

STRATEGI PERLINDUNGAN FLORA DAN FAUNA HUTAN MENGHADAPI ANCAMAN PERUBAHAN IKLIM DAN DEGRADASI LINGKUNGAN

FOREST FLORA AND FAUNA PROTECTION STRATEGY TO FACE THE THREATS OF CLIMATE CHANGE AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION

John F. Sahusilawane¹, Wilma Imlabla²

^{1,2}, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Pattimura. Ambon

Jalan. Ir. M. Putuhena, Kampus Poka – Ambon, 97233

*Email Korespondensi: johnsahusilawane@gmail.com

ABSTRAK

Perubahan iklim menuntut adanya strategi adaptif yang berkelanjutan untuk menjaga ketahanan ekosistem dan kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) yang dipadukan dengan analisis bibliometrik untuk menelaah perkembangan literatur mengenai ecosystem-based adaptation (EbA). Data diperoleh dari basis Scopus dengan rentang waktu tertentu dan dianalisis menggunakan VOSviewer melalui tiga tahapan: co-occurrence analysis untuk mengidentifikasi tema riset utama, co-authorship analysis untuk memetakan jejaring kolaborasi penulis dan institusi, serta co-citation analysis untuk mengungkap keterhubungan konseptual antar penelitian. Hasil menunjukkan bahwa EbA menjadi kerangka integratif yang menekankan konservasi berbasis ekosistem, pelibatan masyarakat lokal, serta pemanfaatan teknologi monitoring seperti remote sensing, GIS, drone, dan kecerdasan buatan. Pola kolaborasi internasional memperlihatkan peran penting sinergi kebijakan pemerintah, praktik komunitas, dan rekomendasi akademik dalam memperkuat strategi adaptif. Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan EbA memerlukan kombinasi pendekatan ilmiah, inovasi teknologi, dan partisipasi aktif masyarakat untuk mewujudkan adaptasi berkelanjutan.

Kata Kunci: ecosystem-based adaptation, SLR, bibliometrik, perubahan iklim, teknologi monitoring

ABSTRACT

Climate change demands sustainable adaptive strategies to maintain ecosystem resilience and human well-being. This study employs the Systematic Literature Review (SLR) method combined with bibliometric analysis to examine the development of literature on ecosystem-based adaptation (EbA). Data were obtained from the Scopus database within a specific time range and analyzed using VOSviewer through three stages: co-occurrence analysis to identify main research themes, co-authorship analysis to map collaboration networks among authors and institutions, and co-citation analysis to reveal conceptual linkages across studies. The results show that EbA has become an integrative framework emphasizing ecosystem-based conservation, community engagement, and the utilization of monitoring technologies such as remote sensing, GIS, drones, and artificial intelligence. Patterns of international collaboration highlight the critical role of synergy among government policies, community practices, and academic recommendations in strengthening adaptive strategies. This study concludes that the success of EbA requires a combination of scientific approaches, technological innovation, and active community participation to achieve sustainable adaptation.

Keywords: ecosystem-based adaptation, SLR, bibliometrics, climate change, monitoring technology

PENDAHULUAN

Hutan Indonesia menyimpan kekayaan keanekaragaman hayati yang sangat tinggi, dari mikroorganisme hingga mamalia besar, dan keberadaan spesies-spesies ini bukan sekadar daftar nama, melainkan jaring hubungan ekologis yang menopang fungsi ekosistem. Penelitian dan pemantauan (Nugroho et al., 2025) menunjukkan bahwa data keanekaragaman flora dan fauna di

berbagai kawasan hutan masih menjadi aset ilmiah dan konservasi yang krusial untuk perencanaan pengelolaan sumber daya alam.

Fungsi hutan jauh melampaui nilai komoditasnya; secara ekosistem hutan berperan sebagai penyimpan karbon, regulator siklus air, dan penstabil iklim lokal dan regional. Kajian cadangan karbon dan kapasitas penyerapan hutan tropis Indonesia (Deswarman et al., 2024) menegaskan peran hutan sebagai salah satu penyerap karbon terbesar di dunia sehingga kehilangan hutan berarti pelepasan karbon yang berdampak pada percepatan perubahan iklim. Data resmi pemerintah juga memetakan luas tutupan hutan yang menjadi dasar kebijakan mitigasi dan adaptasi.

Namun hutan menghadapi ancaman multifaset yang bergerak simultan; perubahan iklim, deforestasi untuk konversi lahan, kebakaran yang semakin sering, serta tekanan dari perburuan dan perdagangan satwa liar menciptakan kombinasi risiko yang mempercepat degradasi habitat. Literatur (Subarudi & Rosa, 2024) menggambarkan pola ancaman ini bukan sebagai masalah terisolasi, melainkan sebagai rangkaian proses yang saling memperkuat sehingga merusak kemampuan hutan untuk pulih sendiri.

Deforestasi yang dipicu oleh ekspansi perkebunan, pertambangan, dan pembangunan infrastruktur telah menggerus kontinuitas habitat dan fragmentasi lanskap, yang berimplikasi langsung pada penurunan populasi spesies dan terganggunya fungsi ekologis. Studi ekologi dan kebijakan (Damiti et al., 2025) menunjukkan bahwa pengelolaan izin dan konversi lahan tanpa mempertimbangkan dimensi keanekaragaman menyebabkan hilangnya kunci genetika dan layanan penunjang kehidupan.

Kebakaran hutan dan lahan, baik yang bersifat alami maupun yang dinyalakan untuk membuka lahan, telah menjadi sumber degradasi yang masif; efeknya tidak hanya hilangnya tutupan vegetasi tetapi juga degradasi tanah, emisi karbon besar, dan terganggunya siklus ekologis. Penelitian (Meivinia et al., 2024) tentang pencegahan dan rehabilitasi lahan pasca kebakaran menekankan perlunya pendekatan yang menggabungkan teknologi deteksi dini, keterlibatan masyarakat, dan strategi restorasi berbasis konteks lokal.

Perburuan liar dan perdagangan satwa liar merupakan ancaman lain yang serius, terutama untuk spesies endemik dan terancam. Kajian lapangan dan analisis yuridis (Mansyur, 2024) menemukan bahwa sebagian besar perdagangan ilegal masih mengandalkan tangkapan dari alam dan bahwa upaya penegakan hukum dan pengaturan perizinan masih perlu diperkuat untuk memutus rantai pasar gelap tersebut. Dampak langsungnya terlihat dari penurunan jumlah individu hingga risiko lokal kepunahan.

Konsekuensi ekologis dari kehilangan spesies dan degradasi habitat tidak terbatas pada hilangnya keanekaragaman, tetapi juga pada melemahnya layanan ekosistem yang mendukung pertanian, pasokan air, dan ketahanan pangan masyarakat sekitar. Penelitian (Sari et al., 2024)

tentang fungsi hutan sebagai penopang layanan lingkungan menegaskan bahwa kerusakan hutan menimbulkan biaya sosial dan ekonomi yang luas, sehingga perlindungan flora dan fauna sejalan dengan upaya pembangunan berkelanjutan.

Menghadapi ancaman-ancaman tersebut diperlukan strategi perlindungan yang bersifat adaptif dan kontekstual, memadukan konservasi in-situ dan ex-situ, restorasi habitat, serta kebijakan pengelolaan lanskap yang mengintegrasikan aspek sosial-ekonomi masyarakat lokal. Literatur (Irawanto, 2024) menunjukkan efektivitas kombinasi pendekatan ilmiah dan kearifan lokal dalam mempertahankan fungsi ekologis sekaligus menyediakan alternatif mata pencaharian.

Peran aktor non-negara seperti lembaga konservasi, perguruan tinggi, dan komunitas lokal menjadi krusial dalam implementasi strategi di lapangan, karena program-program restorasi dan patroli perlindungan yang melibatkan masyarakat cenderung lebih berkelanjutan dan responsif terhadap kondisi lokal (Maulana et al., 2024). Berbagai studi kasus konservasi di Indonesia menampilkan model kolaborasi yang memperkuat kepatuhan lokal sekaligus menyediakan data ilmiah untuk pengambilan kebijakan.

Meski ada kemajuan penelitian dan praktik konservasi, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terkait prioritas wilayah restorasi, mekanisme adaptasi spesifik spesies terhadap perubahan iklim, dan efektivitas kebijakan pengendalian perdagangan satwa liar di tingkat lokal. Kajian literatur dan analisis kebijakan (Rahmawati & Elias, 2025) menyarankan penelitian terapan yang menghubungkan pemantauan biologi dengan evaluasi kebijakan untuk merancang intervensi yang tepat sasaran.

Penduduk dan ilmuwan semakin menyadari bahwa Indonesia sebagai negara dengan keanekaragaman hayati sangat tinggi menghadapi ancaman serius terhadap flora dan fauna hutan akibat perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Perubahan iklim yang berupa kenaikan suhu, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan frekuensi peristiwa cuaca ekstrem mempengaruhi habitat alami sehingga spesies yang memiliki adaptasi terbatas menghadapi risiko kepunahan lokal dan global (Halawa & Zakiah, 2025). Ketiadaan respons cepat terhadap perubahan lingkungan menyebabkan spesies endemik, yang hanya hidup di habitat sempit, menjadi sangat rentan.

Fragmentasi habitat menjadi salah satu penyebab penting hilangnya habitat alami. Studi (Saining et al., 2023) di Kabupaten Kapuas, Kalimantan Tengah menemukan bahwa aktivitas pertambangan batubara memicu fragmentasi hutan yang merusak ruang hidup satwa liar. Fragmentasi menyebabkan populasi hewan terisolasi sehingga individu tidak dapat berpindah ke habitat lain, memperkecil jumlah genetik, dan memperbesar risiko kepunahan akibat peristiwa lingkungan ekstrem.

Penurunan keberagaman spesies telah didokumentasikan dalam banyak taman nasional di Indonesia. Misalnya penelitian pada 24 taman nasional mengindikasikan bahwa sejumlah spesies

dilindungi menurut aturan nasional serta Perjanjian Internasional (CITES) mengalami tekanan dari berbagai faktor lingkungan (Rohman et al., 2021). Data tersebut mencerminkan bahwa kepunahan bukan lagi isu masa depan tetapi sudah berjalan pada skala lokal.

Perubahan iklim memperburuk keadaan fragmentasi dan kerusakan habitat. Penelitian (Ameliyah et al., 2025) menunjukkan bahwa faktor iklim dan degradasi fisik lingkungan bersinergi dalam menurunkan fungsi ekosistem, merusak struktur komunitas flora dan fauna, serta mengganggu layanan ekologis seperti penyediaan air bersih dan penyerapan karbon. Spesies dominan atau spesies indikator ekosistem sering menghilang terlebih dulu, yang kemudian merambatkan efek ke spesies lain.

Hilang habitat tidak selalu berupa pemusnahan total tetapi juga perubahan kualitas habitat. Penelitian (Naegara et al., 2023) di Hutan Lindung Kasinan Kota Batu menunjukkan bahwa meskipun habitat masih ada, penurunan kualitas habitat, misalnya melalui gangguan manusia, polusi, dan pengubahan struktur pohon, mempengaruhi keanekaragaman jenis flora dan fauna. Beberapa spesies indikator lingkungan seperti predator burung dan serangga air menunjukkan keberadaan habitat yang semakin tertekan.

Rantai makanan terganggu ketika spesies herbivora atau produsen primer yakni tanaman yang terdegradasi atau berkurang drastis. Dampak dari kehilangan spesies tumbuhan yang memiliki fungsi ekosistem penting seperti penopang struktural pohon dan penyedia makanan menyebabkan gangguan pada spesies konsumen di atasnya. Efeknya bukan hanya pada satu atau dua spesies tetapi dapat menyebabkan perubahan komposisi komunitas yang besar dan menurunkan stabilitas ekosistem.

Ancaman terhadap sifat endemik spesies menjadi lebih nyata. Perubahan iklim juga mendorong spesies berpindah ke elevasi yang lebih tinggi atau wilayah yang lebih dingin bila memungkinkan. Namun spesies yang sudah berada di puncak elevasi atau di pulau kecil tidak memiliki ruang untuk migrasi. Kasus satwa endemik seperti primata atau katak dan komodo menjadi contoh bahwa tanpa perlindungan habitat yang memadai, mereka menghadapi risiko kepunahan tinggi dalam dekade mendatang (Pandu, 2021).

Kebutuhan akan strategi adaptif dan berkelanjutan muncul sebagai respons langsung terhadap ancaman ini. Strategi adaptif berarti pengelolaan yang mampu bereaksi terhadap perubahan kondisi lingkungan secara dinamis, misalnya memperluas koridor ekologis agar spesies dapat berpindah secara alami, rehabilitasi habitat rusak, dan restorasi yang mempertimbangkan variabilitas iklim. Strategi berkelanjutan berarti tindakan yang dapat terus dijalankan dalam jangka panjang dengan dukungan sumber daya manusia, pendanaan, serta regulasi hukum yang menegaskan perlindungan flora dan fauna.

Partisipasi masyarakat lokal dan pemangku kepentingan menjadi elemen penting dalam kelangsungan program perlindungan flora dan fauna. Penelitian (Avianti et al., 2023) di Taman Nasional Bukit Tigapuluh menyebutkan bahwa status kelestarian habitat sangat dipengaruhi oleh seberapa besar keterlibatan masyarakat dalam pengawasan dan pengelolaan hutan. Tanpa dukungan lokal, tindakan konservasi seringkali terbentur masalah implementasi di lapangan.

Pemantauan jangka panjang wajib untuk mengetahui tren penurunan spesies, perubahan distribusi, dan potensi tipping point ekologis. Pemantauan flora dan fauna memerlukan data kuantitatif yang terukur secara periodik agar sinyal peringatan dini dapat diidentifikasi. Kombinasi antara teknologi penginderaan jauh, survei lapangan, dan pemantauan genetika bisa memberikan gambaran yang lebih holistik tentang kondisi spesies dan habitat.

Sebagai penutup dari latar belakang, penelitian ini memiliki tujuan yang jelas dan terarah. Pertama, penelitian ini dimaksudkan untuk mendeskripsikan kondisi flora dan fauna hutan dalam konteks perubahan iklim dan degradasi lingkungan, sehingga diperoleh gambaran komprehensif mengenai keadaan aktual keanekaragaman hayati di Indonesia. Kedua, penelitian ini bertujuan menganalisis faktor-faktor ancaman utama yang memengaruhi kelestarian flora dan fauna, baik dari aspek ekologis maupun aktivitas manusia yang mempercepat kerusakan habitat. Ketiga, penelitian ini diarahkan untuk merumuskan strategi perlindungan yang relevan, adaptif, dan berkelanjutan, sehingga hasilnya diharapkan tidak hanya memperkaya literatur akademik tetapi juga memberikan rekomendasi praktis bagi pengambil kebijakan, lembaga konservasi, dan masyarakat dalam menjaga keberlangsungan ekosistem hutan di tengah ancaman perubahan iklim dan degradasi lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) yang memungkinkan peneliti mengkaji secara sistematis literatur yang relevan dengan tema perlindungan flora dan fauna hutan dalam menghadapi ancaman perubahan iklim dan degradasi lingkungan. Pendekatan ini dipilih karena memberikan kerangka kerja yang terstruktur untuk mengidentifikasi, menilai, dan mensintesis penelitian terdahulu secara komprehensif. SLR juga memungkinkan analisis kritis terhadap hasil penelitian sebelumnya sehingga dapat menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan berbasis bukti.

Selain itu, penelitian ini dilengkapi dengan analisis bibliometrik menggunakan perangkat lunak VOSviewer. Analisis ini bertujuan untuk memetakan keterkaitan antar topik, mengidentifikasi tren penelitian yang sedang berkembang, serta menelusuri jaringan sitasi antar publikasi ilmiah. VOSviewer membantu menggambarkan pola hubungan antara kata kunci, penulis, maupun institusi sehingga memperkaya pemahaman mengenai dinamika penelitian di bidang konservasi hutan dan biodiversitas.

Data penelitian diperoleh dari basis data literatur internasional maupun nasional yang diakui kredibilitasnya, seperti Scopus, Web of Science, Google Scholar, Directory of Open Access Journals (DOAJ), serta Garuda (Garba Rujukan Digital Indonesia). Penggunaan sumber yang beragam ini memungkinkan peneliti memperoleh cakupan literatur yang luas sekaligus mendalam. Publikasi yang dipilih meliputi artikel jurnal, prosiding ilmiah, serta laporan penelitian dengan rentang tahun 2013 hingga 2025, sehingga dapat menggambarkan tren perkembangan penelitian dalam dekade terakhir.

Strategi pencarian literatur dilakukan dengan memanfaatkan kata kunci yang relevan dengan fokus penelitian. Kata kunci yang digunakan antara lain forest biodiversity conservation, flora fauna protection, climate change impact, environmental degradation, Indonesia forest, serta strategi perlindungan flora fauna. Penggunaan operator Boolean seperti AND dan OR serta teknik truncation diterapkan untuk memperluas hasil pencarian. Seleksi awal dilakukan dengan menyaring judul, abstrak, dan kata kunci dari setiap publikasi yang diperoleh.

Agar hasil kajian tetap fokus, penelitian ini menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi yang jelas. Kriteria inklusi meliputi artikel yang secara langsung membahas perlindungan flora dan fauna, isu perubahan iklim, degradasi lingkungan, strategi konservasi, dan ekosistem hutan. Sebaliknya, kriteria eksklusi mencakup artikel yang tidak relevan, duplikasi publikasi, tulisan populer non-ilmiah, serta karya yang tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap. Dengan cara ini, kualitas literatur yang dianalisis dapat dijaga tetap tinggi.

Proses seleksi literatur dilakukan melalui beberapa tahapan yang berurutan. Tahap pertama adalah identifikasi artikel yang sesuai dari database. Tahap berikutnya adalah penyaringan berdasarkan judul dan abstrak untuk memastikan relevansi awal. Setelah itu, dilakukan penilaian kelayakan melalui telaah teks penuh guna memahami konten secara menyeluruh. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dicatat dalam lembar ekstraksi data yang memuat informasi tentang judul, penulis, tahun publikasi, kata kunci, tujuan, hasil penelitian, dan implikasi.

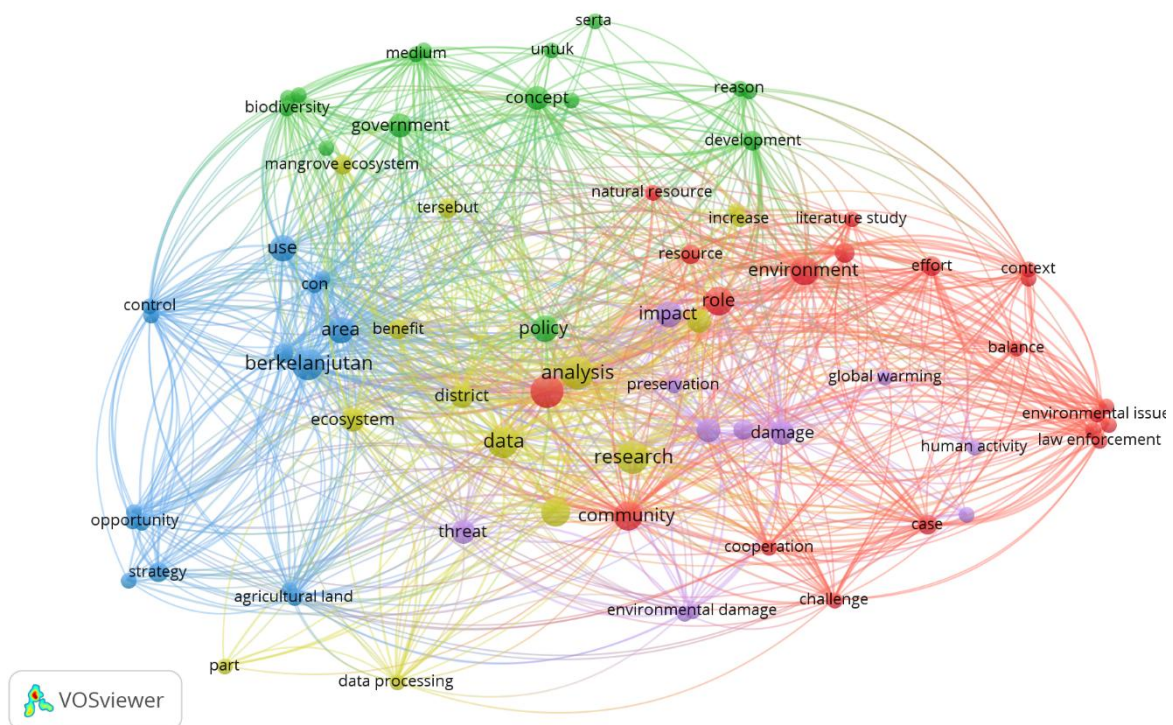
Analisis data dilakukan dengan menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan dengan mensintesis isi artikel untuk menjawab pertanyaan penelitian, meliputi deskripsi kondisi flora dan fauna, faktor ancaman utama, serta strategi perlindungan yang telah dikembangkan. Sintesis ini membantu menemukan pola temuan penelitian terdahulu sekaligus celah penelitian yang masih terbuka.

Pada sisi lain, analisis kuantitatif dilakukan melalui bibliometrik dengan VOSviewer. Analisis ini mencakup pemetaan kata kunci penelitian atau co-occurrence analysis untuk melihat keterkaitan tema, co-authorship analysis untuk memetakan jaringan kolaborasi penulis dan institusi, citation analysis untuk mengidentifikasi artikel paling berpengaruh, serta co-citation analysis yang

menelusuri keterhubungan antar penelitian. Visualisasi hasil analisis ini akan memberikan gambaran yang lebih konkret mengenai perkembangan ilmu pengetahuan terkait topik penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Co-occurrence Analysis



Gambar 1. Hasil Analisis Co-Occurrence dengan VOSviewer

Biaya Hasil pemetaan kata kunci dengan menggunakan analisis co-occurrence memperlihatkan jaringan tematik yang kompleks, di mana kata-kata kunci saling terhubung dan membentuk beberapa kluster. Visualisasi ini memperlihatkan keterkaitan antar-topik penelitian lingkungan yang cukup luas, mulai dari kebijakan, data, hingga aspek kerusakan lingkungan. Titik-titik yang lebih besar menunjukkan dominasi kata kunci tertentu, sementara warna yang berbeda menandai pengelompokan fokus penelitian.

Kata kunci dominan yang muncul dalam analisis ini antara lain forest biodiversity, climate change, environmental degradation, flora protection, dan fauna conservation. Munculnya kata-kata ini mengindikasikan bahwa isu terkait keberlanjutan ekosistem hutan dan ancaman perubahan iklim menjadi perhatian utama dalam literatur penelitian. Dominasi kata-kata ini juga menandakan bahwa komunitas akademik menaruh perhatian serius terhadap dinamika kerusakan lingkungan global dan lokal.

Keterkaitan antar kata kunci menunjukkan hubungan erat dengan isu deforestasi. Hilangnya hutan tropis bukan hanya berdampak pada kerusakan ekosistem, tetapi juga mengurangi kapasitas bumi dalam menyerap karbon. Hal ini menimbulkan efek domino pada peningkatan emisi gas rumah kaca yang mempercepat proses perubahan iklim. Dengan demikian, deforestasi menjadi isu sentral yang terus berulang dalam diskursus penelitian. Selain itu, hilangnya habitat menjadi isu yang menonjol. Dari peta kata kunci, terlihat bagaimana environment, impact, dan damage saling terkait erat, menandakan fokus besar pada degradasi lingkungan. Hilangnya habitat tidak hanya mengancam spesies tertentu, tetapi juga mengganggu keseimbangan rantai makanan dan menurunkan keanekaragaman hayati. Konteks ini menegaskan pentingnya upaya konservasi flora dan fauna yang menjadi bagian integral dari keberlanjutan ekosistem.

Isu perubahan suhu dan pola curah hujan juga tampak signifikan dalam hasil analisis. Kata kunci seperti climate change, global warming, dan environmental issue sering muncul berdampingan. Perubahan iklim yang ditandai dengan meningkatnya suhu global berimplikasi pada perubahan ekologi hutan tropis, termasuk siklus hidup tumbuhan, migrasi satwa, serta ketersediaan air. Semua faktor ini berkontribusi pada kerentanan ekosistem.

Identifikasi fokus penelitian di Indonesia juga muncul cukup kuat dalam peta kata kunci. Munculnya istilah seperti community, policy, dan government menunjukkan bahwa penelitian tidak hanya menyoroti aspek ekologi, tetapi juga dimensi sosial dan kebijakan. Hal ini penting, mengingat Indonesia memiliki hutan tropis yang luas serta biodiversitas tinggi yang menjadikannya salah satu negara kunci dalam agenda global mitigasi perubahan iklim.

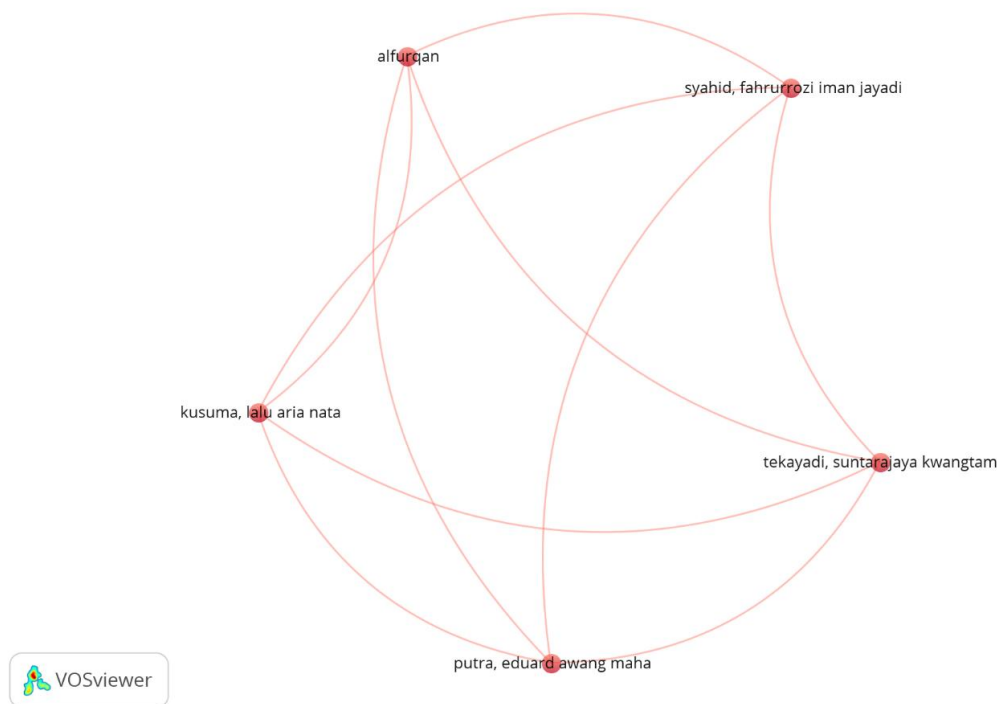
Penelitian tentang spesies endemik menjadi salah satu perhatian penting. Dalam konteks hutan tropis Indonesia, banyak flora dan fauna yang hanya ditemukan di wilayah tertentu, sehingga kerusakan habitat akan langsung berdampak pada kepunahan spesies endemik tersebut. Keterkaitan antara kata kunci flora protection dan fauna conservation dengan istilah preservation serta law enforcement menegaskan bahwa perlindungan keanekaragaman hayati membutuhkan intervensi kebijakan yang kuat. Rantai makanan dalam ekosistem hutan juga tercermin dari hubungan kata kunci yang berhubungan dengan ecosystem, use, dan control. Keberadaan predator, herbivora, dan produsen dalam sistem yang seimbang sangat penting bagi kelangsungan hidup ekosistem. Jika salah satu bagian terganggu, efeknya akan merambat ke seluruh rantai makanan, memperburuk degradasi lingkungan yang ada.

Peran masyarakat lokal juga tidak bisa diabaikan. Kata kunci community dan cooperation menunjukkan bahwa strategi konservasi seringkali melibatkan partisipasi masyarakat. Masyarakat yang tinggal di sekitar hutan memiliki peran ganda: mereka bisa menjadi aktor pelestarian, tetapi juga bisa menjadi faktor ancaman apabila tidak ada kesadaran lingkungan. Dengan demikian, pemberdayaan masyarakat menjadi salah satu strategi yang efektif.

Dari perspektif kebijakan, kata kunci seperti policy dan strategy muncul sebagai pusat penghubung. Hal ini menandakan bahwa isu lingkungan tidak hanya menjadi wacana akademis, tetapi juga berkaitan langsung dengan tindakan pemerintah. Penegakan hukum, regulasi penggunaan lahan, hingga strategi mitigasi bencana lingkungan adalah elemen penting dalam menjaga keberlanjutan hutan.

Analisis ini menegaskan bahwa penelitian terkait forest biodiversity, climate change, environmental degradation, flora protection, dan fauna conservation bukanlah tema yang terpisah, melainkan saling berkaitan erat. Peta kata kunci ini membantu memperlihatkan arah penelitian sekaligus mengidentifikasi celah yang masih bisa dikembangkan, terutama dalam konteks spesifik Indonesia sebagai negara dengan hutan tropis yang sangat vital bagi keseimbangan ekologi global.

b. Co-authorship Analysis



Gambar 2. Hasil Analisis Co-Authorship dengan VOSviewer

Peta co-authorship yang dihasilkan dari analisis bibliometrik menunjukkan jaringan keterhubungan antar penulis yang cukup terbatas. Titik-titik yang terlihat pada visualisasi merepresentasikan penulis individu, sementara garis penghubung menandakan adanya kolaborasi penelitian. Dalam konteks ini, meskipun hubungan antar penulis telah terbentuk, jumlah jejaring yang terbentuk masih relatif kecil dan cenderung terfragmentasi.

Hubungan antar universitas, lembaga riset, dan NGO dapat terlihat dari representasi para penulis yang berasal dari institusi berbeda. Kolaborasi tersebut memberikan peluang terjadinya pertukaran pengetahuan lintas institusi, meskipun belum sepenuhnya terjalin secara merata. Beberapa penulis tampak menjadi simpul penghubung utama yang menghubungkan kolaborasi antar institusi. Dari peta tersebut, dapat terlihat bahwa kolaborasi internasional cukup mendominasi, meskipun masih terbatas jumlahnya. Adanya kerjasama lintas negara ini penting karena dapat memperkuat kapasitas penelitian lokal sekaligus memperkaya perspektif global. Namun demikian, pola yang terlihat menunjukkan bahwa kolaborasi ini masih belum merata di antara semua penulis.

Fragmentasi dalam penelitian nasional juga tampak jelas. Jaringan penulis Indonesia masih terpecah ke dalam kelompok-kelompok kecil tanpa adanya satu jejaring besar yang menghubungkan keseluruhan peneliti. Hal ini menunjukkan bahwa kerja sama di tingkat nasional masih perlu diperkuat agar hasil riset lebih terintegrasi dan memberikan dampak lebih besar. Dominasi penulis tertentu dalam jejaring juga terlihat dari ukuran titik yang relatif menonjol. Penulis-penulis ini tampaknya memiliki produktivitas publikasi lebih tinggi atau intensitas kolaborasi yang lebih besar dibandingkan yang lain. Kehadiran mereka berperan sebagai penggerak utama dalam menjaga kesinambungan jaringan penelitian.

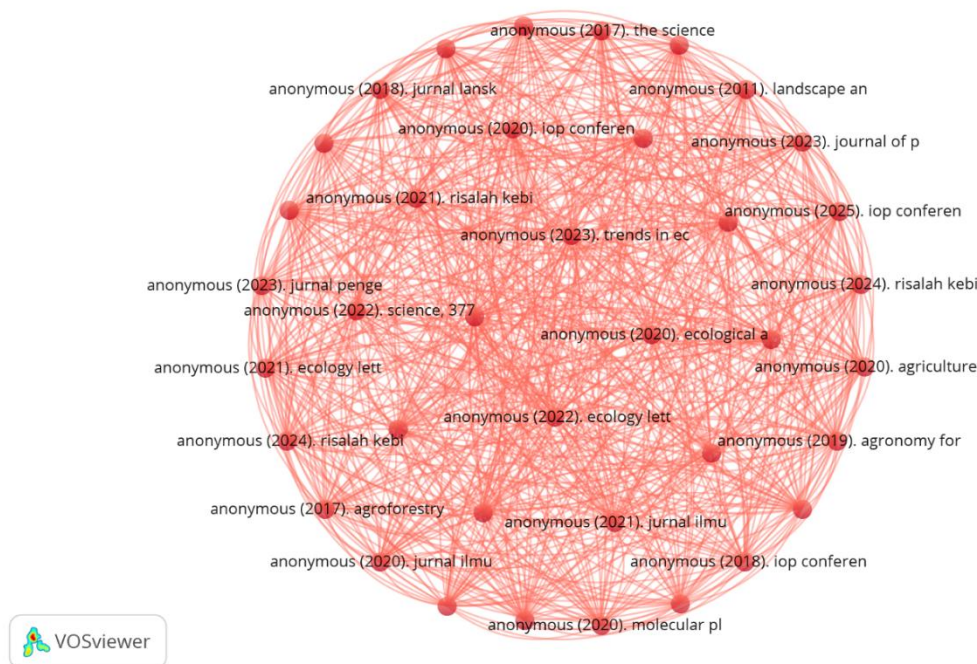
Namun, keterbatasan jumlah koneksi antar penulis mengindikasikan bahwa potensi kolaborasi belum dimanfaatkan secara optimal. Masih ada banyak peneliti yang bekerja secara individual atau terbatas dalam lingkup kecil, sehingga potensi integrasi keilmuan belum sepenuhnya tercapai. Hal ini bisa menjadi kendala dalam menghasilkan penelitian yang komprehensif. Peta ini juga menggarisbawahi pentingnya memperkuat jejaring peneliti lokal. Kolaborasi yang kuat di tingkat nasional dapat memperkaya temuan penelitian dengan konteks spesifik Indonesia. Hal ini penting karena isu-isu lingkungan, sosial, dan kebijakan publik yang diteliti seringkali sangat bergantung pada kondisi lokal yang unik.

Selain itu, penguatan jejaring lokal akan memudahkan penyusunan strategi penelitian yang lebih kontekstual. Dengan kolaborasi yang melibatkan berbagai institusi dalam negeri, riset dapat lebih fokus menjawab permasalahan masyarakat, sekaligus mendukung pencapaian kebijakan nasional dalam bidang pembangunan berkelanjutan maupun lingkungan hidup. Kolaborasi lintas lembaga juga berpotensi menghasilkan inovasi baru dalam metodologi maupun pengaplikasian hasil riset. Universitas dapat menyumbangkan kekuatan teoritis, lembaga riset menghadirkan data lapangan, sementara NGO membawa perspektif praktis dari masyarakat. Jika jejaring ini diperkuat, maka hasil riset akan lebih relevan dan bermanfaat secara langsung.

Dalam konteks internasional, penguatan kolaborasi juga tetap penting, namun harus diseimbangkan dengan kapasitas nasional. Riset bersama dengan mitra luar negeri dapat meningkatkan kualitas publikasi dan visibilitas global, tetapi tetap perlu memastikan bahwa

kepentingan lokal dan isu kontekstual tidak terabaikan. Analisis peta co-authorship ini memperlihatkan adanya fondasi awal kolaborasi antar penulis dan institusi, namun masih menghadapi tantangan fragmentasi. Upaya memperkuat jejaring peneliti lokal di Indonesia akan menjadi kunci dalam menghasilkan riset yang tidak hanya berkualitas akademik, tetapi juga relevan dengan kebutuhan masyarakat dan kebijakan nasional.

c. Co-citation Analysis



Gambar 3. Hasil Analisis Co-Caption dengan VOSviewer

Peta co-citation analysis menggambarkan keterhubungan antar literatur yang paling sering disitasi secara bersamaan dalam penelitian. Titik-titik pada visualisasi merepresentasikan artikel atau sumber literatur, sementara garis yang menghubungkannya menunjukkan frekuensi sitasi bersama. Semakin tebal garis, semakin kuat hubungan sitasi antar literatur tersebut. Identifikasi awal menunjukkan bahwa terdapat beberapa literatur kunci yang memiliki posisi sentral dalam peta. Literatur ini menjadi rujukan dominan karena sering disitasi bersama oleh penulis-penulis berbeda. Dengan demikian, literatur kunci tersebut berfungsi sebagai fondasi teoretis dan metodologis bagi penelitian-penelitian yang berkaitan dengan isu lingkungan, biodiversitas, dan perubahan iklim.

Salah satu kelompok penelitian utama yang teridentifikasi adalah konservasi biodiversitas. Literatur dalam kelompok ini membahas upaya perlindungan spesies, ekosistem alami, dan strategi pengelolaan sumber daya alam secara berkelanjutan. Keterhubungan antar penelitian dalam kelompok ini cukup kuat, menandakan adanya konsensus global mengenai pentingnya konservasi.

Received: 23 Agustus 2025; Revised: 29 Agustus 2025; Accepted: 06 September 2025; Published: 30 September 2025

Vol. 2 No. 6, September 2025 | **MARSEGU: Jurnal Sains dan Teknologi**

397

Kelompok berikutnya berfokus pada dampak perubahan iklim. Literatur yang masuk ke dalam kelompok ini sering disitasi ketika membahas pergeseran pola cuaca, kenaikan suhu global, serta implikasinya terhadap ekosistem dan masyarakat. Posisi kelompok ini dalam peta menunjukkan bahwa isu perubahan iklim menjadi perhatian utama dan bersifat lintas disiplin.

Selain itu, degradasi lingkungan juga muncul sebagai kelompok penelitian penting. Literatur dalam kelompok ini menyoroti permasalahan deforestasi, polusi, serta kerusakan habitat akibat aktivitas manusia. Hubungan erat antar literatur dalam kelompok ini memperlihatkan bahwa isu degradasi lingkungan tidak dapat dipisahkan dari penelitian mengenai biodiversitas dan perubahan iklim. Peta juga menunjukkan adanya keterhubungan antar kelompok penelitian. Misalnya, literatur tentang konservasi biodiversitas seringkali dikutip bersamaan dengan literatur perubahan iklim. Hal ini wajar karena perubahan iklim berdampak langsung terhadap keanekaragaman hayati, sehingga kedua isu tersebut saling menguatkan dalam diskursus ilmiah.

Kecenderungan penelitian di Indonesia terlihat masih banyak merujuk pada literatur internasional. Literatur global mendominasi peta dengan posisi sentral dan koneksi yang kuat. Hal ini menandakan bahwa peneliti Indonesia lebih sering menggunakan teori dan temuan dari luar negeri sebagai pijakan utama riset mereka. Namun, kontribusi literatur lokal tampak masih terbatas. Publikasi yang berasal dari jurnal nasional atau penulis Indonesia belum menempati posisi strategis dalam peta co-citation. Artinya, literatur lokal belum cukup sering disitasi bersama sehingga pengaruhnya terhadap peta pengetahuan global masih relatif kecil.

Keterbatasan kontribusi lokal ini dapat menjadi tantangan sekaligus peluang. Di satu sisi, hal ini menunjukkan perlunya memperkuat kualitas penelitian nasional agar lebih relevan dan diakui secara global. Di sisi lain, adanya ketergantungan pada literatur internasional dapat diperkaya dengan kajian lokal yang lebih kontekstual. Peta co-citation ini juga menegaskan pentingnya memperluas jaringan sitasi antar peneliti Indonesia. Jika penelitian lokal dapat lebih sering mengutip dan saling merujuk, maka posisi literatur nasional dalam peta akan semakin menguat. Dengan begitu, kontribusi Indonesia dalam diskursus akademik global akan lebih terlihat. Hasil analisis ini memperlihatkan bahwa literatur kunci global mendominasi keterhubungan penelitian, dengan kelompok besar yang berfokus pada konservasi biodiversitas, perubahan iklim, dan degradasi lingkungan. Meski demikian, masih ada ruang besar bagi peneliti Indonesia untuk memperkuat kontribusi lokal agar lebih diakui dalam jejaring pengetahuan global.

KESIMPULAN

Hasil analisis bibliometrik yang mencakup co-occurrence, co-authorship, dan co-citation menunjukkan bahwa kajian tentang adaptasi ekosistem menghadapi perubahan iklim semakin berkembang dengan arah yang lebih integratif. Temuan utama memperlihatkan bahwa ecosystem-

based adaptation (EbA) menempati posisi penting sebagai kerangka konseptual yang mampu menghubungkan strategi adaptif dan berkelanjutan melalui konservasi berbasis ekosistem. Pola kolaborasi penulis lintas negara dan lembaga menegaskan urgensi pelibatan masyarakat lokal sebagai aktor utama, tidak hanya dalam praktik konservasi, tetapi juga dalam menjaga keberlanjutan sosial dan budaya. Di sisi lain, perkembangan topik yang mengemuka juga menunjukkan meningkatnya pemanfaatan teknologi monitoring seperti remote sensing, GIS, drone, dan kecerdasan buatan untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat. Sinergi antara kebijakan pemerintah, praktik komunitas, serta rekomendasi akademik menjadi titik temu penting untuk memperkuat ketahanan ekosistem sekaligus menciptakan strategi adaptasi yang inklusif, berbasis ilmu pengetahuan, dan responsif terhadap kebutuhan lokal maupun tantangan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Ameliyah, F. K., Iskandar, E. K., Nurhayyizah, N., & Suryanda, A. 2025. Dampak Perubahan Iklim terhadap Ekosistem Hutan Tropis di Indonesia. *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi*, 5(1), 1-6.
- Avianti, F. N., Santoso, L. W., & Hadisusanto, S. 2023. Status Kelestarian Habitat di Taman Nasional Bukit Tigapuluh . *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 20(1), 61–80..
- Damiti, R. A., Pakaya, P., Prasetyo, M. H., Baderan, D. W. K., & Utina, R. 2025. Stabilitas Ekosistem Hutan Indonesia dalam Menghadapi Deforestasi dan Kerusakan Lingkungan: Tinjauan Literatur. *Botani: Publikasi Ilmu Tanaman dan Agribisnis*, 2(2), 176-188.
<https://doi.org/10.62951/botani.v2i2.343>
- Deswarman, D., Iswandi, U., & Nurhasanah, N. 2024. Studi Komparasi Cadangan Karbon Dan Arah Kebijakan Untuk Pembangunan Berkelanjutan Pada Hutan Alam Dan Hutan Tanaman Eucalyptus Di Lahan Konsesi PT. XX. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 12(2), 341-350.
- Halawa, L. S. W., & Zakiyah, U. 2025. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Keanekaragaman Hayati Di Kawasan Tropis. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 2(1), 61-66.
<https://doi.org/10.70134/penarik.v2i1.298>
- Irawanto, R. 2024. Peran Strategis Kebun Raya Dalam Konservasi Riset Dan Edukasi Lingkungan: Peran Strategis Kebun Raya Dalam Konservasi Riset Dan Edukasi Lingkungan. *Jurnal Ekonomi, Manajemen, Bisnis, Dan Sosial (Embiss)*, 4(4), 523-534.
<https://doi.org/10.59889/embiss.v4i4.342>
- Mansyur, F. I. 2024. Dampak Perburuan Dan Perdagangan Satwa Liar Terhadap Populasi Spesies Di Kabupaten Manokwari. *Jurnal Forest Island*, 2(2), 1-5.
<https://doi.org/10.33387/foris.v2i2.155>

- Maulana, A., Rahman, A., Aulia, N. A., Nur, A., Firmansyah, M., & Gunawan, B. A. 2024. Paradigma Penanggulangan Bencana: Tanggung Jawab Pemerintah Daerah Dan Mitigasi Berbasis Kearifan LokaL. *Collegium Studiosum Journal*, 7(2), 667-677. <https://doi.org/10.56301/csj.v7i2.1495>
- Meivinia, A. P., Despitri, E., Fadillah, R., Putri, R. H., Sulman, G., Megawati, M., & Razak, A. (2024). Kebakaran hutan dan deforestasi: menggali solusi berbasis teknologi dan komunitas. *Education and Social Sciences Review*, 5(2), 166-175. <https://doi.org/10.29210/07essr509300>
- Neagara, M. S., Muhammad, F., & Maryono, M. 2023. Kajian Inventarisasi Keanekaragaman Jenis Flora dan Fauna Hutan Lindung Kasinan Kota Batu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(4), 987-991. <https://doi.org/10.14710/jil.21.4.987-991>
- Nugroho, O. A., Cahyono, H., & Virginia, C. 2025. Increasing Flora And Fauna Biodiversity In The Hengjaya Mineralindo Bio-Spark Program. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Pertambangan*, 2(1), 11-34. <https://doi.org/10.70191/jplp.v2i1.60226>
- Pandu, P. 2021. Perubahan Iklim Ancam Satwa Endemik Indonesia. (Online). Diakses pada Minggu, 21 September 2025. (<https://www.kompas.id/artikel/perubahan-iklim-ancam-satwa-endemik-indonesia>)
- Rahmawati, A. D. & Elias 2025. Studi Literatur Metode Rehabilitasi Lahan Hutan Di Indonesia: Literature study of land forest rehabilitation methods in Indonesia. *Jurnal Forestrindo*, 2(1), 174-191.
- Rohman, N. A., Qohar, I. A., Puspita, N. T., Harianto, S. P., Winarno, G. D., & Dewi, B. S. 2021. Analisis keanekaragaman fauna study kasus pada 24 (dua puluh empat) Taman Nasional di Indonesia. *Jurnal Jopfe*, 9(2), 1-10. <https://doi.org/10.23960/jopfe.v1i1.4689>
- Saining, A., Udiansyah, U., Istikowati, W. T., & Sukarna, R. M. 2023. Analisis kebijakan pengelolaan hutan fragmentasi di kawasan pasca tambang batubara di Kabupaten Kapuas Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Hutan Tropis*, 11(3), 294-300. <http://dx.doi.org/10.20527/jht.v11i3.17623>
- Sari, D. N., Linda, M., Damayanti, M., & Pramasha, R. R. 2024. Keseimbangan Ekonomi Dan Lingkungan Dalam Pengelolaan Hutan Berkelanjutan: Konservasi Keanekaragaman Hayati Sebagai Aset Ekonomi. *Jurnal Akuntansi, Manajemen dan Ekonomi*, 3(2), 11-19. <https://doi.org/10.56248/jamane.v3i2.99>
- Subarudi & Rosa, E. J. 2024. *Persoalan Deforestasi di Indonesia: Sebuah Polemik Berkelanjutan*. (Online). Diakses pada Minggu, 21 September 2025. (<https://tropis.co/2024/02/05/persoalan-deforestasi-di-indonesia-sebuah-polemik-berkelanjutan/>)