

HUBUNGAN KEANEKARAGAMAN TUMBUHAN DENGAN KESEHATAN TANAH PADA LANSKAP SAWIT

Saidatul Rahmi Br Saragih¹, Aulia Juanda Djaingsastro²

rahmisaragih025@gmail.com¹, auliaJuanda@itsi.ac.id²

Institut Teknologi Sawit Indonesia

*Corresponding Author: Aulia Juanda Djaingsastro

auliaJuanda@itsi.ac.id

ABSTRAK

Keanekaragaman tumbuhan memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan tanah, khususnya pada lanskap perkebunan kelapa sawit yang umumnya bersifat monokultur. Sistem monokultur berpotensi menurunkan kualitas tanah baik secara fisik, kimia, maupun biologi apabila tidak dikelola secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji hubungan antara keanekaragaman tumbuhan dengan tingkat kesehatan tanah pada lanskap kelapa sawit. Keanekaragaman tumbuhan berpengaruh terhadap perbaikan struktur tanah, peningkatan kandungan bahan organik, serta aktivitas organisme tanah yang berperan dalam siklus hara. Keberadaan berbagai jenis tumbuhan penutup tanah dan vegetasi bawah mampu mengurangi erosi, meningkatkan infiltrasi air, serta menjaga kestabilan unsur hara dalam tanah. Selain itu, keanekaragaman tumbuhan mendukung keseimbangan ekosistem tanah sehingga dapat meningkatkan produktivitas kelapa sawit secara berkelanjutan. Dengan demikian, pengelolaan lanskap sawit yang mempertahankan dan meningkatkan keanekaragaman tumbuhan menjadi salah satu strategi penting dalam menjaga kesehatan tanah dan keberlanjutan perkebunan kelapa sawit.

Kata kunci: Keanekaragaman Tumbuhan, Kesehatan Tanah, Lanskap Sawit, Pertanian Berkelanjutan.

ABSTRACT

Plant diversity plays an important role in maintaining soil health, especially in oil palm plantation landscapes that are generally monocultural. Monoculture systems have the potential to reduce soil quality physically, chemically, and biologically if not managed sustainably. This study aims to examine the relationship between plant diversity and soil health levels in oil palm landscapes. Plant diversity influences the improvement of soil structure, increases organic matter content, and enhances soil organism activity that plays a role in nutrient cycling. The presence of various types of ground cover plants and understory vegetation can reduce erosion, increase water infiltration, and maintain nutrient stability in the soil. In addition, plant diversity supports soil ecosystem balance, thereby enhancing the sustainable productivity of oil palm. Thus, plantation landscape management that preserves and increasing plant diversity has become one of the important strategies in maintaining soil health and the sustainability of oil palm plantations.

Keywords: Plant Diversity, Soil Health, Palm Landscapes, Sustainable Agriculture.

PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor pertanian yang memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia. Luasnya areal perkebunan kelapa sawit terus meningkat seiring dengan tingginya permintaan minyak sawit di pasar nasional maupun internasional. Namun demikian, pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang didominasi oleh sistem monokultur berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, khususnya terhadap kualitas dan kesehatan tanah. Penggunaan input kimia yang intensif serta pengelolaan vegetasi yang kurang beragam dapat menyebabkan degradasi tanah, seperti penurunan bahan organik, pemadatan tanah, dan menurunnya aktivitas biologi tanah (Anggraeni, 2023).

Kesehatan tanah merupakan faktor penting dalam menunjang produktivitas tanaman kelapa sawit secara berkelanjutan. Tanah yang sehat memiliki keseimbangan sifat fisik, kimia, dan biologi yang mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan tanah adalah dengan mempertahankan keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan. Keanekaragaman tumbuhan, baik berupa tanaman penutup tanah, gulma yang dikelola secara terkendali, maupun vegetasi alami di sekitar kebun, berperan dalam meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, serta mendukung kehidupan organisme tanah (Ginting et al., 2021).

Keberadaan berbagai jenis tumbuhan pada lanskap sawit juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan ekosistem perkebunan. Vegetasi yang beragam mampu mengurangi erosi, meningkatkan infiltrasi air, serta menekan perkembangan gulma dan hama tertentu. Meskipun demikian, praktik pengelolaan perkebunan sawit sering kali masih menekankan pada pengendalian gulma secara intensif, sehingga mengurangi keanekaragaman tumbuhan dan berpotensi menurunkan kualitas tanah dalam jangka panjang.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian mengenai hubungan antara keanekaragaman tumbuhan dengan kesehatan tanah pada lanskap kelapa sawit menjadi penting untuk dilakukan. Pemahaman yang baik mengenai hubungan ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang lebih berkelanjutan, ramah lingkungan, serta mampu menjaga produktivitas tanah dan tanaman dalam jangka panjang.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode telaah sistematis untuk mengkaji hubungan antara keanekaragaman tumbuhan dan kesehatan tanah pada lanskap perkebunan kelapa sawit. Pendekatan telaah sistematis dipilih karena mampu menyajikan sintesis hasil penelitian secara komprehensif dan berbasis bukti ilmiah dari berbagai studi yang relevan. Telaah dilakukan secara terstruktur untuk memastikan objektivitas dan konsistensi dalam proses pengumpulan serta analisis data. Penelusuran literatur dilakukan pada jurnal ilmiah nasional dan internasional yang membahas keanekaragaman tumbuhan dan indikator kesehatan tanah pada ekosistem perkebunan kelapa sawit maupun agroekosistem yang sejenis.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan menyintesis temuan-temuan penelitian yang relevan. Sintesis dilakukan untuk mengidentifikasi pola hubungan antara keanekaragaman tumbuhan dan kesehatan tanah pada lanskap perkebunan kelapa sawit. Hasil analisis disajikan dalam bentuk uraian naratif dan tabel ringkasan guna memperjelas perbandingan antarpelitian serta mendukung pembahasan secara sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tingkat Keanekaragaman Tumbuhan pada Lanskap Perkebunan Kelapa Sawit

Keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu komponen penting yang mencerminkan kondisi ekologi suatu kebun (Ashton-butt et al., 2018). Lanskap sawit umumnya didominasi oleh tanaman utama kelapa sawit, namun pada praktiknya masih terdapat berbagai jenis tumbuhan lain yang tumbuh sebagai vegetasi bawah, tanaman penutup tanah, maupun vegetasi alami di sekitar kebun. Tingkat keanekaragaman tumbuhan tersebut sangat dipengaruhi oleh umur tanaman sawit, sistem pengelolaan kebun, serta intensitas pengendalian gulma yang diterapkan (Respati et al., 2025).

Pada perkebunan sawit dengan pengelolaan intensif, keanekaragaman tumbuhan cenderung rendah akibat penggunaan herbisida secara rutin dan pembersihan vegetasi bawah. Kondisi ini menyebabkan hanya beberapa jenis tumbuhan tertentu yang mampu

bertahan, sehingga struktur vegetasi menjadi homogen. Sebaliknya, pada perkebunan sawit yang menerapkan pengelolaan berkelanjutan, keberadaan tanaman penutup tanah seperti leguminosa serta vegetasi bawah yang dikelola secara selektif mampu meningkatkan jumlah dan variasi spesies tumbuhan. Keanekaragaman ini menciptakan stratifikasi vegetasi yang lebih kompleks dan mendukung fungsi ekologis tanah (Djaingsastro & Siregar, 2025).

Keanekaragaman tumbuhan juga bervariasi berdasarkan posisi lanskap, seperti pada piringan, gawangan, dan area tepi kebun. Area gawangan umumnya memiliki keanekaragaman tumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan piringan, karena piringan biasanya dibersihkan untuk memudahkan pemupukan dan pemanenan. Sementara itu, area tepi kebun dan sempadan sungai sering menjadi habitat bagi berbagai jenis tumbuhan alami yang berperan sebagai penyangga ekosistem. Keberadaan vegetasi di area tersebut berkontribusi terhadap peningkatan keanekaragaman tumbuhan secara keseluruhan pada lanskap sawit (Foster et al., 2011).

Tingkat keanekaragaman tumbuhan pada lanskap sawit juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti jenis tanah, curah hujan, dan kondisi topografi. Tanah dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi dan drainase yang baik cenderung mendukung pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan. Selain itu, kondisi mikroklimat yang terbentuk di bawah kanopi sawit, seperti intensitas cahaya dan kelembapan, turut menentukan jenis tumbuhan yang mampu tumbuh dan berkembang (Zemp et al., 2023).

Secara ekologis, tingginya keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit menunjukkan sistem pengelolaan kebun yang lebih ramah lingkungan. Keanekaragaman tumbuhan tidak hanya meningkatkan kompleksitas vegetasi, tetapi juga menyediakan berbagai fungsi ekosistem, seperti perlindungan permukaan tanah, penyediaan bahan organik, dan habitat bagi organisme tanah. Oleh karena itu, tingkat keanekaragaman tumbuhan dapat dijadikan sebagai salah satu indikator awal dalam menilai keberlanjutan pengelolaan perkebunan kelapa sawit (Luke et al., 2019).

Tabel 1. Tingkat Keanekaragaman Tumbuhan pada Berbagai Zona Lanskap Perkebunan Kelapa Sawit

Zona Lanskap Sawit	Jenis Vegetasi Dominan	Tingkat Keanekaragaman Tumbuhan	Keterangan Ekologis
Piringan	Sedikit atau tanpa vegetasi bawah	Rendah	Area dibersihkan intensif untuk pemupukan dan panen sehingga keanekaragaman tumbuhan sangat terbatas
Gawangan	Rumput, gulma terkendali, tanaman penutup tanah (leguminosa)	Sedang–Tinggi	Vegetasi lebih beragam dan berperan dalam penambahan bahan organik serta perlindungan tanah
Tepi kebun / sempadan	Semak, herba, dan tumbuhan liar alami	Tinggi	Menjadi habitat berbagai jenis tumbuhan dan berfungsi sebagai penyangga ekosistem
Perkebunan sawit intensif	Vegetasi homogen, dominasi satu–dua jenis tumbuhan	Rendah	Penggunaan herbisida tinggi menekan keanekaragaman tumbuhan

Perkebunan sawit berkelanjutan	Vegetasi bawah beragam dan tanaman penutup tanah	Tinggi	Mendukung fungsi ekologi tanah dan stabilitas sistem perkebunan
--------------------------------	--	--------	---

2. Pengaruh Keanekaragaman Tumbuhan terhadap Sifat Fisik Tanah

Keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisik tanah. Berbagai jenis tumbuhan dengan karakteristik perakaran yang berbeda mampu menciptakan kondisi tanah yang lebih stabil dan mendukung proses-proses fisik tanah. Sistem perakaran yang beragam, baik akar serabut maupun akar tunggang, berperan dalam memperbaiki struktur tanah melalui pembentukan agregat tanah yang lebih kuat dan stabil (Six et al., 2004).

Keberadaan vegetasi bawah dan tanaman penutup tanah berfungsi melindungi permukaan tanah dari dampak langsung curah hujan dan aktivitas mekanis di perkebunan. Penutupan tanah yang baik mampu mengurangi dispersi partikel tanah serta menekan laju erosi, terutama pada lahan dengan topografi miring. Pada perkebunan sawit yang memiliki tingkat keanekaragaman tumbuhan rendah, tanah lebih rentan mengalami erosi dan pemadatan akibat minimnya perlindungan permukaan tanah (Lal, 2015).

Keanekaragaman tumbuhan juga berpengaruh terhadap porositas dan kapasitas infiltrasi tanah. Akar dari berbagai jenis tumbuhan membentuk saluran-saluran biopori yang mempermudah pergerakan air dan udara di dalam tanah. Kondisi ini meningkatkan kemampuan tanah dalam menyerap air hujan dan mengurangi limpasan permukaan. Tanah dengan infiltrasi yang baik cenderung memiliki kelembapan yang lebih stabil dan mendukung pertumbuhan akar kelapa sawit secara optimal.

Selain itu menurut (Karbon et al., 2019) keberadaan berbagai jenis tumbuhan berkontribusi dalam mengurangi tingkat pemadatan tanah. Aktivitas perakaran dan organisme tanah yang didukung oleh keanekaragaman vegetasi membantu melonggarkan tanah dan meningkatkan ruang pori. Hal ini sangat penting pada perkebunan kelapa sawit yang sering mengalami tekanan akibat penggunaan alat berat selama proses pemanenan dan pemeliharaan kebun. Tanah yang tidak padat memungkinkan perkembangan sistem perakaran sawit yang lebih baik dan meningkatkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara.

Keanekaragaman tumbuhan juga memengaruhi kestabilan suhu tanah dan kadar air tanah. Penutupan vegetasi yang beragam mampu mengurangi fluktuasi suhu tanah serta mempertahankan kelembapan tanah dalam kisaran yang mendukung aktivitas biologis. Kondisi fisik tanah yang stabil tersebut berkontribusi terhadap peningkatan daya dukung tanah dan ketahanan lahan terhadap degradasi.

Secara keseluruhan, hasil kajian menunjukkan bahwa semakin tinggi keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit, semakin baik sifat fisik tanah yang terbentuk. Perbaikan struktur, peningkatan porositas dan infiltrasi, serta penurunan erosi dan pemadatan tanah merupakan bukti nyata peran penting keanekaragaman tumbuhan dalam menjaga kesehatan tanah. Oleh karena itu, pengelolaan vegetasi yang mempertahankan keanekaragaman tumbuhan perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi pengelolaan fisik tanah yang berkelanjutan pada perkebunan kelapa sawit (Land & Systems, n.d.).

3. Pengaruh Keanekaragaman Tumbuhan terhadap Sifat Kimia dan Biologi Tanah

Keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit berperan penting dalam memengaruhi sifat kimia dan biologi tanah secara simultan. Kedua sifat ini saling berkaitan erat karena perubahan kondisi kimia tanah akan memengaruhi aktivitas organisme tanah, dan sebaliknya aktivitas biologi tanah turut menentukan dinamika unsur hara di dalam tanah. Keberadaan berbagai jenis tumbuhan sebagai vegetasi bawah maupun tanaman penutup tanah menciptakan sistem input bahan organik yang berkelanjutan melalui guguran

daun, batang, dan akar (Wang et al., 2016).

Dari aspek kimia tanah, keanekaragaman tumbuhan berkontribusi terhadap peningkatan kandungan bahan organik tanah. Serasah dari berbagai jenis tumbuhan mengalami proses dekomposisi yang menghasilkan senyawa organik dan unsur hara yang tersedia bagi tanaman. Peningkatan bahan organik berfungsi sebagai penyangga pH tanah, sehingga mampu menjaga kestabilan reaksi tanah meskipun terjadi input pupuk anorganik secara intensif. Kondisi pH yang stabil sangat penting bagi ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme tanah (Identifier et al., 2016).

Keanekaragaman tumbuhan juga memengaruhi ketersediaan unsur hara makro dan mikro. Proses dekomposisi serasah melepaskan nitrogen, fosfor, kalium, serta unsur mikro secara bertahap ke dalam tanah. Selain itu, sistem perakaran yang beragam memungkinkan penyerapan unsur hara dari berbagai lapisan tanah, yang kemudian dikembalikan ke lapisan atas melalui guguran serasah. Pada lanskap sawit yang mempertahankan tanaman penutup tanah dari kelompok leguminosa, terjadi peningkatan kandungan nitrogen tanah melalui proses fiksasi nitrogen biologis, sehingga mendukung kesuburan tanah secara alami (Bessou et al., n.d.).

Dari aspek biologi tanah, keanekaragaman tumbuhan menyediakan sumber energi dan habitat yang beragam bagi mikroorganisme dan fauna tanah. Kandungan bahan organik yang tinggi menjadi sumber makanan utama bagi mikroba tanah, sehingga meningkatkan aktivitas biologis seperti dekomposisi dan mineralisasi unsur hara. Tanah dengan aktivitas biologi yang tinggi umumnya memiliki siklus hara yang lebih efisien dan struktur tanah yang lebih stabil.

Interaksi antara keanekaragaman tumbuhan dan organisme tanah juga berperan dalam meningkatkan kapasitas tukar kation dan ketersediaan hara. Aktivitas mikroorganisme menghasilkan senyawa organik kompleks yang mampu mengikat dan menahan unsur hara agar tidak mudah tercuci. Fauna tanah, seperti cacing tanah dan arthropoda tanah, turut berperan dalam mencampur bahan organik ke dalam tanah dan mempercepat proses dekomposisi.

Secara keseluruhan, penggabungan sifat kimia dan biologi tanah menunjukkan bahwa keanekaragaman tumbuhan memiliki peran kunci dalam menjaga kesuburan dan fungsi tanah pada lanskap perkebunan kelapa sawit. Peningkatan bahan organik, ketersediaan unsur hara, serta aktivitas organisme tanah merupakan indikator utama kesehatan tanah yang dipengaruhi oleh keberadaan vegetasi yang beragam. Oleh karena itu, pengelolaan keanekaragaman tumbuhan perlu dipertahankan sebagai bagian integral dari strategi pengelolaan perkebunan sawit yang berkelanjutan.

4. Peran Keanekaragaman Tumbuhan dalam Menjaga Keseimbangan Ekosistem Lanskap Sawit

Keanekaragaman tumbuhan pada lanskap perkebunan kelapa sawit memiliki peran strategis dalam menjaga keseimbangan ekosistem perkebunan. Lanskap sawit yang didominasi oleh satu jenis tanaman utama berpotensi mengalami ketidakseimbangan ekologi apabila tidak didukung oleh keberadaan vegetasi lain. Kehadiran berbagai jenis tumbuhan sebagai vegetasi bawah, tanaman penutup tanah, serta vegetasi alami di tepi kebun berfungsi sebagai komponen pendukung yang menjaga stabilitas ekosistem secara keseluruhan (Turner et al., 2011).

Salah satu peran utama keanekaragaman tumbuhan adalah dalam mengatur dinamika populasi organisme di dalam ekosistem perkebunan. Vegetasi yang beragam menyediakan habitat dan sumber pakan bagi berbagai organisme, termasuk serangga, burung, dan fauna tanah. Keberadaan organisme tersebut berkontribusi terhadap keseimbangan rantai makanan dan mendukung keberadaan musuh alami hama kelapa sawit. Dengan demikian,

keanekaragaman tumbuhan secara tidak langsung berperan dalam menekan ledakan populasi hama dan mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia (Li et al., 2023).

Keanekaragaman tumbuhan juga berperan dalam menjaga stabilitas proses ekologis, seperti siklus hara dan aliran energi. Beragam jenis tumbuhan menghasilkan serasah dengan kualitas dan laju dekomposisi yang berbeda, sehingga menciptakan suplai bahan organik yang berkelanjutan. Proses ini mendukung aktivitas mikroorganisme tanah dan menjaga keseimbangan unsur hara dalam ekosistem. Siklus hara yang berjalan dengan baik akan mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit serta vegetasi pendukung lainnya.

Dari aspek hidrologi, keanekaragaman tumbuhan berkontribusi dalam mengatur tata air pada lanskap sawit. Vegetasi yang beragam mampu meningkatkan infiltrasi air dan menurunkan limpasan permukaan, sehingga mengurangi risiko erosi dan banjir lokal. Sistem perakaran yang bervariasi membantu memperkuat struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tanah dalam menyimpan air. Kondisi ini penting dalam menjaga ketersediaan air tanah, terutama pada musim kemarau.

Selain itu, keanekaragaman tumbuhan berperan dalam menciptakan mikroklimat yang lebih stabil di dalam perkebunan. Penutupan vegetasi yang beragam dapat menurunkan suhu permukaan tanah, menjaga kelembapan, dan mengurangi fluktuasi suhu ekstrem. Mikroklimat yang stabil mendukung aktivitas organisme tanah dan meningkatkan efisiensi proses fisiologis tanaman kelapa sawit. Kondisi ini juga berkontribusi terhadap ketahanan ekosistem terhadap tekanan lingkungan, seperti perubahan iklim.

Keanekaragaman tumbuhan pada lanskap sawit juga memiliki fungsi penting sebagai zona penyangga ekologis. Vegetasi di tepi kebun, sempadan sungai, dan area konservasi berperan dalam melindungi ekosistem sekitarnya dari dampak aktivitas perkebunan. Zona penyangga ini membantu menyaring limpasan permukaan yang mengandung sedimen atau residu kimia, sehingga menjaga kualitas tanah dan air di sekitarnya.

Secara keseluruhan, keanekaragaman tumbuhan merupakan komponen kunci dalam menjaga keseimbangan ekosistem lanskap perkebunan kelapa sawit. Keberadaan vegetasi yang beragam mendukung stabilitas ekologi, meningkatkan ketahanan sistem perkebunan, serta mengurangi dampak negatif pengelolaan monokultur. Oleh karena itu, integrasi keanekaragaman tumbuhan dalam pengelolaan lanskap sawit perlu dipertahankan dan ditingkatkan sebagai bagian dari upaya mewujudkan perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Djaingsastro et al., 2021).

KESIMPULAN

Keanekaragaman tumbuhan memiliki hubungan yang erat dengan kesehatan tanah pada lanskap perkebunan kelapa sawit. Keberadaan vegetasi bawah dan tanaman penutup tanah yang beragam berperan penting dalam meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah, serta mendukung aktivitas organisme tanah yang berperan dalam siklus hara dan proses ekologis. Interaksi antara vegetasi, tanah, dan organisme tanah membentuk sistem yang saling terkait dalam menjaga keseimbangan ekosistem perkebunan. Oleh karena itu, pengelolaan lanskap sawit yang mempertahankan keanekaragaman tumbuhan menjadi strategi penting untuk menjaga kesehatan tanah dan mendukung keberlanjutan produktivitas kelapa sawit dalam jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D. (2023). Analisis Industri Kelapa Sawit Di Kalimantan Selatan Dalam Perspektif Pembangunan Berkelanjutan Analysis Of The Palm Oil Industry In South Kalimantan From A Sustainable Development Perspective. 1(2).
- Ashton-butt, A., Aryawan, A. A. K., Hood, A. S. C., Naim, M., Purnomo, D., Wahyuningsih, R.,

- Willcock, S., Poppy, G. M., & Snaddon, J. L. (2018). Understory Vegetation in Oil Palm Plantations Benefits Soil Biodiversity and Decomposition Rates. 1(December). <https://doi.org/10.3389/ffgc.2018.00010>
- Bessou, C., Chase, L. D. C., Henson, I. E., Abdul-manan, A. F. N., Canals, L., Agus, F., Sharma, M., & Chin, M. (n.d.). Pilot application of PalmGHG , the RSPO greenhouse gas calculator for oil palm products. 1–24.
- Djaingsastro, A. J., Manurung, S., & Simbolon, A. O. (2021). Evaluasi Perkembangan Vegetatif Pada Tanaman Kelapa Sawit Dengan Dua Pola Tanam produktivitas kelapa sawit dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cahaya merupakan faktor. 4(1), 101–106.
- Djaingsastro, A. J., & Siregar, E. S. (2025). Assessing Environmental Drivers of the Distribution of the Rare Species *Johannesteijsmannia altifrons* : a literature review. 07(01), 24–30.
- Foster, W. A., Snaddon, J. L., Turner, E. C., Fayle, T. M., Cockerill, T. D., Ellwood, F., Broad, G. R., Chung, A. Y. C., Eggleton, P., Khen, C. V., Kalsum, M., Foster, W. A., Snaddon, J. L., Turner, E. C., Fayle, T. M., Cockerill, T. D., Ellwood, M. D. F., Broad, G. R., Chung, A. Y. C., ... Yusah, K. M. (2011). Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia Establishing the evidence base for maintaining biodiversity and ecosystem function in the oil palm landscapes of South East Asia. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0041>
- Ginting, E. N., Abstrak, D. W., & Pf, P. (2021). POTENSI DAN TANTANGAN PENERAPAN PRECISION FARMING. 26(2), 55–66.
- Identifier, D. O., Document, E., & General, N. (2016). Edinburgh Research Explorer. 532(7597), 49–57.
- Karbon, E., Tanaman, T., Sawit, K., Kelas, P., Lahan, K., Di, S., Aek, K., & Ptpn, T. (2019). AGRO ESTATE Jurnal Budidaya Perkebunan Kelapa Sawit dan Karet Available online. 3(2).
- Lal, R. (2015). Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. 5875–5895. <https://doi.org/10.3390/su7055875>
- Land, A., & Systems, U. (n.d.). MEASURING Measuring Carbon Stocks.
- Li, K., Zemp, D. C., Lorenz, H., Sachsenmaier, L., Nurdiansyah, F., & Hölscher, D. (2023). Tree identity and canopy openness mediate oil palm biodiversity enrichment effects on insect herbivory and pollination. July 2022, 1–18. <https://doi.org/10.1002/eap.2862>
- Luke, S. H., Purnomo, D., Advento, A. D., Agung, A., Aryawan, K., Caliman, J., Snaddon, J. L., Foster, W. A., & Luke, S. H. (2019). Effects of Understory Vegetation Management on Plant Communities in Oil Palm Plantations in Sumatra , Indonesia. 2(July). <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00033>
- Respati, R., Yuniasih, B., Astuti, Y. T. M., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., & Yogyakarta, I. (2025). Keanekaragaman Vegetasi Bawah pada Perkebunan Kelapa Sawit dengan Tahun Tanam yang Berbeda di PT . Gunta Samba Jaya. 3, 1001–1011.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro) aggregates , soil biota , and soil organic matter dynamics &. 79, 7–31. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.008>
- Turner, E. C., Snaddon, J. L., Ewers, R. M., Fayle, T. M., & Foster, W. A. (2011). The Impact of Oil Palm Expansion on Environmental Change : Putting Conservation Research in Context.
- Wang, F., Weil, R. R., & Nan, X. (2016). Total and permanganate-oxidizable organic carbon in the corn rooting zone of US Coastal Plain soils as affected by forage radish cover crops and N fertilizer.
- Zemp, D. C., Guerrero-ramirez, N., Brambach, F., Darras, K., Grass, I., Potapov, A., Röhl, A., Arimond, I., Ballauff, J., Merk, M. S., Moura, C. C. M., Mulyani, Y. A., & Paterno, G. B. (2023). Tree islands enhance biodiversity and functioning in oil palm landscapes. 618(June). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06086-5>