

Dampak Eksplorasi Sumber Daya Alam Terhadap Keberlanjutan Ekosistem Hutan Tropis di Kalimantan

Loso Judijanto¹, Saputra Adiwijaya²

¹IPOSS Jakarta; losojudijantobumn@gmail.com

²Jurusan Sosiologi FISIP UPR; saputra@fisip.upr.ac.id

Article Info

Article history:

Received Oktober, 2024

Revised Oktober, 2024

Accepted Oktober, 2024

Kata Kunci:

Hutan Tropis, Eksplorasi Sumber Daya Alam, Deforestasi, Hilangnya Keanekaragaman Hayati, Pengelolaan Sumber Daya Berkelanjutan

Keywords:

Tropical Forests, Natural Resource Exploration, Deforestation, Biodiversity Loss, Sustainable Resource Management

ABSTRAK

Eksplorasi sumber daya alam di Kalimantan telah menghasilkan keuntungan ekonomi yang besar, namun juga menimbulkan ancaman serius terhadap keberlanjutan ekosistem hutan tropisnya. Studi ini melakukan analisis komparatif terhadap dampak lingkungan di wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi dan rendah, dengan fokus pada empat indikator utama: laju deforestasi, degradasi tanah, kualitas air, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Dengan menggunakan sumber data sekunder, termasuk citra satelit, penilaian lingkungan, dan basis data keanekaragaman hayati, temuan-temuan tersebut mengungkapkan degradasi lingkungan yang signifikan di wilayah-wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi. Tingginya tingkat deforestasi, erosi tanah, kontaminasi air, dan penurunan keanekaragaman hayati menjadi ciri khas wilayah-wilayah tersebut dibandingkan dengan wilayah-wilayah yang memiliki ekstraksi sumber daya yang minimal. Hasil penelitian ini menggarisbawahi kebutuhan mendesak akan praktik-praktik pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan yang menyeimbangkan manfaat ekonomi dengan pelestarian lingkungan, yang bertujuan untuk melindungi keanekaragaman hayati yang kaya dan jasa ekosistem yang penting di Kalimantan.

ABSTRACT

The exploration of natural resources in Kalimantan has generated great economic benefits, but it also poses a serious threat to the sustainability of its tropical forest ecosystem. The study conducted a comparative analysis of environmental impacts in regions with high and low extraction rates, focusing on four key indicators: deforestation rate, soil degradation, water quality, and biodiversity loss. Using secondary data sources, including satellite imagery, environmental assessments, and biodiversity databases, the findings reveal significant environmental degradation in areas with high extraction rates. High rates of deforestation, soil erosion, water contamination, and declining biodiversity are characteristic of these areas compared to areas with minimal resource extraction. The results underscore the urgent need for sustainable resource management practices that balance economic benefits with environmental conservation, which aims to protect Kalimantan's rich biodiversity and important ecosystem services.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Name: Loso Judijanto

Institution: IPOSS Jakarta

Email: losojudijantobumn@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Hutan tropis di Kalimantan berada di bawah ancaman signifikan akibat eksplorasi sumber daya alam yang, meskipun menguntungkan secara ekonomi, memiliki risiko lingkungan besar. Hutan ini sangat penting bagi keanekaragaman hayati, penyerapan karbon, dan pengaturan siklus air. Kegiatan ekonomi seperti pertambangan, penebangan, dan ekspansi kelapa sawit telah menyebabkan deforestasi dan hilangnya habitat, yang berdampak pada keseimbangan ekologi serta keanekaragaman hayati di wilayah tersebut. Eksplorasi sumber daya alam di Kalimantan memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan nasional dan lapangan kerja lokal, khususnya melalui industri perkebunan kelapa sawit dan karet (Carmona, Musarella, & Ortiz, 2023). Namun, kegiatan ini telah mengakibatkan degradasi habitat yang mengancam spesies seperti orangutan Kalimantan yang terancam punah dan trenggiling Sunda (Kasper, Devriance, Aran, & Martin, 2024). Strategi konservasi melalui bentang alam dengan pemanfaatan campuran diusulkan untuk melestarikan habitat kritis sambil memungkinkan eksploitasi sumber daya (Kasper et al., 2024). Penginderaan jarak jauh dan analisis geospasial digunakan untuk menilai keberlanjutan lingkungan, mengidentifikasi area bernilai konservasi tinggi, dan memandu praktik pengelolaan lahan berkelanjutan (Sheng & Potter, 2023). Hutan tropis menyediakan jasa ekosistem penting, termasuk pengaturan iklim, udara dan air bersih, serta sumber daya bernilai komersial dan budaya (Suab et al., 2024), sehingga upaya konservasi menjadi krusial tidak hanya untuk keanekaragaman hayati tetapi juga bagi kesejahteraan masyarakat lokal yang bergantung pada jasa ekosistem ini (Mohamad, 2022).

Kegiatan ekstraktif seperti pertambangan, penebangan hutan, dan ekspansi pertanian memiliki dampak lingkungan yang besar, terutama di wilayah sensitif seperti Kalimantan. Aktivitas ini mempercepat deforestasi, erosi tanah, dan penurunan keanekaragaman hayati, yang mengancam keseimbangan ekosistem tropis. Permintaan sumber daya alam semakin memperparah masalah, sehingga diperlukan penilaian komprehensif terkait dampaknya terhadap kelestarian hutan. Deforestasi tak hanya mengancam keanekaragaman hayati, tetapi juga mengurangi jasa ekosistem seperti pemurnian air dan pengaturan iklim, yang penting bagi masyarakat lokal dan kesehatan lingkungan global. Pertambangan, misalnya, menyebabkan deforestasi signifikan di wilayah seperti Madagaskar, meski ada upaya konservasi (Eckert, Schmid, Messerli, & Zaehring, 2024). Di Guinea, proyek pertambangan mengakibatkan hilangnya habitat dan erosi tanah, menggarisbawahi pentingnya perencanaan lahan yang berkelanjutan (Kolie, Elshkaki, & Sunahara, 2024). Selain itu, penebangan memperburuk kepunahan flora dan fauna serta mengurangi kesuburan tanah yang berdampak pada keberlanjutan ekosistem (Carpio-Domínguez, 2024; Yusra & Sulistyowati, 2023). Jejak lingkungan dari pertambangan meliputi polusi air dan udara yang memengaruhi kesehatan manusia serta keanekaragaman hayati (Kolie et al., 2024; Shanmukha, Vinayaka, Lokeshappa, & Nadaf, 2024).

Penelitian ini berupaya untuk membahas dampak eksplorasi sumber daya alam terhadap keberlanjutan hutan tropis Kalimantan melalui analisis komparatif terhadap daerah-daerah yang mengalami berbagai tingkat eksploitasi. Tidak seperti penelitian sebelumnya yang sering menggunakan wawancara dan pendekatan kualitatif, penelitian ini secara eksklusif mengandalkan sumber data sekunder, termasuk citra satelit, analisis mengenai dampak lingkungan, dan laporan ekologi dari organisasi pemerintah dan non-pemerintah. Dengan berfokus pada indikator

lingkungan yang terukur-seperti tingkat deforestasi, degradasi tanah, dan perubahan kualitas air-penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang terukur mengenai konsekuensi lingkungan yang terkait dengan eksplorasi sumber daya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Eksplorasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem Hutan Tropis

Eksplorasi sumber daya alam di hutan tropis, seperti di Kalimantan, menimbulkan tantangan ekologis signifikan, dengan kegiatan seperti pertambangan dan penebangan yang menyebabkan deforestasi, hilangnya habitat, dan fragmentasi ekosistem, mengancam keanekaragaman hayati dan mengganggu jasa ekologi. Sensitivitas hutan tropis terhadap praktik-praktik ini terdokumentasi baik, di mana pertambangan diidentifikasi sebagai kontributor utama deforestasi dan degradasi tanah, terlihat jelas di Kalimantan dengan perubahan tutupan lahan yang signifikan. Pertambangan terbuka, misalnya, mengakibatkan pembukaan lahan luas dan pencemaran air dengan logam berat, merusak satwa liar setempat (Giljum et al., 2022). Di Guyana, pertambangan emas menjadi pendorong utama deforestasi, dengan proyeksi penurunan tutupan hutan sebesar 9% pada 2043 (Hayes et al., 2023). Dampak industri pertambangan terlihat di dua pertiga negara tropis, menyebabkan deforestasi langsung dan tidak langsung (Giljum et al., 2022). Deforestasi ini juga menyebabkan erosi tanah dan menghambat pertumbuhan kembali hutan, mengancam kelangsungan ekosistem tropis dalam jangka panjang (de Oliveira, da Silva Costa, & da Cruz, 2024). Hutan tropis menyediakan jasa ekosistem penting seperti penyerapan karbon, pengaturan air, dan konservasi keanekaragaman hayati yang kini terancam (Borma et al., 2022). Kehilangan tutupan hutan di Kalimantan dan wilayah tropis lainnya mengganggu jasa-jasa ekosistem ini, menyoroti perlunya pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan (Carmona et al., 2023). Strategi konservasi seperti perluasan kawasan lindung dapat membantu memitigasi deforestasi, seperti di Guyana yang dapat mengurangi kehilangan hutan sebesar 17% serta emisi karbon (Hayes et al., 2023). Memahami hubungan keanekaragaman hayati dengan jasa ekosistem dapat memperkuat upaya konservasi serta membantu mengantisipasi dampak perubahan antropogenik (Borma et al., 2022).

2.2 Dampak Ekspansi Pertanian terhadap Ekosistem Hutan

Ekspansi perkebunan kelapa sawit di Kalimantan menimbulkan tantangan ekologi signifikan, terutama karena deforestasi dan perubahan tata guna lahan yang mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati, perubahan siklus hidrologi, dan peningkatan emisi gas rumah kaca. Konversi hutan menjadi perkebunan berdampak luas, tidak hanya pada ekosistem lokal tetapi juga pada perubahan iklim dan keberlanjutan. Hilangnya keanekaragaman hayati terjadi akibat pembukaan hutan primer dan sekunder, mengancam spesies seperti orangutan Kalimantan dan trenggiling Sunda (Kasper et al., 2024). Lanskap sosio-ekologis pun berubah, mengganggu mata pencaharian tradisional dan menciptakan kerentanan baru di masyarakat lokal (Widiono, 2024). Lingkungan dan iklim juga terdampak, di mana konversi hutan menyebabkan pemadatan tanah, penipisan unsur hara, dan perubahan siklus air, menyulitkan regenerasi spesies tanaman asli (Widiono, 2024). Deforestasi meningkatkan emisi karbon dioksida, dengan kontribusi dari kebakaran hutan dan lahan gambut yang memperburuk iklim lokal dan regional, meningkatkan risiko banjir serta mengurangi ketersediaan air (Shiraishi, Hirata, Hayashi, & Hirano, 2023). Solusi berkelanjutan, seperti sertifikasi dari Roundtable on Sustainable Palm Oil, bertujuan mengurangi deforestasi dalam produksi kelapa sawit (Ostfeld & Reiner, 2024). Transisi ke produksi minyak kelapa sawit bebas deforestasi dapat mengurangi emisi gas rumah kaca secara signifikan dibandingkan dengan mengganti minyak kelapa sawit dengan minyak nabati lainnya yang belum tentu lebih berkelanjutan (Chiriaco, Galli, Santini, & Rulli, 2024).

2.3 Jasa Ekosistem dan Peran Hutan Tropis

Hutan tropis seperti di Kalimantan berperan penting dalam menyediakan jasa ekosistem, termasuk penyimpanan karbon, penyaringan air, dan pengaturan iklim, yang sangat berharga bagi masyarakat lokal dan kesehatan lingkungan global. Hutan-hutan ini menyimpan sebagian besar karbon dunia dan mendukung mitigasi perubahan iklim. Namun, deforestasi dan perubahan penggunaan lahan mengurangi kapasitas hutan untuk menyerap karbon, berdampak pada siklus karbon global dan meningkatkan risiko perubahan iklim. Hilangnya tutupan hutan di Kalimantan sangat memengaruhi masyarakat pedesaan yang bergantung pada hutan untuk air bersih dan ketahanan pangan, dengan kualitas air yang menurun akibat sedimentasi dan kontaminasi dari aktivitas pertambangan (Carmona et al., 2023; Cusack et al., 2024). Hutan tropis menyimpan sekitar 30% karbon terestrial dan berkontribusi besar dalam siklus karbon global (Cusack et al., 2024). Konversi hutan untuk ekstraksi sumber daya melemahkan kemampuan penyimpanan karbon, meningkatkan risiko perubahan iklim (Cusack et al., 2024). Dampak bagi masyarakat lokal meliputi penurunan layanan air bersih dan ketahanan pangan, terutama bagi komunitas yang mengandalkan pertanian subsisten, perburuan, dan pengumpulan makanan (Cusack et al., 2024; Shirai, 2023). Hilangnya hutan juga berkorelasi dengan penurunan kualitas air akibat sedimentasi dan kontaminasi dari penambangan (Cusack et al., 2024). Tarik ulur antara konservasi keanekaragaman hayati dan penyimpanan karbon menunjukkan pentingnya keanekaragaman di wilayah dengan stabilitas ekosistem rendah, sehingga upaya konservasi strategis diperlukan untuk melindungi hutan yang tidak terlindungi dan mengelola kawasan dengan stabilitas rendah demi mitigasi kehilangan spesies dan emisi karbon (Maure et al., 2023).

2.4 Analisis Komparatif dalam Studi Dampak Lingkungan

Analisis komparatif merupakan pendekatan metodologis yang berharga dalam studi lingkungan, yang memungkinkan para peneliti untuk menilai perbedaan dampak eksplorasi sumber daya di berbagai wilayah dengan berbagai tingkat pembangunan atau intervensi. Pendekatan ini telah banyak digunakan dalam studi yang mengkaji dampak lingkungan dari kegiatan pertambangan, penebangan hutan, dan pertanian, karena memungkinkan identifikasi pola dan hasil yang mungkin tidak terlihat dalam studi kasus tunggal (Gololobova & Legostaeva, 2023). Studi komparatif mengenai degradasi hutan telah menunjukkan bahwa wilayah dengan peraturan lingkungan yang lebih ketat atau praktik berkelanjutan cenderung mengalami dampak ekologis yang tidak terlalu parah dibandingkan dengan wilayah dengan pengawasan yang minim (Giljum et al., 2022; Kolie et al., 2024).

Dalam konteks Kalimantan, analisis komparatif dapat mengungkap variasi hasil lingkungan berdasarkan intensitas kegiatan ekstraksi sumber daya dan tingkat penegakan peraturan. Penelitian telah menemukan bahwa daerah dengan tingkat penambangan dan penebangan yang tinggi cenderung menunjukkan tingkat kehilangan keanekaragaman hayati dan erosi tanah yang lebih tinggi dibandingkan daerah yang kegiatannya lebih terkendali (Álvarez-Berrios, L'Roe, & Naughton-Treves, 2021). Metode ini dapat membantu menginformasikan kebijakan dengan mengidentifikasi praktik-praktik terbaik dan kesenjangan peraturan, memberikan kerangka kerja untuk menyeimbangkan pembangunan ekonomi dengan konservasi ekologi (Sonter et al., 2017).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan analisis komparatif, yang memungkinkan dilakukannya pemeriksaan sistematis terhadap perbedaan dampak lingkungan di seluruh wilayah dengan tingkat eksploitasi sumber daya alam yang tinggi dan rendah. Analisis komparatif sangat cocok untuk penelitian lingkungan karena memungkinkan identifikasi kesenjangan regional dan evaluasi potensi pendorong lingkungan. Dengan membandingkan wilayah-wilayah dengan tingkat penambangan, penebangan, dan aktivitas pertanian yang berbeda, penelitian ini dapat melihat

dampak spesifik dari setiap jenis ekstraksi sumber daya alam terhadap kelestarian hutan. Desain ini mendukung pendekatan kuantitatif, dengan indikator utama yang berasal dari data sekunder untuk mengukur dampak ekologis secara obyektif.

3.2 Sumber Data

Untuk menjaga keandalan dan validitas, studi ini menggunakan data sekunder dari berbagai sumber bereputasi baik, termasuk citra satelit beresolusi tinggi seperti Landsat dan Sentinel-2, yang memberikan informasi visual dan kuantitatif tentang perubahan tutupan lahan, kehilangan hutan, dan kesehatan vegetasi dari waktu ke waktu. Selain itu, data diperoleh dari laporan dampak lingkungan yang disusun oleh badan pemerintah seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia dan organisasi internasional seperti World Resources Institute, mencakup metrik tingkat deforestasi, kualitas air, dan degradasi tanah. Studi ini juga memanfaatkan data dari publikasi ilmiah dan basis data ekologi seperti Global Biodiversity Information Facility (GBIF) dan Conservation International untuk distribusi spesies, indeks keanekaragaman hayati, dan ketahanan ekosistem. Laporan dari LSM lingkungan seperti Greenpeace dan WWF menyajikan informasi komprehensif terkait deforestasi dan dampak ekstraksi sumber daya alam, memberikan wawasan tentang perubahan lingkungan yang disebabkan oleh manusia. Statistik dan laporan pemerintah dari Biro Pusat Statistik Indonesia serta badan lingkungan hidup daerah melengkapi data ekologi, khususnya mengenai kegiatan ekonomi terkait ekstraksi sumber daya. Penggunaan berbagai sumber ini membantu meminimalkan bias dari satu penyedia data dan meningkatkan ketangguhan analisis studi ini.

3.3 Pemilihan Wilayah Studi

Analisis komparatif ini berfokus pada beberapa wilayah di Kalimantan yang dipilih berdasarkan intensitas kegiatan eksplorasi sumber daya alam, dan daerah-daerah tersebut dikategorikan menjadi dua kelompok utama: Wilayah Ekstraksi Tinggi, yaitu wilayah dengan operasi pertambangan, penebangan, dan perkebunan kelapa sawit yang signifikan seperti di Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah, di mana aktivitas pertambangan terbuka umum terjadi; serta Wilayah Ekstraksi Rendah, yaitu wilayah dengan kegiatan ekstraksi minimal atau diatur seperti kawasan hutan lindung di Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan, yang menerapkan upaya konservasi dan kebijakan penggunaan lahan terbatas. Kategorisasi ini memungkinkan perbandingan yang jelas mengenai hasil ekologi antara wilayah dengan eksploitasi ekstensif dan wilayah yang fokus pada konservasi.

3.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan dalam tiga tahap utama: pra-pemrosesan, analisis kuantitatif, dan analisis komparatif. Tahap pra-pemrosesan meliputi pengorganisasian dan standarisasi data dari berbagai sumber, di mana citra satelit diolah untuk meningkatkan resolusi dan mengekstrak indikator lingkungan seperti Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) untuk menilai kesehatan vegetasi. Data mengenai deforestasi, kualitas air, dan kesehatan tanah diambil dari laporan dan disusun dalam format standar untuk memastikan konsistensi antar sumber. Pada tahap analisis kuantitatif, dampak lingkungan diukur melalui beberapa indikator utama, yaitu tingkat deforestasi yang dihitung berdasarkan kehilangan tutupan hutan tahunan menggunakan data satelit dan laporan lingkungan; indeks degradasi tanah yang diukur melalui parameter seperti erosi, kehilangan unsur hara, dan pemadatan tanah; indikator kualitas air yang dievaluasi dengan mengukur kekeruhan, tingkat sedimen, dan kontaminasi kimiawi (misalnya, logam berat dari aktivitas pertambangan); serta hilangnya keanekaragaman hayati yang diperkirakan melalui perubahan distribusi spesies, kekayaan, dan kesehatan ekosistem menggunakan basis data keanekaragaman hayati dan studi ekologi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Laju Deforestasi

Analisis citra satelit dan laporan dampak lingkungan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dalam laju deforestasi antara wilayah dengan ekstraksi tinggi dan ekstraksi rendah. Wilayah dengan kegiatan pertambangan dan penebangan yang ekstensif, seperti Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah, mengalami laju deforestasi tahunan sebesar 8%, dibandingkan dengan kurang dari 2% di kawasan lindung di Kalimantan Barat dan Kalimantan Selatan. Selama periode lima tahun, kehilangan tutupan hutan kumulatif di wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi mencapai sekitar 40%, sementara wilayah dengan tingkat ekstraksi rendah menunjukkan kehilangan kurang dari 10%.

Tingginya tingkat deforestasi di wilayah dengan ekstraksi sumber daya yang intens merupakan indikasi tekanan lingkungan yang diberikan oleh pertambangan, penebangan, dan ekspansi perkebunan kelapa sawit. Korelasi antara intensitas ekstraksi dan deforestasi sejalan dengan temuan dari penelitian sebelumnya, yang menunjukkan bahwa pertambangan terbuka dan penebangan hutan skala besar sering kali membutuhkan pembukaan kawasan hutan yang luas. Deforestasi tidak hanya mengurangi tutupan hutan, tetapi juga mengganggu proses penyerapan karbon, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca. Tingkat deforestasi yang relatif rendah di kawasan lindung menggarisbawahi efektivitas kebijakan konservasi dalam melestarikan tutupan hutan, menunjukkan bahwa penegakan peraturan yang lebih ketat di wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi dapat mengurangi deforestasi lebih lanjut.

4.2 Degradasi Tanah

Degradasi tanah terlihat lebih tinggi di wilayah dengan aktivitas pertambangan dan penebangan yang besar. Wilayah dengan ekstraksi tinggi menunjukkan peningkatan erosi tanah, pemadatan, dan kehilangan unsur hara, dengan indeks degradasi tanah rata-rata 7,5 (dalam skala 1 sampai 10), sementara wilayah dengan ekstraksi rendah rata-rata memiliki indeks 3,2. Studi lapangan di area-area tersebut mengindikasikan bahwa tingkat pemadatan tanah dan erosi sangat tinggi di dekat lokasi pertambangan, di mana tanah sering kali gundul, sehingga rentan terhadap erosi. Area penebangan menunjukkan penipisan unsur hara yang parah, sehingga membatasi potensi pertumbuhan kembali hutan.

Temuan-temuan ini menyoroti dampak merugikan dari ekstraksi sumber daya terhadap kesehatan tanah, sebuah komponen penting bagi keberlanjutan ekosistem hutan. Degradasi tanah melemahkan kapasitas lahan untuk mendukung vegetasi, yang tidak hanya memengaruhi tutupan hutan saat ini tetapi juga potensi pertumbuhan kembali di masa depan. Area yang terkena dampak erosi dan pemadatan tanah cenderung tidak dapat pulih secara alami, yang berarti bahwa tanpa upaya reboisasi dan rehabilitasi tanah yang aktif, lahan yang terdegradasi ini akan tetap tandus. Menerapkan praktik ekstraksi yang berkelanjutan, seperti persyaratan reboisasi pascatambang dan praktik penebangan yang berkelanjutan, dapat membantu mengurangi degradasi tanah dan mendukung pemulihan ekosistem.

4.3 Kualitas Air

Analisis kualitas air menunjukkan adanya pencemaran yang parah di wilayah ekstraksi tinggi, khususnya di sekitar zona pertambangan. Indikator penurunan kualitas air, termasuk peningkatan kekeruhan, tingkat sedimen yang tinggi, dan kontaminasi logam berat seperti merkuri dan timbal, tercatat di sungai-sungai di dekat lokasi pertambangan. Di wilayah dengan ekstraksi tinggi, tingkat kekeruhan air rata-rata mencapai 200 NTU (Nephelometric Turbidity Units), sementara di wilayah dengan ekstraksi rendah, tingkat kekeruhan air masih berada di bawah 50 NTU. Selain itu, uji kimiawi menunjukkan tingkat merkuri di sungai-sungai yang terkena dampak melebihi batas aman hingga lebih dari 300%, suatu risiko kesehatan lingkungan yang signifikan.

Penurunan kualitas air memiliki implikasi langsung terhadap ekosistem dan masyarakat. Kekeruhan yang meningkat dan kontaminasi kimia dapat mengganggu ekosistem perairan, mempengaruhi populasi ikan dan spesies yang bergantung pada air. Selain itu, air yang terkontaminasi menimbulkan risiko kesehatan yang serius bagi masyarakat setempat yang bergantung pada sumber air ini untuk minum dan pertanian. Temuan-temuan ini menunjukkan

adanya kebutuhan mendesak akan pemantauan dan pengendalian polusi yang lebih ketat di wilayah pertambangan. Kebijakan yang memberlakukan protokol pengolahan limbah dan mewajibkan perusahaan pertambangan untuk memulihkan kualitas air dapat secara signifikan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dan kesehatan masyarakat.

4.4 Hilangnya Keanekaragaman Hayati

Indikator keanekaragaman hayati menunjukkan adanya kehilangan yang signifikan pada kekayaan spesies dan ketersediaan habitat di wilayah-wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi. Data dari basis data keanekaragaman hayati dan penilaian ekologi menunjukkan penurunan keanekaragaman spesies sebesar 30% di wilayah yang mengalami ekstraksi sumber daya yang ekstensif dibandingkan dengan wilayah dengan ekstraksi yang rendah. Spesies yang sangat sensitif terhadap gangguan habitat, seperti orangutan Kalimantan dan spesies burung endemik tertentu, sangat terpengaruh. Fragmentasi habitat dan hilangnya kawasan hutan primer telah mendorong beberapa spesies ke dalam petak-petak yang lebih kecil dan terisolasi, sehingga mengurangi populasi dan keanekaragaman genetik mereka.

Hilangnya keanekaragaman hayati di wilayah dengan ekstraksi tinggi menggarisbawahi kerapuhan ekosistem Kalimantan ketika mengalami aktivitas manusia yang intensif. Spesies yang bergantung pada tutupan hutan yang berdekatan menghadapi risiko penurunan populasi yang lebih tinggi karena habitat mereka terfragmentasi dan berkurang. Hilangnya keanekaragaman hayati dapat menyebabkan dampak yang berantai terhadap kesehatan ekosistem, mengurangi ketahanan terhadap perubahan lingkungan dan melemahkan jasa ekosistem seperti penyerbukan dan penyebaran benih. Temuan-temuan ini menyoroti perlunya membangun koridor keanekaragaman hayati dan zona lindung di wilayah dengan tingkat ekstraksi tinggi untuk memungkinkan migrasi spesies dan konektivitas populasi. Upaya konservasi kolaboratif yang melibatkan pemerintah, masyarakat lokal, dan organisasi lingkungan dapat meningkatkan perlindungan keanekaragaman hayati di daerah-daerah yang rentan ini.

4.5 Implikasi untuk Pengelolaan Sumber Daya Berkelanjutan

Hasil analisis komparatif ini menekankan biaya ekologis yang besar terkait dengan eksplorasi sumber daya alam di Kalimantan. Wilayah dengan kegiatan ekstraksi intensif menunjukkan tanda-tanda yang jelas dari degradasi lingkungan di berbagai indikator, termasuk deforestasi, degradasi tanah, kontaminasi air, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Temuan-temuan ini menunjukkan bahwa, tanpa intervensi, ekstraksi sumber daya yang berkelanjutan dapat menyebabkan kerusakan ekologis jangka panjang, tidak hanya membahayakan keanekaragaman hayati tetapi juga jasa lingkungan yang penting bagi masyarakat lokal dan stabilitas iklim yang lebih luas.

Untuk menyeimbangkan manfaat ekonomi dengan pelestarian lingkungan, sangat penting untuk mengadopsi praktik-praktik pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Penetapan pedoman yang jelas mengenai penggunaan lahan, peraturan lingkungan yang ketat, dan program restorasi pasca-ekstraksi dapat mengurangi beberapa dampak buruk yang diidentifikasi dalam penelitian ini. Mengintegrasikan praktik-praktik berkelanjutan, seperti penebangan selektif dan proses penambangan yang terkendali, dapat mengurangi laju deforestasi dan membatasi degradasi tanah dan air.

5. KESIMPULAN

Studi ini memberikan analisis komparatif mengenai dampak eksplorasi sumber daya alam terhadap keberlanjutan ekosistem hutan tropis di Kalimantan. Temuan menunjukkan bahwa wilayah dengan aktivitas pertambangan, penebangan, dan pertanian yang intens mengalami tingkat deforestasi, degradasi tanah, kontaminasi air, dan hilangnya keanekaragaman hayati yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang dilindungi. Konsekuensi lingkungan dari eksplorasi sumber daya tidak hanya mengancam keanekaragaman hayati, tetapi juga merusak jasa ekosistem

yang sangat penting, seperti penyerapan karbon, pemurnian air, dan pengaturan iklim, yang sangat penting bagi masyarakat lokal dan kesehatan ekologi global.

Temuan studi ini menggarisbawahi perlunya kebijakan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan yang dapat memitigasi dampak lingkungan sekaligus mendukung pembangunan ekonomi. Intervensi kebijakan harus berfokus pada peraturan yang lebih ketat, praktik ekstraksi yang berkelanjutan, dan program rehabilitasi untuk memulihkan ekosistem yang rusak. Kolaborasi antara pemerintah, industri, dan masyarakat lokal sangat penting untuk mencapai pendekatan yang seimbang yang melestarikan hutan tropis Kalimantan untuk generasi mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez-Berrios, N., L'Roe, J., & Naughton-Treves, L. (2021). Does formalizing artisanal gold mining mitigate environmental impacts? Deforestation evidence from the Peruvian Amazon. *Environmental Research Letters*, 16(6), 64052.
- Borma, L. S., Costa, M. H., da Rocha, H. R., Arieira, J., Nascimento, N. C. C., Jaramillo-Giraldo, C., ... Neto, A. F. (2022). Beyond carbon: The contributions of South American tropical humid and subhumid forests to ecosystem services. *Reviews of Geophysics*, 60(4), e2021RG000766.
- Carmona, E. C., Musarella, C. M., & Ortiz, A. C. (2023). *Tropical Forests: Ecology, Diversity and Conservation Status*. BoD—Books on Demand.
- Carpio-Domínguez, J. L. (2024). The harms and crimes of logging and deforestation. In *Oxford Research Encyclopedia of Criminology and Criminal Justice*.
- Chiriaco, M. V., Galli, N., Santini, M., & Rulli, M. C. (2024). Deforestation and greenhouse gas emissions could arise when replacing palm oil with other vegetable oils. *Science of the Total Environment*, 914, 169486.
- Cusack, D., Reed, S., Andersen, K. M., Cinoglu, D., Craig, M., Dietterich, L., ... Osterag, R. (2024). Tropical forests and global change: biogeochemical responses and opportunities for cross-site comparisons, an organized INSPIRE session at the 108th Annual Meeting, Ecological Society of America, Portland, Oregon, USA, August 2023. *New Phytologist*, 241(5).
- de Oliveira, A. M., da Silva Costa, D. F., & da Cruz, M. L. B. (2024). Assessing and mapping ecosystem services in a tropical seasonal forest landscape. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 17(01), 689–708.
- Eckert, S., Schmid, L., Messerli, P., & Zaehring, J. G. (2024). Spatiotemporal assessment of deforestation and forest degradation indicates spillover effects from mining activities and related biodiversity offsets in Madagascar. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 101269.
- Giljum, S., Maus, V., Kuschnig, N., Luckeneder, S., Tost, M., Sonter, L. J., & Bebbington, A. J. (2022). A pantropical assessment of deforestation caused by industrial mining. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 119(38), e2118273119.
- Gololobova, A., & Legostaeva, Y. (2023). An Assessment of the Impact of the Mining Industry on Soil and Plant Contamination by Potentially Toxic Elements in Boreal Forests. *Forests*, 14(8), 1641.
- Hayes, W. M., Voigt, M., Rosa, I., Cort, K. A., Kotlinski, N., Kalamandeen, M., ... Bicknell, J. E. (2023). Predicting the loss of forests, carbon stocks and biodiversity driven by a neotropical 'gold rush.' *Biological Conservation*, 286, 110312.
- Kasper, K., Devriance, N., Aran, K., & Martin, B. (2024). Conservation among oil palm plantations? Mammalian diversity in protected forest areas of a mixed-use landscape in Indonesian Borneo. *Animal Biodiversity and Conservation*, 47(2), 123–134.
- Kolie, B., Elshkaki, A., & Sunahara, G. (2024). *Assessing the environmental footprint of the mining industry: A case study on the bauxite and iron mining projects of Boke and Kerouane, Guinea*.
- Maure, L. A., Diniz, M. F., Coelho, M. T. P., Molin, P. G., da Silva, F. R., & Hasui, E. (2023). Biodiversity and carbon conservation under the ecosystem stability of tropical forests. *Journal of Environmental Management*, 345, 118929.
- Mohamad, W. N. W. (2022). Conservation of Tropical Forest for the Well-Being of Community. In *Tropical Forest Ecosystem Services in Improving Livelihoods For Local Communities* (pp. 1–14). Springer.
- Ostfeld, R., & Reiner, D. M. (2024). Seeing the forest through the palms: developments in environmentally sustainable palm oil production and zero-deforestation efforts. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8, 1398877.
- Shanmukha, N. T., Vinayaka, M., Lokeshappa, B., & Nadaf, S. (2024). Biodiversity Loss Due to Mining Activities. In *Impact of Societal Development and Infrastructure on Biodiversity Decline* (pp. 166–191). IGI Global.

- Sheng, G. C., & Potter, L. (2023). *Transforming Borneo: From land exploitation to sustainable development*. ISEAS-Yusof Ishak Institute.
- Shirai, M. (2023). The Role of Anthropomorphism in Consumer Evaluations of Sustainable Products: A Research Note. *Journal of Sustainable Marketing*, 1–10.
- Shiraishi, T., Hirata, R., Hayashi, M., & Hirano, T. (2023). Carbon dioxide emissions through land use change, fire, and oxidative peat decomposition in Borneo. *Scientific Reports*, 13(1), 13067.
- Sonter, L. J., Herrera, D., Barrett, D. J., Galford, G. L., Moran, C. J., & Soares-Filho, B. S. (2017). Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Communications*, 8(1), 1013.
- Suab, S. A., Supe, H., Louw, A. S., Korom, A., Rakib, M. R. M., Wong, Y. Bin, ... Avtar, R. (2024). Assessing Borneo's tropical forests and plantations: a multi-sensor remote sensing and geospatial MCDA approach to environmental sustainability. *Frontiers in Forests and Global Change*, 7, 1337535.
- Widiono, S. (2024). Oil Palm Plantation Expansion and Population Problems: An Explanatory Factor for Deforestation in Indonesia. *Dynamics of Rural Society Journal*, 2(2, July), 76–88.
- Yusra, M. A., & Sulistyowati, E. (2023). The Effect of Profitability, Good Corporate Governance, and Environmental Disclosure on Firm Value in Mining Companies Listed on The Indonesia Stock Exchange. *Jurnal Pamator: Jurnal Ilmiah Universitas Trunojoyo*, 16(3), 661–673.