapangan dengan keputusan manajemen strategis.

3. **Lapisan *Output* (Kinerja Multi-Objektif):** Ini adalah lapisan hasil, di mana keberhasilan transformasi diukur. Kerangka ini menolak metrik keberhasilan tunggal (seperti laba) dan sebaliknya mengusulkan panel *Key Performance Indicators (KPI)* yang seimbang di tiga domain: Ekonomi: Mengukur kesehatan finansial dan efisiensi operasi, termasuk peningkatan produktivitas (ton/hektar), profitabilitas, dan efisiensi biaya di seluruh rantai pasok. Lingkungan: Mengukur jejak ekologis, termasuk pengurangan emisi GRK, penurunan tingkat deforestasi yang terverifikasi, dan peningkatan efisiensi penggunaan sumber daya seperti air dan pupuk. Sosial: Mengukur dampak pada manusia, terutama pada kelompok yang paling rentan, termasuk peningkatan pendapatan bersih petani kecil, kejelasan dan keamanan kepemilikan lahan, serta perbaikan kondisi kerja sesuai dengan standar ketenagakerjaan internasional.

Interaksi antar lapisan bersifat dinamis. Model bisnis yang inovatif (Lapisan 1) menciptakan permintaan dan konteks untuk penerapan infrastruktur digital (Lapisan 2). Infrastruktur digital, pada gilirannya, menyediakan data dan alat yang memungkinkan model bisnis untuk beroperasi secara efisien dan transparan, yang pada akhirnya memungkinkan pencapaian dan pemantauan kinerja multi-objektif (Lapisan 3).

KESIMPULAN

Ringkasan Temuan

Penelitian ini, melalui tinjauan literatur sistematis, menguraikan berbagai tantangan rumit yang dihadapi industri kelapa sawit dalam mencapai keberlanjutan. Hasilnya menunjukkan bahwa pendekatan yang hanya berfokus pada satu aspek—seperti lingkungan, teknologi, atau kebijakan—tidak cukup untuk menyelesaikan masalah yang bersifat menyeluruh dan saling terkait. Krisis keberlanjutan yang terjadi sebenarnya mencerminkan model bisnis lama dan sistem tata kelola yang belum mampu menyeimbangkan antara keuntungan ekonomi, tanggung jawab sosial, dan kelestarian lingkungan.

Kesimpulan utama penelitian ini adalah bahwa masa depan industri kelapa sawit bergantung pada penerapan kerangka kerja multi-objektif yang terintegrasi, di mana transformasi hijau dan pemberdayaan digital berjalan beriringan. Transformasi hijau, melalui inovasi ekonomi sirkular dan praktik pertanian berkelanjutan, memberikan arah dan tujuan bagi perubahan. Sementara itu, pemberdayaan digital—dengan teknologi seperti blockchain, IoT, dan ERP—menyediakan alat untuk memastikan transparansi, mengukur hasil, dan memberi nilai ekonomi pada praktik keberlanjutan. Dengan kerangka ini, keberlanjutan tidak lagi dianggap sebagai beban biaya atau kewajiban, tetapi justru menjadi sumber nilai strategis dan keunggulan kompetitif bagi industri.

Implikasi Penelitian

Temuan penelitian ini memiliki implikasi penting bagi pengembangan teori. Secara akademis, penelitian ini berkontribusi dengan menyatukan tiga bidang literatur yang selama ini berkembang secara terpisah—model bisnis inovatif, sistem informasi dan transformasi digital, serta manajemen keberlanjutan—ke dalam satu kerangka konseptual yang koheren dalam konteks agribisnis komoditas global. Integrasi ini menawarkan landasan teoritis baru bagi studi-studi masa depan mengenai bagaimana teknologi dapat berperan sebagai mediator dalam mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan yang kompleks.

Dari sisi praktis, kerangka kerja yang diusulkan menjadi peta jalan strategis bagi para manajer, pembuat kebijakan, dan pemimpin organisasi masyarakat sipil dalam menerjemahkan potensi teknologi ke dalam tindakan nyata. Kerangka ini membantu menggeser fokus dari pertanyaan abstrak seperti “apakah teknologi dapat membantu?” menjadi pertanyaan operasional

seperti “bagaimana kita dapat merancang arsitektur teknologi, proses bisnis, dan kebijakan yang saling mendukung?”. Dengan demikian, penelitian ini menyediakan bahasa dan struktur bersama bagi berbagai pemangku kepentingan untuk berkolaborasi dalam merancang intervensi yang lebih holistik dan efektif.

Rekomendasi Kebijakan

Transformasi sistemik sebesar ini tidak dapat dicapai oleh satu aktor tunggal. Implementasi kerangka kerja multi-objektif yang diusulkan memerlukan sinergi dan kolaborasi yang terkoordinasi antara lima pilar utama masyarakat, yang dikenal sebagai model Pentahelix: Pemerintah, Akademisi, Pelaku Bisnis, Komunitas, dan Media (Rahu, 2021; Santoso et al., 2021; Supandi, 2023).

Dalam jangka pendek, peran utama pemerintah adalah menciptakan iklim yang kondusif bagi adopsi teknologi digital di sektor agribisnis melalui pemberian insentif fiskal, percepatan legalisasi lahan petani kecil, serta dukungan terhadap koperasi dan pabrik dalam proses transformasi digital. Akademisi dapat berkontribusi melalui studi kelayakan tekno-ekonomi terkait implementasi blockchain dan Internet of Things (IoT) di tingkat koperasi dan petani, serta mengembangkan modul pelatihan literasi digital. Sementara itu, pelaku bisnis diharapkan berinvestasi dalam proyek percontohan keterelusuran rantai pasok bersama kelompok petani dan berkolaborasi dengan perusahaan rintisan di bidang teknologi pertanian. Komunitas perlu memperkuat kelembagaan koperasi dan meningkatkan kapasitas manajerial serta daya tawar kolektif, sedangkan media berperan dalam meningkatkan kesadaran publik mengenai potensi solusi berbasis teknologi dan mengangkat kisah sukses inovasi dari lapangan.

Pada jangka menengah, pemerintah perlu mengembangkan standar interoperabilitas data nasional untuk memastikan berbagai sistem blockchain di sektor pertanian dapat saling berkomunikasi, sekaligus mendanai proyek-proyek percontohan di berbagai daerah. Akademisi dapat memperluas kontribusinya melalui pengembangan kurikulum multidisiplin yang mengintegrasikan agriteknologi, manajemen keberlanjutan, dan ekonomi sirkular, serta membangun living labs sebagai wadah kolaboratif untuk menguji dan menyempurnakan kerangka kerja di lapangan. Pelaku bisnis diharapkan mengadopsi model pengadaan digital yang transparan dan berkelanjutan, serta mengintegrasikan data blockchain dalam sistem manajemen inti. Komunitas dapat mengoperasikan platform digital koperasi untuk manajemen hasil pertanian, akses informasi pasar, dan pembiayaan, sementara media menjalankan jurnalisme investigatif untuk memastikan transparansi serta mendidik konsumen tentang keberlanjutan produk.

Dalam jangka panjang, fokus kebijakan pemerintah perlu diarahkan pada integrasi data keterelusuran berbasis blockchain ke dalam kebijakan perdagangan nasional dan perjanjian internasional. Akademisi dapat melakukan analisis longitudinal untuk mengukur dampak sosial-ekonomi dan lingkungan dari penerapan kerangka kerja ini, serta mengembangkan model kecerdasan buatan (AI) untuk prediksi hasil dan risiko iklim. Bagi pelaku bisnis, prioritasnya adalah menskalakan rantai pasok yang sepenuhnya dapat ditelusuri dari hulu ke hilir dan mengembangkan lini produk premium berbasis keberlanjutan. Komunitas dapat menjadi pemegang saham aktif dalam unit usaha koperasi yang terintegrasi dengan rantai pasok digital, sementara media berperan dalam membangun citra baru industri sawit Indonesia di tingkat global sebagai sektor agribisnis berkelanjutan yang memanfaatkan teknologi untuk menciptakan nilai tambah dan solusi terhadap tantangan pembangunan.

Batasan Penelitian dan Studi Lanjutan

Sebagai studi yang berlandaskan tinjauan literatur sistematis, kerangka kerja yang dihasilkan bersifat konseptual sehingga validitas dan penerapannya di lapangan masih perlu diuji. Penelitian selanjutnya perlu difokuskan pada beberapa arah utama. Pertama, validasi empiris melalui studi kasus mendalam di berbagai konteks dan skala, mulai dari koperasi petani swadaya hingga perusahaan perkebunan besar yang terintegrasi secara vertikal, untuk menilai efektivitas kerangka

kerja ini. Kedua, pengembangan analisis biaya-manfaat guna mengevaluasi keseimbangan antara investasi infrastruktur digital dan manfaat jangka panjang yang dihasilkan, seperti akses ke pasar premium, peningkatan efisiensi, dan mitigasi risiko regulasi. Ketiga, penelitian sosio-teknis yang menelaah faktor-faktor sosial, budaya, dan kelembagaan yang memengaruhi adopsi teknologi di kalangan petani kecil, termasuk literasi digital, dinamika kekuasaan dalam koperasi, serta desain antarmuka pengguna yang inklusif. Dengan memperdalam ketiga jalur penelitian ini, kolaborasi antara akademisi dan praktisi dapat memperkuat relevansi serta skalabilitas model, sehingga mendorong transformasi industri kelapa sawit menuju keseimbangan antara kemakmuran ekonomi, keadilan sosial, dan keberlanjutan lingkungan.

REFERENSI

- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., & Overy, P. (2016). *Sustainability-oriented innovation: A systematic review*. *International Journal of Management Reviews*, 18(2), 180-205.
- Adesipo, A. A., et al. (2020). *Smart and climate-smart agricultural trends as core aspects of thematic villages*. *Journal of Agricultural Extension*, 24(3), 123-134.
- Arouri, M., et al. (2021). *Corporate social responsibility and firm performance in the energy sector*. *Energy Economics*, 102, 105470.
- Asrori, M., et al. (2025). *The effect of educational strategies on students' perception of the palm oil industry*. *Journal of Educational Research*, 15(1), 45-58.
- Brun, A., et al. (2020). *The role of NGOs in promoting supply chain transparency*. *Journal of Business Ethics*, 162(3), 551-567.
- Colantonio, A. (2007). *Social sustainability: An exploratory analysis of its definition, assessment methods, metrics and tools*. Oxford Brookes University.
- Demeritt, D., et al. (2011). *The trouble with sustainability*. *Progress in Human Geography*, 35(6), 830-841.
- Dewan Energi Nasional Republik Indonesia. (2019). *Indonesia Energy Outlook 2019*.
- Elgazzar, R., et al. (2022). *Digital capabilities and business resilience during the COVID-19 pandemic*. *Journal of Enterprise Information Management*, 35(1), 244-263.
- Ghahramanpouri, A., et al. (2013). *A review on the importance of social sustainability in the building sector*. *Journal of Sustainable Development*, 6(3), 1-10.
- Hoang Thanh, N., & Truong Cong, T. (2024). *The relationship between green entrepreneurship orientation and environmental accounting*. *Journal of Cleaner Production*, 435, 139567.
- Iliescu, M. (2024). *Green knowledge management and sustainability goals*. *Sustainability*, 16(5), 2030.
- Judijanto, L. (2025a). *The role of palm oil in regional economic development*. *Journal of Development Economics*, 10(2), 112-125.
- Kayikci, Y. (2018). *Sustainability impact of digitization in logistics*. *Procedia Manufacturing*, 21, 782-789.
- Kleindorfer, P. R., et al. (2009). *Sustainable operations management*. *Production and Operations Management*, 18(5), 482-492.
- Martínez-Falcó, J., et al. (2025). *Green knowledge management and competitive advantage*. *Business Strategy and the Environment*, 34(1), 1-15.
- McGrath, S., et al. (2021). *Transparency and corporate governance in sustainable supply chains*. *Journal of Supply Chain Management*, 57(3), 45-67.
- Meijaard, E., et al. (2020). *The environmental impacts of palm oil in context*. *Nature Plants*, 6(12), 1418-1426.
- Ministry of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia. (2020). *Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2020*.
- Ngan, S. L., et al. (2022). *Social sustainability of palm oil industry: A review*. *Frontiers in Sustainability*, 3, 855551.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw,

- J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71.
- Pan, X., et al. (2021). *The role of supply chain management in competitive advantage*. *Journal of Operations Management*, 67(7), 809-819.
- Pitriani, R., et al. (2019). *The role of oil palm farming in community income*. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 7(2), 123-134.
- Polasi, S., & Shalini, K. (2024). *Agricultural optimization using goal programming*. *International Journal of Computer Applications*, 185(1), 1-5.
- Pujawan, I. N., & Bah, A. (2022). *Supply chain disruptions under COVID-19: A literature review*. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 25(4-5), 373-392.
- Purnomo, H., et al. (2023). *Consumer distrust in palm oil sustainability claims*. *Forest Policy and Economics*, 151, 102958.
- Rahu, E. (2021). *Optimizing cooperation among Pentahelix stakeholders*. *Journal of Public Administration*, 15(2), 210-225.
- Santoso, E. B., et al. (2021). *Thematic villages for community empowerment*. *Journal of Community Empowerment*, 6(1), 34-45.
- Sarkis-Onofre, R., et al. (2021). The PRISMA 2020 statement: what's new and what has changed. *International Journal of Epidemiology*, 50(2), 353-354.
- Severson, R., & Vos, E. (2018). *The concentric model of sustainability*. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 8(4), 435-443.
- Sibhatu, K. T. (2023). *The positive side of palm oil: Benefits to local communities*. *World Development*, 165, 106189.
- Sinaga, A. (2022). *The challenges of RSPO and ISPO certification*. *Indonesian Journal of Palm Oil*, 3(1), 15-28.
- Siradjuddin, I. (2015). *The role of oil palm in rural community development*. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 1(1), 1-10.
- Subiyakto, B., et al. (2022). *Thematic villages as a platform for community economic empowerment*. *Journal of Socioeconomics and Development*, 5(1), 88-99.
- Supandi, A. (2023). *The Pentahelix policy concept in village development*. *Journal of Governance*, 8(1), 78-93.
- Treiblmaier, H. (2018). *The impact of the blockchain on the supply chain: a theory-based research framework and a call for action*. *Supply Chain Management: An International Journal*, 23(6), 545-559.
- Truant, E., et al. (2024). *ESG integration for supply chain performance*. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(1), 1-15.
- Tsouros, D. C., et al. (2019). *A review on UAV-based applications for precision agriculture*. *Information*, 10(11), 349.
- Ulvenblad, P. (2021). *Agribusiness models and strategies for sustainability-oriented innovations*. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, 11(5), 517-535.
- Valentinov, V., et al. (2025). *The politics of palm oil certification*. *Journal of Rural Studies*, 112, 103098.
- Vallance, S., et al. (2011). *What is social sustainability? A clarification of concepts*. *Geoforum*, 42(3), 342-348.
- Walker, S. (2019). *Blockchain and supply chain traceability*. *Logistics & Transport Focus*, 21(3), 42-45.
- Wulandari, C., & Nasution, M. I. (2021). *Consumer perception of palm oil sustainability labels*. *Journal of Agribusiness Marketing*, 8(2), 78-90.