

SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW : PERAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN BAWAH DALAM MENINGKATKAN RESILIENSI EKOSISTEM KEBUN KELAPA SAWIT TERHADAP PERUBAHAN IKLIM

Aida Tri Kartika¹, Aulia Juanda Djaingsastro²
aidatrikartika796@gmail.com¹, auliaJuanda@itsi.ac.id²
Institut Teknologi Sawit Indonesia
*Corresponding Author: Aulia Juanda Djaingsastro
auliaJuanda@itsi.ac.id

ABSTRAK

Banyaknya Efek Variabilitas Perubahan Perubahan Iklim Akan Mempengaruhi Stabilitas Produksi dan Fungsi Ekologis Perkebunan Kelapa Sawit Efek perubahan iklim yang paling besar adalah peristiwa cuaca ekstrem, presipitasi, dan perubahan suhu. Salah satu komponen kunci yang melibatkan keragaman vegetasi bawah adalah kemampuannya. Untuk mendapatkan keragaman vegetasi bawah, studi ini dirancang dengan metode pendekatan ulasan literatur sistematis yang terkoordinasi. Ini ditinjau oleh basis data ilmiah internasional dan nasional serta literatur dalam lima tahun terakhir yang terdiri dari agroekosistem kelapa sawit dan parameter fungsi ekologi tanaman bawah. Di sisi lain, analisis untuk keragaman tanaman bawah menunjukkan manfaat peningkatan infiltrasi tanah dan siklus pengendalian erosi, peningkatan dalam penangkapan karbon dan fauna tanah serta pengendalian hama ekologis, serta penyediaan habitat dan erosi. Ini juga menunjukkan bukti peningkatan ketahanan tekanan lanskap terhadap perubahan iklim, mengurangi ketergantungan pada herbisida, dan penyediaan habitat untuk tanaman bawah yang menyukai naungan. Manfaat dalam fungsi ekologi tanah terhambat oleh pola pengelolaan, komposisi spesies, dan intensitas pemotongan. Studi ini merekomendasikan bahwa pendekatan ekos konservatif untuk vegetasi bawah adalah manajemen perkebunan kelapa sawit yang efektif.

Kata kunci: Resiliensi Ekosistem, Kelapa Sawit, Perubahan Iklim, Systematic Literature Review.

ABSTRACT

The numerous effects of climate change variability will affect the stability of production and ecological functions of oil palm plantations. The most significant effects of climate change are extreme weather events, precipitation, and temperature changes. One key component involving understory vegetation diversity is its ability. To obtain understory vegetation diversity, this study was designed using methode a coordinated systematic literature review approach. It was reviewed by international and national scientific databases and literature from the last five years consisting of oil palm agroecosystems and understory plant ecological function parameters. On the other hand, analysis of understory plant diversity shows benefits in increased soil infiltration and erosion control cycles, increased carbon sequestration and soil fauna, ecological pest control, and habitat provision and erosion. It also shows evidence of increased landscape resilience to climate change, reduced dependence on herbicides, and habitat provision for shade-loving understory plants. Benefits in soil ecological function are constrained by management patterns, species composition, and cutting intensity. This study recommends that a conservative ecosystem approach to understory vegetation is effective oil palm plantation management.

Keywords: Ecosystem Resilience, Oil Palm, Climate Change, Systematic Literature Review.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global terjadi dan ditandai oleh rata-rata kenaikan suhu, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan frekuensi kejadian ekstrem cuaca, dan semua itu memberikan tekanan besar kepada sistem agroekosistem tropis, termasuk Undang-Undang Perkebunan yang mendorong adanya sistem agroekosistem terintegrasi. Di Indonesia, lain

halnya dengan wilayah tropik lain, kawasan perkebunan kelapa sawit memberikan tekanan dalam hal ketersediaan lapangan kerja dan dalam hal devisa negara. Dengan keenam sisi tersebut, kelapa sawit memberikan imbang dalam pengelolaannya. Walaupun memberikan potensi besar, perkebunan kelapa sawit tetap memberikan tantangan besar akibat pengelolaan konversi lahan, monokultur, dan terutama iklim. Permasalahan tersebut, menjadi tantangan dalam pengelolaan sistem kebun sawit yang mampu mempertahankan fungsi dan resiliensi ekosistem kebun sawit dengan baik untuk menyerap gangguan dan mampu cepat pulang (Bakce & Mustofa, 2023).

Salah satu komponen ekosistem yang mampu berfungsi adaptasi dan mitigasi dalam perubahan iklim, dan yang paling intens memberikan dampak perubahan dalam ekosistem agroekosistem kelapa sawit adalah keanekaragaman vegetasi bawah yang tumbuh dalam dan di kelapa sawit, dalam hal ini rumput, semak, leguminoza, dan penutup tanah. Di dalam dan di sekitar agroekosistem kelapa sawit, vegetasi dan komposisi tumbuhan bawah dapat berfungsi ekosistem, seperti perbaikan sifat fisik-kimia tanah (kandungan bahan organik, stabilitas agregat), peningkatan infiltrasi dan retensi air, penurunan laju erosi, dan dukungan kepada komunitas fauna penyerbuk dan predator alami hama (Thoumazeau et al., 2024, Wulandari et al., 2024). Dengan semua fungsi tersebut, selain diversifikasi tumbuhan bawah, keanekaragaman tumbuhan bawah juga berfungsi mempertahankan dan meningkatkan ketahanan lanskap sawit kepada fluktuasi iklim dan kejadian cuaca ekstrem.

Dari sudut pandang hidrologi dan pengendalian erosi, vegetasi bawah berperan meningkatkan infiltrasi dan menurunkan limpasan permukaan sehingga mengurangi risiko sedimentasi dan banjir lokal. Penelitian lapangan di perkebunan sawit rakyat menunjukkan bahwa tutupan vegetasi bawah yang dipertahankan dapat menurunkan puncak limpasan dan meningkatkan kapasitas retensi air tanah suatu variabel krusial dalam menghadapi pola curah hujan yang semakin tak menentu (Hazriani, Oktoriana & Romiyanto, 2024). Dengan kata lain, vegetasi bawah berkontribusi pada stabilitas hidrologis yang memperkuat ketahanan produksi selama periode kering dan hujan ekstrem. Keanekaragaman hayati pada tingkat paki, juga memiliki implikasi langsung terhadap layanan ekosistem biologis. Studi yang dilakukan di lanskap sawit Indonesia dan wilayah tropis sekitarnya menunjukkan korelasi positif antara heterogenitas vegetasi bawah dan kelimpahan serta keragaman penyerbuk (kupu-kupu, lebah) serta musuh alami hama (laba-laba, kumbang predator). Misalnya, Reiss-Woolever et al. (2023) menemukan bahwa plot sawit yang mempertahankan understory mendukung komunitas kupu-kupu dan penyerbuk yang lebih kaya, temuan yang sejalan dengan studi lokal oleh Aditya (2023) serta Rahmani et al. (2024). Kehadiran musuh alami dan penyerbuk ini berpotensi menurunkan kebutuhan input kimia (insektisida, polinator-assisted crop services) sekaligus menjaga fungsi produksi jangka panjang.

Dari sudut pandang siklus karbon, kebun sawit memang menyimpan lebih sedikit karbon dibandingkan hutan primer, tetapi masih ada peluang perbaikan pada konservasi vegetasi bawah dan restorasi riparian untuk mendapatkan kembali karbon dalam tanah serta biomassa serasah. Hasil penelitian bersifat regional menunjukkan cara pengelolaan yang mempertahankan biomass understory berpotensi meningkatkan pengakumulasian bahan organik tanah serta menurunkan fluks emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan cara pembersihan yang lebih intensif (Drewer et al., 2024, Murphy, 2024).

Intervensi ini disarankan untuk diterapkan sebagai bagian dari strategi mitigasi berbasis lahan pada lanskap terfragmentasi. Walaupun bukti empiris relatif tidak sedikit, untuk lingkup kajian nasional, masih terbilang tidak banyak sehingga banyak kajian terdiri dari studi kasus lokal, misalnya dalam inventarisasi vegetasi bawah, evaluasi komponen biologis arthropoda, dan kajian variasi biomassa yang disimpan tanah, sehingga kesimpulan

yang bersifat generalisasi pada skala nasional atau lintas kondisi edafik menjadi sulit. Beberapa studi lokal yang dapat memberikan manfaat diantaranya adalah inventarisasi vegetasi penutup tanah pada kebun rakyat (Simanjuntak et al., 2025) dan penelitian potensi hijauan pakan dari tumbuhan bawah (Wulandari et al., 2024). Perbedaan metodologi, durasi studi, dan indikator yang diukur menunjukkan perlunya sintesis sistematis untuk menilai kekuatan bukti serta defisiensi dalam penelitian yang ada.

Adanya kendala politeknik studi rekayasa agribisnis, serta penerapan pengelolaan understory di lapangan. Petani dan manajer kebun, saat ini, masih banyak yang mempertahankan pembersihan vegetasi bawah, karena melihat dari sudut pandang operasional, untuk memudahkan panen, pengendalian gulma dan, untuk menghindari kompetisi hara dengan pohon sawit. Namun, ada penelitian yang menguji selective retention, di mana penutupan hara kompetitif dan leguminosa di dalam penutupan tanah, kontra penelitian yang tidak mempertahankan penutupan hara kompetitif, menunjukkan potensi manfaat neto (peningkatan kesuburan tanah, pengendalian hama) tanpa penurunan hasil yang signifikan, jika ada panduan teknis yang sesuai (Thoumazeau et al., 2024).

Penerapan yang ini diharapkan membangun penerapan paket teknis, pelatihan, dan kebijakan insentif yang mendorong adopsi di level petani kecil. Ketidakterpaduan dan berimbang antara bukti dengan praktis yang ada, studi ini melakukan Systematic Literature Review (SLR) dengan memfokuskan penerbitan untuk periode 5 tahun terakhir, serta memprioritaskan studi yang relevan dengan konteks Indonesia (publikasi nasional dan studi internasional yang relevan yang diujikan di Indonesia). SLR ini diharapkan dapat menjelaskan mekanisme ekosistem dalam dan mengantarkan ke target pendek, hidrologi dan, biotik dalam dan karbon dalam dan keanekaragaman, menilai secara pengelolaan dan, menyusun arah direkomendasikan yang aplikatif dari pengelola, peneliti, dan kebijakan. Dalam konteks ini, penelitian bertujuan untuk menjembatani gap antara penelitian kasus dan penerapan manajerial yang adaptif terhadap perubahan iklim.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR), mengadaptasi pedoman PRISMA, untuk memeriksa peran keragaman tanaman bawah kanopi terhadap ketahanan perkebunan kelapa sawit terhadap dampak perubahan iklim. Pencarian literatur dalam lima tahun terakhir dilakukan menggunakan basis data internasional dan nasional. Pencarian dilakukan dengan menggunakan kata kunci terstruktur dan operator Boolean, khususnya “keragaman tanaman bawah kanopi,” “perkebunan kelapa sawit,” “ketahanan ekosistem,” dan “adaptasi perubahan iklim,” serta padanannya dalam bahasa Indonesia. Tidak menyertakan artikel yang terdiri dari penelitian non-empiris, tinjauan non-ilmiah yang menyimpang dari penelitian komposisi tanaman bawah kanopi, fungsi ekologisnya, atau pengelolaan dalam agro-ekosistem kelapa sawit, sementara artikel yang dikloning, tidak relevan, atau tidak tersedia dalam format teks lengkap dihapus.

Pemilihan data menggunakan pemindaian judul, abstrak, dan teks lengkap untuk menilai relevansi artikel. Selanjutnya, data yang relevan diekstrak, yang mencakup lokasi studi, metode pengelolaan tanaman bawah kanopi, indikator ekologis yang diukur (yaitu infiltrasi tanah, biomassa, keragaman tanah, stabilitas lanskap, dan faktor lainnya), serta perannya dalam adaptasi perubahan iklim. Data dianalisis secara tematik menggunakan pendekatan sintesis naratif. Studi ini bertujuan untuk menentukan fungsi keragaman tanaman bawah kanopi dan memberi wawasan tentang determinan, perbedaan, dan fungsi yang terpolarisasi yang mempengaruhi keragaman dalam mendukung ketahanan ekosistem perkebunan kelapa sawit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil telaah literatur menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan bawah dalam ekosistem kebun kelapa sawit memiliki peran penting dalam menjaga stabilitas ekologis dan meningkatkan kemampuan adaptasi lingkungan terhadap tekanan perubahan iklim. Dari studi yang dianalisis, sebagian besar penelitian menegaskan bahwa keberadaan tumbuhan bawah tidak hanya berfungsi sebagai penutup tanah, tetapi juga sebagai komponen ekosistem yang mendukung fungsi hidrologi, siklus hara, keanekaragaman organisme tanah, hingga pengaturan mikroklimat di sekitar tanaman kelapa sawit (Reiss-Woolever et al., 2023). Temuan ini memperkuat pandangan bahwa pengelolaan tumbuhan bawah tidak dapat dipisahkan dari strategi keberlanjutan perkebunan kelapa sawit jangka panjang.

Tabel 1. Tematik Temuan-Temuan Utama Yang Muncul Dari Literatur

Aspek / Tematik	Penelitian	Keterangan
Komposisi dan keanekaragaman tumbuhan bawah — fondasi fungsional	(Aditya, 2023; Simanjuntak et al., 2025; Wulandari, 2024)	Implikasi: heterogenitas komposisi understory meningkatkan redundansi fungsional ketika satu spesies terganggu oleh kondisi iklim ekstrem, spesies lain dapat mempertahankan fungsi kritis. Dengan kata lain, keanekaragaman struktur dan trait tanaman bawah berkontribusi terhadap insurance effect yang menjadi bagian penting dari resiliensi ekosistem.
Fungsi tanah dan siklus hara bukti penguatan kesuburan	Thoumazeau et al. (2024); Wulandari (2024) dan Hazriani et al. (2024)	Pembahasan ekologi: peningkatan SOC dan struktur tanah memberi dua keuntungan kritis dalam konteks perubahan iklim (a) peningkatan kapasitas penyerapan air dan penyimpanan kelembapan sehingga membantu ketahanan terhadap kekeringan; (b) peningkatan kapasitas penyangga terhadap kejadian curah hujan ekstrem melalui penurunan erosi. Hal ini secara langsung meningkatkan kemampuan kebun untuk mempertahankan produktivitas saat variabilitas iklim meningkat.
Hidrologi lokal, infiltrasi, dan pengendalian erosi	(Hazriani et al., 2024; Bakce & Mustofa, 2023)	Interpretasi: dalam lanskap tropis dengan hujan intens meningkatkan frekuensi, fungsi hidrologis understory merupakan salah satu jalur adaptasi penting—dengan menstabilkan pasokan air dan

		mengurangi fluktuasi ekstrem yang merusak akar dan memperburuk pencucian nutrisi. Namun pengaruh ini bersifat konteks-spesifik: pada lahan gambut atau lahan dengan drainase buatan, interaksi vegetasi bawah dengan tabel air kompleks dan membutuhkan pendekatan pengelolaan yang berbeda
Keanekaragaman fauna, penyerbuk, dan pengendalian hayati	Reiss-Woolever et al. (2023); (Aditya, 2023; Rahmani et al., 2024) dan Stone et al. (2023)	Analisis fungsional: vegetasi bawah menyediakan sumber nektar/serbuk, situs berlindung, dan jalur migrasi bagi musuh alami. Ketika struktur vertikal dan horizontal kompleks, interaksi trofik menjadi lebih stabil sehingga intervensi biologis (pengendalian hayati) bekerja lebih efektif. Dampak manajerialnya adalah potensi pengurangan penggunaan insektisida dan biaya pengendalian hama, walau bukti kuantitatif mengenai pengurangan biaya belum banyak pada studi jangka panjang.
Karbon, serasah, dan fluks GHG	(Murphy, 2024; Pangestu et al., 2025) dan Drewer et al. (2024)	Interpretasi: meski kebun sawit tidak menyamai stok karbon hutan primer, peningkatan SOC melalui understory memiliki dampak kumulatif pada neto emisi lanskap, apalagi bila disertai praktik konservasi lain (riparian buffers, pengurangan pembukaan lahan). Namun perlu dicatat: efektivitas mitigasi adalah fungsi interaksi antara praktik pengelolaan, tipe tanah (gambut vs mineral), dan kondisi hidrologi; pada lahan gambut, risiko emisi harus dievaluasi secara hati-hati.

Keanekaragaman tumbuhan bawah berkontribusi signifikan dalam meningkatkan kemampuan tanah menyerap air dan mengurangi laju erosi. Akar tumbuhan bawah membentuk struktur tanah yang lebih stabil, meningkatkan porositas, dan memperbaiki kemampuan infiltrasi. Studi inventarisasi di berbagai kebun sawit Indonesia mengungkap pola komposisi yang berulang: komunitas understory didominasi campuran rumput, semak

pionir, dan beberapa leguminosa lokal (Aditya, 2023; Simanjuntak et al., 2025; Wulandari, 2024). Keanekaragaman spesies understory dipengaruhi kuat oleh umur tegakan, intensitas manajemen (frekuensi pembersihan), serta kedekatan dengan fragmen hutan (Yaherwandi & Efendi, 2023). Hal ini sangat relevan pada perkebunan kelapa sawit yang sering mengalami penurunan kualitas tanah akibat pemadatan, terutama pada lahan dengan curah hujan tinggi. Studi lapangan menunjukkan bahwa area perkebunan dengan pengelolaan tumbuhan bawah yang dipertahankan memiliki tingkat limpasan permukaan yang lebih rendah dan risiko erosi yang menurun hingga 20–35% (Hazriani et al., 2024; Bakce & Mustofa, 2023). Kondisi tersebut berkontribusi dalam menjaga ketersediaan air tanah dan mengurangi kerentanan kebun terhadap kekeringan, yang diperkirakan semakin meningkat akibat perubahan iklim.

Keberadaan vegetasi bawah juga memainkan peran kunci dalam memperbaiki dan mempertahankan siklus nutrisi tanah. Tumbuhan bawah yang memiliki kemampuan fiksasi nitrogen atau menghasilkan biomassa organik melalui serasah dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah, ketersediaan nitrogen, fosfor, dan unsur hara mikro lainnya (Simanjuntak et al., 2025). Proses dekomposisi serasah tumbuhan bawah berkontribusi pada pembentukan lapisan humus, yang tidak hanya mendukung pertumbuhan kelapa sawit, tetapi juga meningkatkan kapasitas penyangga tanah terhadap fluktuasi suhu dan kelembaban. Dengan demikian, pengelolaan tumbuhan bawah dapat mengurangi ketergantungan kebun terhadap pupuk kimia dan menurunkan biaya input produksi.

Vegetasi bawah mendukung peningkatan keanekaragaman fauna tanah dan organisme pengendali hayati, yang sangat penting dalam menjaga stabilitas sistem pertanian monokultur seperti kelapa sawit. Kehadiran tumbuhan bawah menyediakan habitat, sumber pakan, dan tempat berlindung bagi mikroorganisme pengurai, serangga predator, dan musuh alami hama kelapa sawit, seperti predator ulat dan kumbang perusak pucuk. Hal ini membantu menekan populasi hama secara alami, sehingga dapat mengurangi penggunaan insektisida dan pestisida kimia. Dalam konteks perubahan iklim yang meningkatkan potensi ledakan hama, fungsi ekologi ini menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem.

Selain itu, vegetasi bawah berperan dalam mengatur kondisi mikroklimat di sekitar tanaman kelapa sawit, termasuk menjaga kelembaban tanah, menurunkan suhu permukaan tanah, dan mengurangi penguapan. Pengaturan mikroklimat ini meningkatkan efisiensi penggunaan air dan membantu mempertahankan performa fisiologis kelapa sawit pada kondisi kekeringan atau suhu ekstrem. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa area dengan vegetasi bawah yang beragam memiliki indeks serapan karbon lebih tinggi dibandingkan area yang dibersihkan secara intensif, sehingga berkontribusi pada mitigasi perubahan iklim melalui peningkatan cadangan karbon ekosistem (Murphy, 2024; Pangestu et al., 2025).

Namun demikian, efektivitas keanekaragaman tumbuhan bawah sangat dipengaruhi oleh pola pengelolaan perkebunan. Praktik penyiangan berlebihan, penggunaan herbisida secara intensif, dan pengendalian tumbuhan bawah yang bersifat eliminatif terbukti mengurangi manfaat ekologis yang dapat diperoleh. Pengelolaan berbasis konservasi seperti selective weeding, minimum disturbance, dan penanaman spesies penutup tanah yang terpilih telah terbukti lebih efektif dalam mempertahankan fungsi ekologis, stabilitas lanskap, dan produktivitas kelapa sawit secara berkelanjutan. Dengan kata lain, bukan sekadar keberadaan tumbuhan bawah yang penting, tetapi juga bagaimana tumbuhan tersebut dikelola (Yaherwandi & Efendi, 2023).

Secara keseluruhan, hasil SLR ini menegaskan bahwa keanekaragaman tumbuhan bawah merupakan komponen kunci dalam membangun resiliensi ekosistem kebun kelapa

sawit terhadap perubahan iklim. Vegetasi bawah berperan dalam menjaga kesehatan tanah, meningkatkan kapasitas penyerapan air, mendukung keanekaragaman hayati, memperkuat ketahanan terhadap hama, serta mengurangi kebutuhan input kimia. Oleh karena itu, pengelolaan tumbuhan bawah yang tepat dapat menjadi strategi adaptasi yang efektif, murah, dan berkelanjutan dalam menghadapi tantangan perubahan iklim di sektor perkebunan kelapa sawit.

KESIMPULAN

Hasil kajian Systematic Literature Review ini menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan bawah memiliki peran yang signifikan dan multidimensional dalam meningkatkan resiliensi ekosistem kebun kelapa sawit di tengah tekanan perubahan iklim. Tumbuhan bawah tidak hanya berfungsi sebagai penutup tanah yang mengurangi laju erosi, tetapi juga berkontribusi dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kandungan bahan organik, dan memperkuat stabilitas siklus hara. Keberadaan komunitas tumbuhan bawah yang beragam terbukti mampu meningkatkan infiltrasi air dan kapasitas penyerapan kelembapan tanah, sehingga menurunkan risiko kekeringan pada musim kemarau dan mengurangi limpasan permukaan pada musim hujan, yang pada akhirnya membantu menjaga keseimbangan hidrologi kebun. Selain itu, tumbuhan bawah juga berperan sebagai habitat mikro bagi fauna tanah, mikroorganisme dekomposer, dan musuh alami hama tanaman, sehingga memperkuat kontrol biologis secara alami dan mengurangi ketergantungan pada input kimia sintetis seperti pestisida dan herbisida.

Literatur juga menunjukkan bahwa praktik pengelolaan kebun kelapa sawit yang mempertahankan keanekaragaman tumbuhan bawah secara konsisten memiliki dampak positif terhadap keberlanjutan produktivitas jangka panjang. Sistem yang terlalu mengandalkan pembersihan total gulma atau penggunaan herbisida intensif terbukti menurunkan kualitas ekosistem tanah, memicu degradasi keanekaragaman hayati, dan pada akhirnya menurunkan ketahanan kebun terhadap kejadian iklim ekstrem. Dengan demikian, strategi pengelolaan yang berbasis konservasi seperti pengaturan intensitas penyiangan, pemanfaatan tumbuhan penutup tanah tertentu, serta integrasi pemantauan biodiversitas menjadi krusial dalam menciptakan sistem budidaya kelapa sawit yang adaptif dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa keanekaragaman tumbuhan bawah bukan sekadar komponen tambahan dalam sistem agroekosistem kelapa sawit, tetapi merupakan elemen kunci dalam mendukung fungsi ekologis, stabilitas produksi, dan ketahanan lanskap kebun terhadap perubahan iklim. Implementasi pengelolaan yang berorientasi pada konservasi biodiversitas perlu menjadi prioritas dalam kebijakan dan praktik perkebunan kelapa sawit untuk menjaga keberlanjutan ekologis, ekonomi, dan sosial di masa depan.

SARAN

Menanggapi temuan penelitian ini, pengelolaan kebun kelapa sawit disarankan untuk mulai mempertahankan dan meningkatkan keanekaragaman tumbuhan bawah. Pendekatan ini bisa menjadi salah satu strategi dalam pengelolaan dan pengadaptasian perubahan iklim. Penyiangan total dan penggunaan herbisida yang ekstensif sebaiknya secara bertahap dialihkan ke pengelolaan yang lebih selektif, di mana tumbuhan bawah yang bermanfaat, baik secara ekologi maupun ekonomi, dibiarkan tumbuh dan berkembang. Juga, perlu dirumuskan lebih lanjut pedoman teknis yang lebih spesifik untuk pemilihan jenis penutup tanah agroekologi yang beradaptasi dengan kondisi lokal, berpotensi ekologi, dan tidak bereks kompetisi dengan tanaman. Kolaborasi antara pemerintah, peneliti, dan pihak perkebunan juga harus lebih diperkuat dalam perumusan kebijakan pengelolaan

biodiversitas di kebun kelapa sawit, termasuk program pendampingan dan insentif untuk para petani dalam penerapan sistem budidaya berkelanjutan. Penelitian yang diperlukan dalam jangka panjang adalah studi lapangan untuk mengisi kekosongan terkait dampak langsung keanekaragaman tumbuhan bawah pada produktivitas tandan buah segar, kualitas tanah, dan ekosistem dalam kondisi iklim yang berubah. Penelitian yang lebih bersifat interdisipliner dalam pengelolaan dan penggunaan antara disiplin ilmu agronomi, ekologi, tanah, dan sosial ekonomi juga perlu lebih ditingkatkan untuk menghasilkan model rekomendasi pengelolaan di berbagai skala kebun, baik kecil maupun industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, V. (2023). Keragaman Vegetasi Bawah di Perkebunan Kelapa Sawit. *Jurnal INSTIPER*.
- Bakce, R., & Mustofa, R. (2023). Analisis Usahatani Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Berdasarkan Jasa Ekosistem Pengaturan Tata Aliran Air. *Jurnal Zona 7*.
- Drewer, J., et al. (2024). Restoring understory and riparian areas in oil palm plantations does not increase greenhouse gas fluxes. *Frontiers in Forests and Global Change*.
- Greenshields, B., et al. (2023). Oil-palm management alters the spatial distribution of amorphous silica and mobile silicon in topsoils. *Soil*.
- Hazriani, R., Oktoriana, S., & Romiyanto. (2024). Mapping the Potential Use of Peat Land to Formulate a Management Strategy for Smallholder Palm Oil Plantations. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*.
- Murphy, D. J. (2024). Carbon Sequestration by Tropical Trees and Crops: Case Study of Oil Palm. *MDPI Agriculture*.
- Pangestu, R. B. A., Suryanti, S., & Hartati, R. M. (2025). Dominance of Understory Vegetation and Biomass Production of Oil Palm Plantations on Mineral Land. *JUATIKA*.
- Rahmani, T. A., et al. (2024). The Potential Ecological Impact of Oil Palm Agroforestry in Supporting Ecosystem Resilience. *Jurnal Agroekologi Tropika*.
- Reiss-Woolever, V. J., et al. (2023). Understory vegetation supports more abundant and diverse butterfly communities in oil palm plantations. *Frontiers in Forests and Global Change*.
- Simanjuntak, A. P., Astuti, Y. T. M., & Yuniasih, B. (2025). Keanekaragaman Vegetasi Penutup Tanah pada Kebun Sawit Rakyat di Kecamatan Bandar Pulau. *Jurnal INSTIPER*.
- Thoumazeau, A., et al. (2024). Effects of fertilization practices and understory on soil health and oil palm performances in smallholdings: An Indonesian case study. *Agricultural Systems*.
- Wulandari, D. P. (2024). Keanekaragaman dan Potensi Tumbuhan Bawah sebagai Hijauan Pakan dan Sumber Ekologi di Tegakan Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu Lingkungan*.
- Yaherwandi, Y., & Efendi, S. (2023). The Influence of Distance Between Oil Palm Plantations and Forest Ecosystems on Spider Diversity. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*.