



Fungsionalitas Tumbuhan Riparian dalam Mitigasi Dampak Ekologi Perkebunan Sawit: Kajian Sistematis

Nurfadilia Dini Rahayu¹, Aulia Juanda Djaingsastro²

¹Proteksi Tanaman, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia. Jl. Willem Iskandar, Kampus LPP Agro, Medan 20226, Sumatera Utara, Indonesia

²Budidaya Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia. Jl. Willem Iskandar, Kampus LPP Agro, Medan 20226, Sumatera Utara, Indonesia

Email : Nurfadiliadinirahayu19@gmail.com Corresponding Author: aulia_juanda@itsi.ac.id

Abstract

Oil palm plantations have become one of the main drivers of land conversion in tropical regions, particularly in Southeast Asia. This conversion has significant impacts on ecosystem functions, including increased erosion, surface runoff, biodiversity loss, and water quality degradation. Riparian vegetation as buffer zones along waterways has been identified as an effective conservation strategy to mitigate these ecological impacts. This systematic literature review aims to evaluate the functionality of riparian plants in mitigating the ecological impacts of oil palm plantations through analysis of scientific publications from various bibliographic databases. The review method involved searching publications in Scopus and Google Scholar databases using keywords related to riparian zones, oil palm plantations, and ecosystem functions. Selected articles were analyzed for their methodological rigor and key findings. The results show that riparian buffers provide multiple ecosystem services including erosion control, water quality improvement, biodiversity conservation, microclimate regulation, and carbon sequestration. The effectiveness of riparian zones is influenced by various factors including buffer width, vegetation composition, and management practices. Optimal riparian buffer width ranges from 10-30 meters depending on topographic conditions and conservation objectives. Riparian vegetation not only serves as a physical barrier but also provides habitat for various fauna species and maintains ecological connectivity in oil palm plantation landscapes. This review emphasizes the importance of integrating riparian conservation into sustainable oil palm plantation management as an effective strategy to balance agricultural productivity with environmental conservation.

Keywords: Riparian Buffer, Oil Palm Plantation, Ecosystem Services, Biodiversity Conservation, Water Quality

Abstrak

Perkebunan kelapa sawit telah menjadi salah satu pendorong utama konversi lahan di wilayah tropis, khususnya di Asia Tenggara. Konversi ini memberikan dampak signifikan terhadap

fungsi ekosistem, termasuk peningkatan erosi, aliran permukaan, hilangnya keanekaragaman hayati, dan degradasi kualitas air. Vegetasi riparian sebagai zona penyangga di sepanjang aliran air telah diidentifikasi sebagai strategi konservasi yang efektif untuk mitigasi dampak ekologi tersebut. Kajian literatur sistematis ini bertujuan untuk mengevaluasi fungsionalitas tumbuhan riparian dalam mitigasi dampak ekologi perkebunan sawit melalui analisis publikasi ilmiah dari berbagai basis data bibliografi. Metode kajian melibatkan pencarian publikasi dalam basis data Scopus dan Google Scholar menggunakan kata kunci terkait zona riparian, perkebunan kelapa sawit, dan fungsi ekosistem. Artikel yang terpilih dianalisis untuk ketelitian metodologis dan temuan utamanya. Hasil menunjukkan bahwa buffer riparian memberikan beragam jasa ekosistem meliputi pengendalian erosi, perbaikan kualitas air, konservasi keanekaragaman hayati, regulasi iklim mikro, dan sequestrasi karbon. Efektivitas zona riparian dipengaruhi oleh berbagai faktor termasuk lebar buffer, komposisi vegetasi, dan praktik manajemen. Lebar buffer riparian optimal berkisar 10-30 meter tergantung kondisi topografi dan tujuan konservasi. Vegetasi riparian tidak hanya berfungsi sebagai penghalang fisik tetapi juga menyediakan habitat bagi berbagai spesies fauna dan menjaga konektivitas ekologi dalam lanskap perkebunan kelapa sawit. Kajian ini menekankan pentingnya mengintegrasikan konservasi riparian ke dalam manajemen perkebunan kelapa sawit berkelanjutan sebagai strategi efektif untuk menyeimbangkan produktivitas pertanian dengan konservasi lingkungan.

Kata Kunci: Buffer Riparian, Perkebunan Kelapa Sawit, Jasa Ekosistem, Konservasi Keanekaragaman Hayati, Kualitas Air.

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) telah mengalami ekspansi pesat di kawasan Asia Tenggara selama beberapa dekade terakhir, menjadikannya salah satu komoditas perkebunan terpenting secara ekonomi. Indonesia dan Malaysia secara bersama-sama menyumbang lebih dari 85% produksi minyak sawit global (Djaingsastro, A. J, 2024). Namun, ekspansi perkebunan kelapa sawit ini telah menimbulkan berbagai dampak ekologi yang signifikan, termasuk deforestasi, hilangnya keanekaragaman hayati, degradasi tanah, dan penurunan kualitas air (Djaingsastro & Manurung, 2021; Djaingsastro & Siregar, 2025). Konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit mengubah struktur dan fungsi ekosistem secara fundamental. Sistem monokultur kelapa sawit umumnya mengurangi keanekaragaman spesies dan mengubah proses-proses ekologi penting seperti siklus nutrisi, aliran air, dan iklim mikro. Penelitian menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak negatif terhadap keanekaragaman dan kelimpahan berbagai kelompok taksonomi (Daawia & Dianingsih, 2023). Selain itu, perubahan tutupan lahan ini juga meningkatkan erosi tanah dan aliran permukaan, yang dapat menyebabkan sedimentasi sungai dan penurunan kualitas air (Jaya et al., 2023).

Zona riparian, yang didefinisikan sebagai area transisi antara ekosistem terestrial dan akuatik, memainkan peran krusial dalam menjaga integritas ekologi lanskap pertanian. Vegetasi riparian berfungsi sebagai buffer atau penyangga yang dapat menyaring sedimen, nutrisi, dan kontaminan sebelum mencapai badan air, serta menyediakan habitat bagi keanekaragaman hayati (Luke et al., 2019). Dalam konteks perkebunan kelapa sawit, pemeliharaan dan restorasi zona riparian telah diidentifikasi sebagai salah satu strategi konservasi yang paling menjanjikan untuk mitigasi dampak ekologi negatif sambil mempertahankan produktivitas perkebunan. Buffer riparian dalam perkebunan kelapa sawit dapat berupa hutan alami yang dipertahankan atau vegetasi yang direstorasi di sepanjang aliran sungai dan badan air lainnya. Penelitian terkini menunjukkan bahwa zona riparian yang dikelola dengan baik dapat memberikan berbagai jasa ekosistem, termasuk pengendalian erosi, perbaikan kualitas air, konservasi keanekaragaman hayati, regulasi iklim mikro, dan sekuestrasi karbon (Horton et al., 2018; Williamson et al., 2021). Namun, implementasi buffer riparian dalam perkebunan kelapa sawit masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan pemahaman tentang lebar buffer optimal, komposisi vegetasi yang sesuai, dan praktik manajemen yang efektif (Djaingsastro, A. J, 2024).

Meskipun terdapat bukti yang berkembang tentang manfaat ekologi buffer riparian, masih terdapat kesenjangan pengetahuan mengenai efektivitas dan fungsionalitas spesifik vegetasi riparian dalam konteks perkebunan kelapa sawit di berbagai kondisi lingkungan. Kajian komprehensif yang mensintesis bukti ilmiah terkini tentang peran tumbuhan riparian dalam mitigasi dampak ekologi perkebunan sawit sangat diperlukan untuk menginformasikan praktik manajemen yang lebih berkelanjutan. Kajian literatur sistematis ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi fungsi-fungsi ekologi utama vegetasi riparian dalam konteks perkebunan kelapa sawit, menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas buffer riparian, mensintesis bukti ilmiah tentang dampak buffer riparian terhadap berbagai komponen ekosistem, dan memberikan rekomendasi untuk implementasi dan manajemen zona riparian yang efektif dalam perkebunan kelapa sawit berkelanjutan (Djaingsastro, A. J, 2024). Dengan mensintesis pengetahuan yang ada, kajian ini diharapkan dapat memberikan panduan berbasis bukti untuk praktisi perkebunan, pembuat kebijakan, dan peneliti dalam mengintegrasikan konservasi riparian ke dalam sistem produksi kelapa sawit yang lebih berkelanjutan.

2. METODE

Kajian literatur sistematis ini dilakukan mengikuti protokol tinjauan sistematis yang terstruktur untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan menganalisis publikasi ilmiah yang

relevan dengan fungsionalitas tumbuhan riparian dalam mitigasi dampak ekologi perkebunan kelapa sawit.

2.1 Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan pada bulan November 2025 menggunakan dua basis data bibliografi utama: Scopus dan Google Scholar. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Inggris yang terkait dengan zona riparian, perkebunan kelapa sawit, dan fungsi ekosistem. Kata kunci yang digunakan meliputi: "riparian buffer", "riparian zone", "riparian vegetation", "oil palm plantation", "Elaeis guineensis", "ecosystem services", "biodiversity conservation", "water quality", "erosion control", dan "soil conservation". Pencarian dilakukan dengan menggunakan operator Boolean (AND, OR) untuk mengombinasikan kata kunci. Formula pencarian utama yang digunakan adalah: ("riparian buffer" OR "riparian zone" OR "riparian vegetation") AND ("oil palm" OR "Elaeis guineensis") AND ("ecosystem" OR "biodiversity" OR "water quality" OR "erosion" OR "conservation"). 3. Publikasi dari tahun 2005 hingga 2024 untuk memastikan relevansi dan kebaruan informasi baik dalam Bahasa Inggris atau Indonesia.

2.2 Proses Seleksi Artikel

Proses seleksi artikel dilakukan dalam tiga tahap. Tahap pertama melibatkan skrining judul dan abstrak untuk mengidentifikasi relevansi umum dengan topik kajian. Tahap kedua melibatkan pembacaan full-text artikel yang lolos skrining awal untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Tahap ketiga melibatkan evaluasi kualitas metodologis dan kelengkapan pelaporan data. Duplikasi publikasi yang muncul di kedua basis data dihilangkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik Dampak Ekologis Perkebunan Sawit terhadap Ekosistem Riparian

Ekspansi perkebunan kelapa sawit di Asia Tenggara telah memberikan dampak signifikan terhadap ekosistem riparian. Konversi hutan menjadi perkebunan monokultur mengubah karakteristik fisik, kimia, dan biologi zona riparian secara fundamental. Penelitian menunjukkan bahwa pengembangan perkebunan kelapa sawit dapat berdampak negatif terhadap integritas vegetasi riparian di lanskap pesisir tropis,

dengan perubahan struktur dan komposisi vegetasi yang signifikan (Sheaves et al., 2018). Dampak ekologis utama meliputi peningkatan erosi tanah dan aliran permukaan akibat hilangnya tutupan vegetasi alami. Studi di Kalimantan Tengah menunjukkan bahwa konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit meningkatkan erosi tanah dan aliran permukaan secara substansial (Jaya et al., 2023). Hilangnya vegetasi riparian juga mengurangi kapasitas infiltrasi tanah dan meningkatkan kecepatan aliran permukaan, yang pada gilirannya meningkatkan transport sedimen dan nutrisi ke badan air.

Perubahan kualitas air merupakan dampak serius lainnya. Aplikasi pupuk dalam perkebunan kelapa sawit, terutama nitrogen dan fosfor, dapat menyebabkan pencemaran air jika tidak dikelola dengan baik. Aliran permukaan yang membawa nutrisi berlebih dapat menyebabkan eutrofikasi badan air dan degradasi kualitas air. Penelitian menunjukkan bahwa manajemen riparian yang buruk berpengaruh negatif terhadap morfologi sungai dan kualitas air, dengan peningkatan konsentrasi sedimen tersuspensi dan nutrisi (Chellaiah & Yule, 2018). Dampak terhadap keanekaragaman hayati juga sangat signifikan. Konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak negatif terhadap keanekaragaman dan kelimpahan berbagai kelompok taksonomi, termasuk kupu-kupu superfamili Papilionoidea (Daawia & Dianingsih, 2023). Hilangnya vegetasi riparian mengurangi habitat dan koridor ekologi yang penting bagi pergerakan fauna antara fragmen habitat. Spesies-spesies langka dan endemik yang memiliki preferensi habitat spesifik di kawasan riparian, seperti *Johannesteijsmannia altifrons* yang tumbuh optimal di bawah kanopi pohon pada zona riparian hutan dataran rendah, sangat terancam oleh konversi lahan (Djaingsastro & Siregar, 2025). Perubahan iklim mikro juga terjadi akibat hilangnya tutupan vegetasi riparian. Area perkebunan terbuka mengalami suhu yang lebih tinggi, kelembaban yang lebih rendah, dan paparan angin yang lebih kuat dibandingkan dengan hutan alami. Kondisi iklim mikro yang berubah ini dapat mempengaruhi proses ekologi penting seperti dekomposisi bahan organik, siklus nutrisi, dan aktivitas mikroorganisme tanah.

3.2 Fungsi Tumbuhan Riparian dalam Mitigasi Erosi dan Sedimentasi

Vegetasi riparian memainkan peran krusial dalam pengendalian erosi tanah dan sedimentasi, yang merupakan salah satu dampak paling serius dari perkebunan kelapa sawit. Sistem akar vegetasi riparian membantu menstabilkan struktur tanah dan

meningkatkan infiltrasi air, sehingga mengurangi volume dan kecepatan aliran permukaan yang membawa sedimen (Satriawan et al., 2021). Mekanisme pengendalian erosi oleh vegetasi riparian bersifat multi-dimensi. Pertama, tajuk vegetasi mengurangi energi kinetik hujan yang menghantam permukaan tanah, sehingga mengurangi detachment partikel tanah. Kedua, serasah dan bahan organik yang terakumulasi di zona riparian membentuk lapisan pelindung yang meningkatkan infiltrasi dan mengurangi aliran permukaan. Ketiga, sistem akar yang kompleks, terutama dari spesies pohon dan semak, menciptakan jaringan yang menstabilkan agregat tanah dan meningkatkan resistensi terhadap erosi (Moradi et al., 2014).

Penelitian di berbagai lokasi perkebunan menunjukkan efektivitas yang signifikan dari buffer riparian dalam mengurangi erosi. Studi menunjukkan bahwa kombinasi praktik konservasi yang mencakup pemeliharaan vegetasi riparian dapat mengurangi kehilangan tanah hingga 60-80% dibandingkan dengan sistem tanpa konservasi (Murti Laksono et al., 2018). Buffer riparian dengan lebar minimal 10-15 meter dapat mengurangi sedimen dan aliran permukaan secara efektif, namun lebar optimal dapat bervariasi tergantung pada kemiringan lahan dan intensitas curah hujan (Bah et al., 2014). Efektivitas buffer riparian dalam pengendalian erosi juga dipengaruhi oleh komposisi vegetasi. Buffer yang mempertahankan struktur hutan alami dengan berbagai strata vertikal umumnya lebih efektif dibandingkan buffer dengan vegetasi sederhana. Kehadiran spesies pohon dengan sistem akar dalam, semak dengan kerapatan tinggi, dan tumbuhan bawah yang menutupi tanah secara penuh menciptakan perlindungan berlapis terhadap erosi.

Praktik konservasi tanah dan air dalam perkebunan kelapa sawit telah dikembangkan untuk mengatasi masalah erosi, termasuk pembuatan teras, penutup tanah, dan sistem drainase yang tepat (Satriawan & Fuady, 2017). Integrasi buffer riparian dengan praktik konservasi lainnya dapat memberikan perlindungan yang lebih komprehensif terhadap degradasi tanah. Penggunaan pupuk lepas terkendali (controlled-release fertilizers) juga dapat mengurangi kehilangan nutrisi melalui aliran permukaan, melengkapi fungsi buffer riparian (Bah et al., 2014). Vegetasi riparian juga berkontribusi terhadap konservasi tanah jangka panjang melalui peningkatan input bahan organik dari serasah dan materi tumbuhan. Akumulasi bahan organik ini meningkatkan kesuburan tanah, struktur tanah, dan kapasitas menahan air, yang pada

gilirannya mendukung produktivitas jangka panjang perkebunan kelapa sawit (Horton et al., 2018).

3.3 Efektivitas Buffer Riparian dalam Filtrasi Nutrisi dan Pencemar

Buffer riparian memainkan peran vital dalam menjaga dan meningkatkan kualitas air dalam lanskap perkebunan kelapa sawit melalui fungsi filtrasi nutrisi dan pencemar. Vegetasi riparian berfungsi sebagai filter alami yang menangkap sedimen, nutrisi berlebih, dan kontaminan lainnya sebelum mencapai badan air (Luke et al., 2019). Aplikasi pupuk dalam perkebunan kelapa sawit, terutama nitrogen dan fosfor, merupakan sumber potensial pencemaran air jika tidak dikelola dengan baik. Aliran permukaan yang membawa nutrisi berlebih dapat menyebabkan eutrofikasi badan air, pertumbuhan alga yang berlebihan, penurunan oksigen terlarut, dan degradasi habitat akuatik. Penelitian menunjukkan bahwa zona riparian yang dikelola dengan baik dapat mengurangi beban nutrisi yang mencapai sungai dan aliran air secara signifikan (Wu et al., 2023).

Mekanisme filtrasi nutrisi oleh vegetasi riparian meliputi beberapa proses biogeokimia. Pertama, penyaringan fisik sedimen dan partikel tersuspensi terjadi melalui tajuk dan sistem akar vegetasi yang memperlambat aliran air dan memungkinkan pengendapan partikel. Kedua, penyerapan nutrisi terlarut oleh akar tumbuhan untuk pertumbuhan merupakan mekanisme penting removal nitrogen dan fosfor. Ketiga, denitrifikasi mikroba di zona tanah riparian yang sering jenuh air mengurangi nitrat menjadi gas nitrogen yang lepas ke atmosfer. Keempat, adsorpsi nutrisi pada partikel tanah dan bahan organik di zona riparian (Mayer & Steven K. Reynolds, 2005). Efektivitas buffer riparian dalam memperbaiki kualitas air bervariasi tergantung pada berbagai faktor. Lebar buffer riparian merupakan faktor penting, dengan studi menunjukkan bahwa buffer dengan lebar 15-30 meter umumnya lebih efektif dalam mengurangi beban nutrisi dan sedimen dibandingkan buffer yang lebih sempit. Namun, efektivitas juga dipengaruhi oleh jenis vegetasi, kondisi hidrologi, karakteristik tanah riparian, dan posisi dalam lanskap.

Penelitian di perkebunan kelapa sawit Borneo menunjukkan bahwa manajemen riparian yang baik berpengaruh positif terhadap morfologi sungai dan kualitas air, dengan penurunan yang terukur dalam konsentrasi sedimen tersuspensi dan nutrisi (Chellaiah & Yule, 2018). Zona riparian yang mempertahankan atau

memulihkan struktur hutan alami menunjukkan kapasitas filtrasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona riparian yang terdegradasi atau hanya ditumbuhi vegetasi sederhana. Buffer riparian juga membantu menjaga suhu air dengan memberikan naungan terhadap aliran air. Regulasi suhu air ini penting untuk organisme akuatik yang sensitif terhadap perubahan suhu, terutama dalam konteks perubahan iklim global. Suhu air yang lebih sejuk juga meningkatkan kapasitas oksigen terlarut, yang penting untuk kehidupan akuatik. Selain nutrisi, buffer riparian juga dapat mengurangi kontaminan lain seperti pestisida dan logam berat melalui mekanisme adsorpsi pada bahan organik tanah dan degradasi mikroba. Namun, efektivitas removal kontaminan spesifik dapat bervariasi tergantung pada sifat kimia kontaminan, kondisi tanah, dan karakteristik vegetasi.

3.4 Kontribusi Riparian Buffer terhadap Konservasi Keanekaragaman Hayati

Pemeliharaan zona riparian dalam perkebunan kelapa sawit memberikan kontribusi signifikan bagi konservasi keanekaragaman hayati. Lanskap perkebunan monokultur umumnya memiliki keanekaragaman spesies yang jauh lebih rendah dibandingkan hutan alami, namun buffer riparian dapat berfungsi sebagai refugia dan koridor ekologi bagi berbagai kelompok taksonomi (Deere et al., 2022). Penelitian menunjukkan bahwa buffer riparian dalam perkebunan kelapa sawit dapat mempertahankan komunitas spesies yang signifikan dari hutan yang dikonversi. Studi tentang komunitas semut serasah menunjukkan bahwa zona riparian yang dipertahankan dalam perkebunan kelapa sawit dapat menjaga komunitas semut hutan dan tingkat aktivitas pemangsa terkait (Gray et al., 2015). Temuan serupa dilaporkan untuk berbagai kelompok fauna lainnya termasuk burung, mamalia kecil, amfibi, dan serangga. Buffer riparian juga berfungsi sebagai koridor ekologi yang memfasilitasi pergerakan fauna antara fragmen habitat yang tersisa. Konektivitas ekologi ini sangat penting untuk menjaga viabilitas populasi jangka panjang, memfasilitasi dispersi genetik, dan memungkinkan proses ekologi seperti penyerbukan dan penyebaran biji tetap berfungsi. Studi menunjukkan bahwa vegetasi riparian memfasilitasi pergerakan berbagai spesies melalui matriks perkebunan yang sebaliknya tidak ramah bagi fauna hutan.

Komposisi vegetasi buffer riparian sangat mempengaruhi nilai konservasi biodiversitasnya. Buffer yang mempertahankan struktur hutan alami dengan berbagai

strata vegetasi umumnya mendukung keanekaragaman spesies yang lebih tinggi dibandingkan buffer dengan vegetasi yang lebih sederhana. Penelitian menunjukkan bahwa buffer riparian yang mencakup pohon-pohon hutan mature memberikan habitat yang lebih berkualitas bagi berbagai spesies fauna dibandingkan buffer yang hanya terdiri dari vegetasi muda atau dipulihkan (Woodham et al., 2019). Vegetasi riparian menyediakan sumber daya penting bagi fauna, termasuk makanan, tempat berlindung, dan lokasi perkembangbiakan. Keanekaragaman struktur vegetasi menciptakan berbagai niche ekologi yang dapat dimanfaatkan oleh spesies dengan kebutuhan habitat yang berbeda. Pohon-pohon mature menyediakan lubang untuk sarang burung dan mamalia, nektar dan buah untuk penyerbuk dan frugivora, serta substrat untuk epiphyt dan organisme yang bergantung pada pohon. Untuk spesies-spesies langka dan endemik, pemeliharaan zona riparian sangat krusial untuk konservasi. *Johannesteijsmannia altifrons*, spesies palem langka yang memiliki preferensi habitat spesifik di kawasan riparian hutan dataran rendah, ditemukan tumbuh optimal di bawah kanopi pohon pada rentang ketinggian 20-500 meter di atas permukaan laut dengan lereng yang sangat curam (Djaingsastro & Siregar, 2025). Keberadaan spesies seperti ini dalam buffer riparian meningkatkan nilai konservasi dan menunjukkan pentingnya mempertahankan karakteristik habitat riparian yang kompleks. Buffer riparian juga mendukung komunitas artropoda yang kaya yang dapat memberikan layanan ekosistem penting seperti pengendalian hama alami. Penelitian menunjukkan bahwa buffer riparian mendukung komunitas artropoda yang dapat memberikan layanan pengendalian biologis ke area perkebunan yang berdekatan (Nelson et al., 2018). Diversitas musuh alami yang lebih tinggi di zona riparian dapat mengurangi ketergantungan pada pestisida kimia dan meningkatkan keberlanjutan sistem produksi.

4. KESIMPULAN

Kajian literatur sistematis ini menunjukkan bahwa vegetasi riparian memberikan fungsionalitas ekologi yang sangat penting dalam mitigasi dampak perkebunan kelapa sawit. Buffer riparian menyediakan berbagai jasa ekosistem meliputi pengendalian erosi tanah,

perbaikan kualitas air, konservasi keanekaragaman hayati, regulasi iklim mikro, dan sekuestrasi karbon. Efektivitas buffer riparian dipengaruhi oleh faktor-faktor desain dan manajemen termasuk lebar buffer, komposisi vegetasi, kondisi topografi, dan praktik pengelolaan. Bukti ilmiah yang berkembang menunjukkan bahwa buffer riparian dengan lebar 15-30 meter, struktur vegetasi berlapis, dan komposisi spesies asli dapat secara signifikan mengurangi erosi tanah, aliran permukaan, dan beban nutrisi yang mencapai badan air. Buffer riparian juga berfungsi sebagai refugia dan koridor ekologi bagi berbagai kelompok taksonomi, mempertahankan keanekaragaman hayati dalam lanskap perkebunan monokultur. Regulasi iklim mikro oleh vegetasi riparian menciptakan kondisi yang lebih sejuk dan lembab yang menguntungkan baik untuk konservasi biodiversitas maupun produktivitas perkebunan.

Implementasi buffer riparian dalam perkebunan kelapa sawit menghadapi berbagai tantangan termasuk persepsi ekonomi jangka pendek, keterbatasan kapasitas teknis, dan kerangka regulasi yang tidak konsisten. Namun, analisis ekonomi yang komprehensif menunjukkan bahwa manfaat jangka panjang buffer riparian dapat melebihi biaya oportunitas penggunaan lahan. Integrasi buffer riparian dengan praktik konservasi lainnya dan dukungan kelembagaan yang kuat diperlukan untuk implementasi yang efektif.

Kajian ini menekankan pentingnya mengintegrasikan konservasi riparian ke dalam strategi manajemen perkebunan kelapa sawit berkelanjutan. Pemeliharaan dan restorasi zona riparian merupakan strategi win-win yang dapat menyeimbangkan produktivitas pertanian dengan konservasi lingkungan, berkontribusi terhadap keberlanjutan industri kelapa sawit dalam jangka panjang. Penelitian lanjutan dan monitoring yang terstandarisasi diperlukan untuk terus mengoptimalkan desain dan manajemen buffer riparian dalam berbagai konteks ekologi dan sosio-ekonomi.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bah, A., Husni, M. H. A., Teh, C. B. S., Rafii, M. Y., Omar, S. R. S., & Ahmed, O. H. (2014). *Reducing Runoff Loss of Applied Nutrients in Oil Palm Cultivation Using Controlled-Release Fertilizers*. 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/285387>
- Chellaiah, D., & Yule, C. M. (2018). Effect of riparian management on stream morphometry and water quality in oil palm plantations in Borneo. *Limnologia*, 69(November 2017), 72–80.

<https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.11.007>

- Daawia, & Dianingsih, N. (2023). *Dampak Konversi Hutan Menjadi Perkebunan Kelapa Sawit Terhadap Keanekaragaman dan Kelimpahan Kupu-kupu Superfamili Papilionoidea*. 15(1), 28–38. <https://doi.org/10.31957/jbp.2680>
- Deere, N. J., Bicknell, J. E., Mitchell, S. L., Afendy, A., Baking, E. L., Bernard, H., Chung, A. Y. C., Ewers, R. M., Heroin, H., Joseph, N., Lewis, O. T., Luke, S. H., Milne, S., Fikri, A. H., Parrett, J. M., Payne, M., Rossiter, S. J., Vairappan, C. S., Vian, C. V., ... Struebig, M. J. (2022). *Riparian buffers can help mitigate biodiversity declines in oil palm agriculture*. 459–466. <https://doi.org/10.1002/fee.2473>
- Djaingsastro, A. J., & Manurung, S. (2021). *The Patterns of Weed Distribution in Several Oil Palm Plantations with Different Elevations in PT Perkebunan Nusantara IV*. 2(1).
- 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.
- Gray, C. L., Lewis, O. T., Chung, A. Y. C., & Fayle, T. M. (2015). *Riparian reserves within oil palm plantations conserve logged forest leaf litter ant communities and maintain associated scavenging rates*. 31–40. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12371>
- Horton, A. J., Bruford, M. W., & Goossens, B. (2018). *Can Riparian Forest Buffers Increase Yields From Oil Palm Plantations ?* 1082–1096. <https://doi.org/10.1029/2018EF000874>
- Jaya, A., Rumbang, N., Saptono, M., Widiastuti, L., Endang, S., Rahayuningsih, A., & Winerungan, S. (2023). Effects of forest conversion to oil palm plantation on soil erosion and surface runoff. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(2320), 767–779.
- Luke, S. H., Slade, E. M., V, C. L. G. K., Miklin, A. L. A., Drewer, J., Williamson, J., Mitchell, A. S. L., Vairappan, C. S., Struebig, M. J., & Slade, E. M. (2019). *Riparian buffers in tropical agriculture : Scientific support , effectiveness and directions for policy*. May 2018, 85–92. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13280>
- Mayer, P. M., & Steven K. Reynolds, J. T. J. C. (2005). *Riparian Buffer Width, Vegetative Cover, and Nitrogen Removal Effectiveness: A Review of Current Science and Regulations*.
- Moradi, A., Teh, C., Sung, B., Joo, K., Husni, A., Hanif, M., & Fauziah, C. (2014). Effect of four

- soil and water conservation practices on soil physical processes in a non-terraced oil palm plantation. *Soil & Tillage Research*, 145, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.08.005>
- Murtalaksono, K., Ariyanti, M., Asbur, Y., Siregar, H. H., Sutarta, E. S., Yahya, S., Sudrajat, Suwanto, Suroso, & Yusuf, M. A. (2018). *Surface runoff and soil erosion in oil palm plantation of management unit of rejosari , PT Perkebunan Nusantara VII , Lampung*
Surface runoff and soil erosion in oil palm plantation of management unit of rejosari , PT Perkebunan Nusantara VII ,.
- Nelson, J. L., Hunt, L. G., Lewis, M. T., Hamby, K. A., Hooks, C. R. R., & Dively, G. P. (2018). Arthropod communities in warm and cool grass riparian buffers and their influence on natural enemies in adjacent crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 257(April 2017), 81–91. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.01.019>
- Satriawan, H., & Fuady, Z. (2017). *SOIL CONSERVATION TECHNIQUES IN OIL PALM CULTIVATION FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE Teknik Konservasi Tanah pada Budidaya Kelapa Sawit untuk Pertanian Berkelanjutan*. 7(2), 178–183. <https://doi.org/10.19081/jpsl.2017.7.2.178>
- Satriawan, H., Fuady, Z., & Fitri, R. (2021). *Soil erosion control in immature oil palm plantation*. <https://doi.org/10.24425/jwld.2021.137095.Abstract>
- Sheaves, M., Johnston, R., Miller, K., & Nelson, P. N. (2018). Impact of oil palm development on the integrity of riparian vegetation of a tropical coastal landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 262(April), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.04.011>
- Williamson, J., Slade, E. M., Luke, S. H., Swinfield, T., Chung, A. Y. C., Coomes, D. A., Heroin, H., Jucker, T., Lewis, O. T., Vairappan, C. S., Rossiter, S. J., Struebig, M. J., & Williamson, J. (2021). *Riparian buffers act as microclimatic refugia in oil palm landscapes*. May 2020, 431–442. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13784>
- Woodham, C. R., Agung, A., Aryawan, K., Luke, S. H., Manning, P., Caliman, J., Naim, M., Turner, E. C., & Slade, E. M. (2019). *Effects of Replanting and Retention of Mature Oil Palm Riparian Buffers on Ecosystem Functioning in Oil Palm Plantations*. 2(June), 1–11. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2019.00029>
- Wu, S., Bashir, M. A., Raza, Q., Rehim, A., Geng, Y., & Cao, L. (2023). *Application of riparian buffer zone in agricultural non-point source pollution control — A review*.

