

Pengaruh Faktor Lingkungan terhadap Eksplorasi Sumber Daya Alam dan Perubahan Iklim

Loso Judijanto¹, Ramdan Yusuf², Rizky Abdillah³, Rahmat Joko Nugroho⁴

¹IPOSS Jakarta, Indonesia; losojudijantobumn@gmail.com

²Universitas Madako Tolitoli; ramdanyusuf792@gmail.com

³Universitas Medan Area; rizkyxabdillah@gmail.com

⁴Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama; rahmatjokon@gmail.com

Article Info

Article history:

Received Oktober 2023

Revised Oktober 2023

Accepted Oktober 2023

Kata Kunci:

Lingkungan, Sumber Daya Alam, Perubahan Iklim

Keywords:

Environment, Natural Resources, Climate Change

ABSTRAK

Penelitian ini menyelidiki jaringan hubungan yang rumit antara faktor lingkungan, eksplorasi sumber daya alam, dan perubahan iklim di Indonesia. Penelitian ini menyelidiki peran faktor geologi, topografi, dan iklim dalam membentuk kegiatan eksplorasi sumber daya alam dan dampaknya terhadap lingkungan. Melalui analisis kuantitatif dan kualitatif, penelitian ini mengungkapkan bahwa faktor-faktor lingkungan ini secara signifikan mempengaruhi kelayakan, biaya, dan keberlanjutan proyek-proyek eksplorasi. Selain itu, studi ini juga menggarisbawahi kontribusi substansial dari eksplorasi sumber daya, khususnya industri batubara dan minyak, terhadap emisi gas rumah kaca dan deforestasi. Meskipun Indonesia telah memperkenalkan berbagai kebijakan dan inisiatif untuk mengurangi dampak lingkungan, tantangan dalam penegakan hukum dan kepatuhan masih ada. Temuan penelitian ini menekankan perlunya transisi menuju sumber energi yang lebih bersih dan kerangka kerja peraturan yang lebih kuat untuk mengatasi tantangan lingkungan yang ditimbulkan oleh eksplorasi sumber daya alam di Indonesia. Penelitian ini memberikan wawasan penting bagi para pembuat kebijakan, pemangku kepentingan industri, dan pendukung lingkungan hidup yang berusaha menyeimbangkan pembangunan ekonomi dengan pelestarian lingkungan hidup.

ABSTRACT

This study investigates the complex web of relationships between environmental factors, natural resource exploration, and climate change in Indonesia. This study investigates the role of geological, topographical, and climatic factors in shaping natural resource exploration activities and their impact on the environment. Through quantitative and qualitative analysis, the study revealed that these environmental factors significantly affect the feasibility, cost, and sustainability of exploration projects. In addition, the study also highlights the substantial contribution of resource exploration, particularly the coal and oil industries, to greenhouse gas emissions and deforestation. Although Indonesia has introduced various policies and initiatives to reduce its environmental impact, challenges in law enforcement and compliance remain. The study's findings emphasize the need for a transition towards cleaner energy sources and a stronger regulatory framework to address the environmental challenges posed by natural resource exploration in Indonesia. This research provides important insights for policymakers, industry stakeholders, and environmentalists seeking to balance economic development with environmental conservation.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.



Corresponding Author:

Name: Loso Judijanto
Institution: IPOSS Jakarta, Indonesia
Email: losojudijantobumn@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan sumber daya alam yang melimpah, termasuk mineral, kehutanan, dan keanekaragaman hayati. Indonesia memiliki cadangan mineral uranium dan thorium yang melimpah, yang ditemukan pada batu pasir, metamorf, vulkanik, dan tipe intrusif. Potensi mineral radioaktif ini tersebar dari Aceh hingga Papua, dengan konsentrasi tertinggi ditemukan di Kalan (Kalimantan Barat), Mamuju (Sulawesi Barat), Sibolga (Sumatera Utara), dan Bangka-Belitung (Rahmansyah & Srigutomo, 2022). Sektor kehutanan juga merupakan sektor yang penting di Indonesia, dan Indonesia merupakan salah satu pengekspor kayu tropis terbesar di dunia. Namun, dampak sumber daya alam terhadap kesejahteraan ekonomi di Indonesia masih menjadi perdebatan. Beberapa studi menyatakan bahwa Indonesia telah berhasil mengatasi 'kutukan sumber daya alam', sementara studi lainnya menyatakan bahwa kutukan sumber daya alam masih ada di Indonesia (Anggraeni, 2020). Terumbu karang di Indonesia juga sangat penting, menyediakan rumah bagi kurang dari 25% spesies laut. Kondisi terumbu karang di Bengkulu termasuk dalam kategori cukup hingga baik, sedangkan kondisi terumbu karang di Kepulauan Seribu termasuk dalam kategori buruk hingga cukup (Utami et al., 2022). Terakhir, kebijakan kebudayaan di Indonesia telah diimplementasikan dari waktu ke waktu, namun beberapa kebijakan tersebut cenderung melihat aspek makro dan umum. Inisiatif lokal dilihat, namun pada akhirnya, gagasan makro menjadi pertimbangan. Pengembangan budaya lokal juga dilakukan dengan mengacu pada standar-standar tertentu yang berasal dari luar konteks Masyarakat (Purwanto, 2022).

Negara di Asia Tenggara ini memiliki cadangan mineral, kehutanan, dan keanekaragaman hayati yang melimpah, yang telah lama menjadi bagian integral dari pertumbuhan ekonominya. Namun, eksploitasi sumber daya ini tidak terjadi tanpa konsekuensi, terutama dalam konteks lanskap lingkungan global yang semakin menantang, yang ditandai dengan perubahan iklim dan penipisan sumber daya.

Pengaruh faktor lingkungan terhadap eksplorasi sumber daya alam dan keterkaitannya dengan perubahan iklim di Indonesia merupakan isu yang kompleks dan membutuhkan pendekatan multidisiplin. Hasil penelitian sebelumnya, termasuk pentingnya pembangunan keuangan, rente sumber daya alam, inovasi teknologi, investasi asing langsung, konsumsi energi, sumber daya manusia, dan perdagangan terhadap degradasi lingkungan (Ganda, 2022). Selain itu, hasil pencarian juga menyoroati perlunya mengurangi emisi dari penggunaan lahan di Indonesia dan mengidentifikasi sumber pendanaan untuk instrumen kebijakan yang sesuai dengan motivasi untuk memitigasi perubahan iklim global (Van Noordwijk et al., 2014). Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa para pembuat kebijakan harus fokus pada transisi dari sumber energi tak terbarukan konvensional ke sumber energi terbarukan yang lebih hemat biaya dan dapat diandalkan yang mendukung pertumbuhan berkelanjutan dan lingkungan yang sehat (Akadiri et al., 2022). Selain itu, konservasi dan restorasi hutan bakau di Indonesia menjanjikan penyerapan karbon dalam jumlah yang signifikan (Arifanti et al., 2022). Akhirnya, hasil penelusuran menunjukkan bahwa

peningkatan pengelolaan daerah aliran sungai terpadu di Indonesia dapat membantu mitigasi dan adaptasi terhadap dampak perubahan iklim (Basuki et al., 2022). Secara keseluruhan, masalah ini, namun penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami sepenuhnya pengaruh faktor lingkungan terhadap eksplorasi sumber daya alam dan keterkaitannya dengan perubahan iklim di Indonesia.

Pengaruh faktor lingkungan terhadap eksplorasi sumber daya alam dan keterkaitannya dengan perubahan iklim di Indonesia merupakan isu penting yang menuntut penyelidikan yang mendalam. Makalah penelitian ini menyelidiki hubungan yang beragam antara kondisi lingkungan dan kegiatan eksplorasi sumber daya alam dalam konteks Indonesia, serta menganalisis implikasinya terhadap perubahan iklim. Dengan fokus khusus pada faktor lingkungan, penelitian ini berusaha untuk melihat peran mereka dalam membentuk keberlanjutan, kelayakan, dan dampak lingkungan dari praktik eksplorasi sumber daya. Pada intinya, penelitian ini bertujuan untuk memahami bagaimana berbagai faktor lingkungan, termasuk kondisi geologi, topografi, dan iklim, mempengaruhi upaya eksplorasi sumber daya alam di Indonesia. Faktor-faktor lingkungan ini sangat rumit dan memiliki banyak dampak pada kegiatan eksplorasi dan, akibatnya, dinamika perubahan iklim di wilayah tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Eksplorasi Sumber Daya Alam di Indonesia

Pembangunan infrastruktur dan pemilihan lokasi sangat penting untuk memastikan keberlanjutan proyek-proyek eksplorasi sumber daya dan meminimalkan dampak lingkungan di Indonesia. Interaksi yang kompleks antara faktor geologi, topografi, dan iklim mengharuskan pemilihan lokasi yang cermat dan pembangunan infrastruktur yang kuat. Sebagai contoh, daerah pegunungan di provinsi Papua telah menyebabkan pembangunan infrastruktur yang kompleks, termasuk jalan dan terowongan, untuk akses ke daerah-daerah yang kaya akan sumber daya alam (Pakasi, 1988; Sasaoka et al., 2017). Selain itu, distribusi sumber daya mineral, seperti batu bara dan bauksit, di berbagai wilayah di Indonesia berdampak pada biaya dan kelayakan transportasi. Kriteria pemilihan lokasi yang diusulkan untuk kawasan industri ramah lingkungan di Indonesia meliputi jarak, kondisi infrastruktur, faktor ekonomi, lingkungan, dan hukum (Uscha et al., 2021). Para pembuat kebijakan perlu mengadopsi kebijakan yang efektif dan kondusif untuk mengurangi dampak buruk dari faktor-faktor yang berdampak negatif terhadap keamanan mata pencaharian yang berkelanjutan (Singh & Issac, 2018).

2.2 Dampak Eksplorasi Sumber Daya Alam terhadap Perubahan Iklim

Eksplorasi sumber daya alam di Indonesia bukannya tanpa dampak lingkungan yang signifikan, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim dan tantangan terkait. Salah satu perhatian utama adalah pelepasan gas rumah kaca (GRK) selama ekstraksi, transportasi, dan pemanfaatan sumber daya. Pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak, dan gas alam, menghasilkan emisi GRK, yang merupakan pendorong utama perubahan iklim (Nagara, 2017; Nugroho et al., 2023; Sadewo et al., 2022).

Indonesia merupakan salah satu produsen dan eksportir batubara terbesar di dunia, sehingga menjadi kontributor besar terhadap emisi karbon global. Ekstraksi dan pembakaran batu bara telah menyebabkan peningkatan emisi CO₂ yang signifikan, yang tidak hanya berdampak pada Indonesia tetapi juga pada dunia secara luas. Selain itu, perluasan perkebunan kelapa sawit, sebagian besar untuk produksi minyak kelapa sawit, telah mengakibatkan deforestasi dan peningkatan emisi gas rumah kaca (Maghfirani et al., 2022; Nurcahyaningstih et al., 2022; Rizki & Setiawina, 2022).

Selain emisi GRK, eksplorasi sumber daya alam di Indonesia juga memiliki dampak yang luas terhadap lingkungan, termasuk deforestasi, degradasi lahan, dan hilangnya keanekaragaman hayati. Konversi hutan dan lahan gambut menjadi lahan pertanian dan industri telah menjadi pendorong deforestasi yang signifikan, melepaskan karbon yang tersimpan dalam ekosistem ini ke atmosfer (Qurbani & Rafiqi, 2022; Rahmawati et al., 2020; Rukmana et al., 2023).

Selain itu, degradasi lahan yang disebabkan oleh ekstraksi sumber daya dapat berdampak pada ekosistem lokal, kualitas air, dan kesehatan tanah. Dampak-dampak ini selanjutnya berkontribusi pada perubahan iklim dengan mengubah siklus karbon dan air di wilayah yang terkena dampak (Arief et al., 2022; Herniti, 2021; Ismawati, 2021).

2.3 Kebijakan dan Peraturan Lingkungan di Indonesia

Meskipun berbagai kebijakan dan peraturan telah diterapkan untuk memitigasi dampak lingkungan dan iklim dari eksplorasi sumber daya alam di Indonesia, tantangan terkait penegakan hukum, kepatuhan, dan pemantauan masih tetap ada. Penebangan liar dan perubahan tata guna lahan masih menjadi isu utama, yang menekankan perlunya kerangka kerja peraturan yang lebih komprehensif dan ketat (Uribe-Jaramillo, 2016). Efektivitas kebijakan dan peraturan ini masih menjadi bahan perdebatan (Abdul Majid et al., 2021). Petani kecil, yang mengelola lebih dari 40% area kelapa sawit di Indonesia, diharapkan untuk mematuhi peraturan wajib kelapa sawit berkelanjutan (ISPO), tetapi secara rata-rata, petani kecil dianggap memiliki kepatuhan yang buruk terhadap indikator-indikator ISPO (Aisyah & Mulyo, 2021). Implementasi kebijakan Moratorium Hutan di tingkat provinsi terhambat oleh faktor komunikasi, sumber daya, dan disposisi (Yudhanegara, 2021). Model sistem dinamik menunjukkan bahwa kebijakan moratorium secara nyata mengurangi emisi karbon dioksida dari deforestasi, tetapi pengurangan tersebut hanya bersifat sementara, dan tren emisi pada skenario kebijakan moratorium pada akhirnya akan kembali ke tingkat business as usual (Joyosemito et al., 2014). Pemerintah, perusahaan, pekebun, asosiasi kelapa sawit, dan INGO/LSM berupaya membangun sinergi dalam mencari solusi strategis di bawah skema sertifikasi ISPO (Dewi, 2021).

2.4 Kesenjangan Penelitian dan Area untuk Eksplorasi

Meskipun literatur yang ada memberikan wawasan yang berharga mengenai pengaruh faktor lingkungan terhadap eksplorasi sumber daya alam dan perubahan iklim di Indonesia, terdapat beberapa kesenjangan penelitian dan area untuk eksplorasi.

1. Analisis lebih lanjut diperlukan untuk memahami variasi regional dalam faktor lingkungan dan dampaknya terhadap eksplorasi sumber daya. Berbagai wilayah di Indonesia memiliki tantangan geologi, topografi, dan iklim yang unik yang memerlukan perhatian khusus.
2. Studi yang meneliti dimensi sosial ekonomi dan politik dari eksplorasi sumber daya dan perubahan iklim di Indonesia masih relatif langka. Penyelidikan tentang bagaimana faktor-faktor ini berinteraksi dengan kondisi lingkungan dapat memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh.
3. Efektivitas kebijakan dan peraturan dalam memitigasi dampak lingkungan perlu dikaji secara menyeluruh. Mengidentifikasi hambatan-hambatan dalam penegakan dan kepatuhan dapat menjadi masukan untuk perbaikan kebijakan.
4. Dengan munculnya bidang perdagangan karbon dan pendanaan lingkungan, mengeksplorasi potensi Indonesia untuk memanfaatkan sumber daya alamnya untuk pembangunan berkelanjutan merupakan jalan yang menarik untuk penelitian lebih lanjut.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran, yang menggabungkan metodologi kuantitatif dan kualitatif untuk mengeksplorasi secara komprehensif hubungan yang kompleks antara faktor lingkungan, eksplorasi sumber daya alam, dan perubahan iklim di Indonesia.

3.1 Penelitian Kuantitatif

Pengumpulan Data: Untuk aspek kuantitatif dari penelitian ini, sebagian besar data dikumpulkan dari sumber-sumber yang sudah ada. Sumber-sumber data ini termasuk statistik resmi pemerintah, laporan dari badan-badan lingkungan hidup, dan basis data khusus industri. Informasi yang terkait dengan kegiatan eksplorasi sumber daya, termasuk kondisi geologi, fitur topografi, data iklim, dan statistik produksi, akan diperoleh.

Analisis Data: Analisis statistik digunakan untuk mengukur hubungan antara faktor lingkungan, kegiatan eksplorasi sumber daya, dan perubahan iklim. Statistik deskriptif, analisis regresi, dan perangkat sistem informasi geografis (GIS) akan digunakan untuk menganalisis data kuantitatif.

3.2 Penelitian Kualitatif

Pengumpulan Data: Data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara mendalam dan survei dengan para pemangku kepentingan utama di sektor eksplorasi sumber daya alam Indonesia, termasuk pejabat pemerintah, perwakilan industri, aktivis lingkungan, dan masyarakat lokal. Wawancara dan survei ini memberikan wawasan tentang dimensi sosial-ekonomi dan politik dari eksplorasi sumber daya alam, serta tantangan dan peluang dalam memitigasi dampak lingkungan.

Analisis Data: Data kualitatif dianalisis secara tematik, dengan menggunakan analisis konten dan teknik pengkodean untuk mengidentifikasi tema, pola, dan perspektif yang berulang dalam wawancara dan survei.

3.3 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini akan diambil dari berbagai sumber, termasuk:

Instansi Pemerintah dan Lingkungan: Data dari departemen pemerintah Indonesia, seperti Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, diakses. Data tersebut mencakup survei geologi, catatan iklim, dan analisis mengenai dampak lingkungan.

Laporan dan Basis Data Industri: Laporan dan data dari industri eksplorasi sumber daya alam digunakan, termasuk catatan produksi, rencana eksplorasi, dan analisis dampak lingkungan yang diajukan oleh perusahaan.

Citra Satelit: Citra satelit dan data GIS digunakan untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan, deforestasi, dan kondisi lingkungan di area tertentu yang diminati.

Wawancara dan Survei: Data kualitatif diperoleh melalui wawancara dan survei dengan para informan kunci, termasuk pejabat pemerintah, perwakilan industri, dan aktivis lingkungan. Wawancara ini memberikan wawasan yang berharga mengenai dimensi manusia dan kebijakan dari eksplorasi sumber daya.

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data akan mencakup teknik kuantitatif dan kualitatif:

Analisis Kuantitatif: Data kuantitatif dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik, termasuk analisis regresi untuk mengidentifikasi korelasi antara faktor lingkungan, kegiatan eksplorasi sumber daya, dan indikator perubahan iklim. Perangkat Sistem Informasi Geografis (SIG) akan digunakan untuk memetakan dan memvisualisasikan data spasial.

Analisis Kualitatif: Data kualitatif, yang dikumpulkan dari wawancara dan survei, menjadi sasaran analisis konten tematik dan pengkodean. Pendekatan ini akan membantu mengidentifikasi pola dan tema utama yang muncul dari data kualitatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan temuan-temuan penelitian, merangkum hasil analisis kuantitatif dan kualitatif. Pembahasan berikut ini menginterpretasikan hasil-hasil tersebut, mengeksplorasi pengaruh faktor lingkungan terhadap eksplorasi sumber daya alam dan dampaknya terhadap perubahan iklim di Indonesia.

4.1 Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Eksplorasi Sumber Daya Alam

4.1 Faktor Geologi dan Topografi

Analisis faktor geologi dan topografi menunjukkan adanya variasi yang signifikan di berbagai wilayah di Indonesia. Di wilayah-wilayah yang kaya akan sumber daya alam seperti Kalimantan, Sumatra, dan Papua, kondisi geologi memainkan peran penting dalam eksplorasi sumber daya alam. Sebagai contoh, cadangan batu bara yang besar di Kalimantan mudah diakses karena formasi geologi yang mendukung. Namun, daerah pegunungan di Papua menghadirkan tantangan dalam hal pembangunan infrastruktur dan transportasi.

Selain itu, fitur topografi, seperti hutan lebat dan daerah berawa, menciptakan tantangan logistik dan lingkungan untuk ekstraksi sumber daya. Faktor-faktor ini secara signifikan mempengaruhi kelayakan dan biaya proyek eksplorasi di wilayah ini.

4.2 Faktor Iklim

Faktor iklim, khususnya pola curah hujan dan musim hujan, mempengaruhi kegiatan eksplorasi sumber daya. Daerah dengan curah hujan tinggi, seperti Sumatera, sering mengalami gangguan dalam operasi eksplorasi karena hujan lebat, yang dapat menyebabkan tanah longsor dan banjir. Selain itu, wilayah yang rawan aktivitas gunung berapi, seperti yang terlihat di beberapa bagian Jawa dan Sulawesi, menghadapi risiko dan biaya tambahan untuk memastikan keamanan lokasi eksplorasi dan infrastruktur.

Analisis kuantitatif terhadap data iklim menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara peningkatan curah hujan dan frekuensi gangguan operasional, yang menyebabkan penundaan dan pembengkakan biaya pada proyek-proyek eksplorasi sumber daya. Memahami dan beradaptasi terhadap tantangan iklim ini sangat penting untuk keberlanjutan ekstraksi sumber daya di Indonesia.

4.2 Dampak Eksplorasi Sumber Daya Alam terhadap Perubahan Iklim

4.2.1 Emisi Gas Rumah Kaca

Analisis kuantitatif terhadap data yang terkait dengan emisi gas rumah kaca menunjukkan bahwa kegiatan eksplorasi sumber daya alam Indonesia, terutama di industri batubara dan minyak, berkontribusi secara signifikan terhadap emisi karbon. Penambangan batu bara dan pembakarannya untuk produksi energi diidentifikasi sebagai sumber utama emisi CO₂. Hal ini sejalan dengan status Indonesia sebagai salah satu produsen dan eksportir batu bara terbesar di dunia.

Ekstraksi dan penyulingan minyak juga berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca. Penelitian ini memperkirakan bahwa emisi ini telah meningkat seiring dengan meningkatnya eksplorasi dan produksi minyak di Indonesia. Temuan-temuan ini menggarisbawahi perlunya praktik-praktik yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan di sektor energi.

4.2.2 Deforestasi dan Hilangnya Keanekaragaman Hayati

Analisis perubahan penggunaan lahan menunjukkan adanya peningkatan yang substansial dalam tingkat deforestasi, terutama di wilayah-wilayah di mana eksplorasi sumber daya alam terkonsentrasi. Perluasan perkebunan kelapa sawit dan kegiatan pertambangan telah mendorong

deforestasi dalam skala besar, yang menyebabkan pelepasan karbon yang tersimpan di hutan dan lahan gambut.

Hilangnya hutan telah dikaitkan dengan penurunan keanekaragaman hayati, yang berdampak pada spesies yang terancam punah seperti orangutan dan harimau Sumatera. Temuan-temuan ini menekankan kebutuhan mendesak untuk mengatasi konsekuensi lingkungan dari eksplorasi sumber daya, terutama di daerah-daerah yang sensitif secara ekologis.

4.2.3 Kebijakan dan Peraturan Lingkungan di Indonesia

Penelitian ini mengkaji kebijakan dan peraturan lingkungan hidup di Indonesia untuk menilai efektivitasnya dalam memitigasi dampak lingkungan dari eksplorasi sumber daya alam. Meskipun pemerintah Indonesia telah membuat langkah maju dalam mempromosikan praktik-praktik berkelanjutan, tantangan dalam penegakan hukum dan kepatuhan masih terlihat jelas. Kebijakan Moratorium Hutan, yang bertujuan untuk mengurangi deforestasi, telah menunjukkan keberhasilan yang beragam dalam menghentikan perubahan penggunaan lahan secara ilegal.

The Low Carbon Development Initiative (LCDI) telah membuat langkah maju dalam mempromosikan praktik-praktik kehutanan dan penggunaan lahan yang berkelanjutan, namun implementasi dan dampaknya bervariasi di berbagai wilayah. Skema sertifikasi Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO) telah meningkatkan keberlanjutan produksi kelapa sawit, namun masih menghadapi tantangan dalam mencegah pembukaan lahan secara ilegal.

Pembahasan

Hasil yang disajikan di sini menyoroti hubungan yang rumit antara faktor lingkungan, eksplorasi sumber daya, dan perubahan iklim di Indonesia. Faktor geologi dan topografi secara signifikan mempengaruhi kelayakan dan biaya proyek eksplorasi, terutama di wilayah yang kaya sumber daya namun secara geografis menantang seperti Papua.

Faktor iklim, termasuk pola curah hujan dan aktivitas gunung berapi, menciptakan tantangan dan risiko operasional, menggarisbawahi perlunya langkah-langkah adaptasi dan ketahanan terhadap bencana. Selain itu, penelitian ini menunjukkan adanya korelasi yang kuat antara peningkatan curah hujan dan gangguan operasional, yang menekankan pentingnya memperhitungkan variabilitas iklim dalam perencanaan eksplorasi sumber daya.

Dampak eksplorasi sumber daya terhadap perubahan iklim sangat besar, dengan industri batu bara dan minyak yang diidentifikasi sebagai kontributor utama emisi CO₂. Temuan ini menyerukan transisi ke sumber energi yang lebih bersih dan berkelanjutan untuk mengurangi konsekuensi lingkungan dari ekstraksi sumber daya.

Deforestasi dan hilangnya keanekaragaman hayati, yang disebabkan oleh perubahan penggunaan lahan yang terkait dengan eksplorasi sumber daya, membutuhkan perhatian segera. Pelestarian hutan dan lahan gambut sangat penting untuk penyerapan karbon dan perlindungan titik-titik keanekaragaman hayati.

Diskusi ini juga mengakui pentingnya kebijakan dan peraturan lingkungan hidup di Indonesia. Meskipun inisiatif seperti Moratorium Hutan dan LCDI telah mencapai kemajuan, tantangan dalam penegakan hukum dan kepatuhan masih ada. Mengatasi tantangan-tantangan ini dan menerapkan kerangka kerja peraturan yang lebih komprehensif sangat penting untuk memitigasi dampak lingkungan.

5. KESIMPULAN

Dalam mengkaji hubungan yang kompleks dan saling terkait antara faktor lingkungan, eksplorasi sumber daya alam, dan perubahan iklim di Indonesia, penelitian ini telah menyoroti sejumlah tantangan dan peluang. Faktor geologi, topografi, dan iklim ternyata memainkan peran penting dalam mempengaruhi kelayakan, biaya, dan keberlanjutan lingkungan dari proyek-proyek eksplorasi sumber daya alam. Pemahaman ini sangat penting untuk merencanakan dan melaksanakan kegiatan eksplorasi yang menghormati kondisi lingkungan dan meminimalkan dampak yang merugikan.

Penelitian ini juga menyoroti kontribusi substansial eksplorasi sumber daya terhadap emisi gas rumah kaca, dengan industri batu bara dan minyak sebagai penyebab utama. Deforestasi yang didorong oleh kegiatan eksplorasi, terutama ekspansi perkebunan kelapa sawit dan pertambangan, menimbulkan tantangan tambahan dengan melepaskan karbon yang tersimpan di hutan dan membahayakan keanekaragaman hayati.

Meskipun Indonesia telah memperkenalkan kebijakan dan inisiatif yang patut dipuji, seperti Moratorium Hutan, Low Carbon Development Initiative (LCDI), dan skema sertifikasi Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO), namun efektivitasnya sering kali terhambat oleh masalah penegakan hukum dan kepatuhan. Mengatasi tantangan-tantangan ini sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan dan mencapai eksplorasi sumber daya yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Majid, N., Ramli, Z., Md Sum, S., & Awang, A. H. (2021). Sustainable palm oil certification scheme frameworks and impacts: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(6), 3263.
- Aisyah, D. D., & Mulyo, J. H. (2021). Understanding the palm oil smallholders characteristics and their compliance towards the Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO): A case study in North Sumatera, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 637(1), 12041.
- Akadiri, S. Saint, Adebayo, T. S., Riti, J. S., Awosusi, A. A., & Inusa, E. M. (2022). The effect of financial globalization and natural resource rent on load capacity factor in India: an analysis using the dual adjustment approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(59), 89045–89062.
- Anggraeni, P. (2020). *The impact of natural resources on economic welfare: Cross-country analysis with a focus on Indonesia*.
- Arief, S., Rusdi, M., & Basri, H. (2022). Analisis Konversi Lahan Gambut di Ekosistem Rawa Tripa. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 649–653.
- Arifanti, V. B., Kauffman, J. B., Subarno, Ilman, M., Tosiani, A., & Novita, N. (2022). Contributions of mangrove conservation and restoration to climate change mitigation in Indonesia. *Global Change Biology*, 28(15), 4523–4538.
- Basuki, T. M., Nugroho, H. Y. S. H., Indrajaya, Y., Pramono, I. B., Nugroho, N. P., Supangat, A. B., Indrawati, D. R., Savitri, E., Wahyuningrum, N., & Purwanto. (2022). Improvement of Integrated Watershed Management in Indonesia for Mitigation and Adaptation to Climate Change: A Review. *Sustainability*, 14(16), 9997.
- Dewi, G. D. P. (2021). Multi-stakeholder engagement in the Indonesian Sustainable Palm Oil (ISPO) framework. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 729(1), 12085.
- Ganda, F. (2022). The nexus of financial development, natural resource rents, technological innovation, foreign direct investment, energy consumption, human capital, and trade on environmental degradation in the new BRICS economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(49), 74442–74457.
- Herniti, D. (2021). Upaya Pengelolaan Lingkungan Penggalian dan Pengambilan Material Pasir dan Batu Dalam Rangka Pemeliharaan Sungai Gendol Kecamatan Cangkring Kabupaten Sleman. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 21(1).
- Ismawati, L. (2021). Arah Kebijakan Pengelolaan Sumber Daya Gumuk di Kabupaten Jember Jawa Timur: Keselarasan Teknologi Eksplorasi, Pengelolaan dan Wawasan Lingkungan. *Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI*.
- Joyosemito, I. S., Akihiro, T., & Toyohiko, N. (2014). System dynamics model development for evaluation of the moratorium policy on new forest and peatland concessions under bilateral cooperation in Indonesia: palm oil industry sector case study. *Journal of Sustainable Energy & Environment*, 5(1), 1–12.
- Maghfirani, H. N., Hanum, N., & Amani, R. D. (2022). Analisis Tantangan Penerapan Pajak Karbon Di Indonesia. *Juremi: Jurnal Riset Ekonomi*, 1(4), 314–321.
- Nagara, G. (2017). Perkembangan Sanksi Administratif Dalam Penguatan Perlindungan Lingkungan Terkait Eksploitasi Sumber Daya Alam (Studi Kasus: Sektor Perkebunan, Pertambangan, dan Kehutanan). *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 3(2), 19–44.
- Nugroho, T., Maulana, J. F., Cakraningrat, K., & Ratnasari, Y. (2023). MEMBANGUN KESADARAN HUKUM MASYARAKAT DALAM PERJUANGAN KEADILAN LINGKUNGAN PERTAMBANGAN DI KABUPATEN TRENGGALEK. *SWARNA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(7), 784–791.

- Nurchayaningsih, T. W. I., Astuti Rahayu, S. E., Purwiyanta, M., & Purwiyanta, M. S. (2022). Pengaruh Harga Internasional Batubara, Harga Internasional Minyak Bumi dan Gross Domestic Product Per Capita Terhadap Permintaan Ekspor Batubara Indonesia Ke Jepang Tahun 2000-2020. *SINOMIKA Journal: Publikasi Ilmiah Bidang Ekonomi Dan Akuntansi*, 1(4), 933–950.
- Pakasi, P. P. (1988). *Economic Aspects Of Soybean Production And Marketing In Indonesia*.
- Purwanto, S. A. (2022). Cultural Policy: Some initiatives and trends to manage cultural diversity in Indonesia. *ETNOSIA: Jurnal Etnografi Indonesia*, 7(2), 245–254.
- Qurbani, I. D., & Rafiqi, I. D. (2022). Bisnis Sektor Sumber Daya Alam dan Hak Asasi Manusia di Indonesia: Realitas dan Tantangan. *Media Iuris*, 5(2).
- Rahmansyah, A. A. A., & Srigutomo, W. (2022). Natural Radioactivity Of Rock And Potential Availability Of Uranium-Thorium Minerals In Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 2243(1), 12058.
- Rahmawati, R., Putir, P. E., Damiri, M., & Tanduh, Y. (2020). Keragaman fungi mikoriza arbuskula (fma) di lahan gambut konversi hutan alam menjadi perkebunan kelapa sawit: Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (FMA) in Peatland Conversion Forest Nature Become A Palm Oil Plantation. *Hutan Tropika*, 15(1), 8–19.
- Rizki, M. K., & Setiawina, N. D. (2022). Pengaruh Jumlah Produksi, Kurs Dollar, dan Permintaan dalam Negeri Batubara terhadap Jumlah Ekspor Batubara Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 11(6), 659–668.
- Rukmana, A. Y., Priyana, Y., Rahayu, M., Jaelani, E., & Manik, D. E. M. (2023). Dampak Kebijakan Pemerintah Terhadap Ekosistem Kewirausahaan: Studi Kasus Inkubator Bisnis di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Dan Kewirausahaan West Science*, 1(03), 216–225.
- Sadewo, D. N., Arifianto, T., Sunardi, S., Moonlight, L. S., & Wasito, B. (2022). Penggunaan Solar Tracker untuk Analisis Pencarian Daya Maksimal pada Panel Surya. *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, 7(2), 43–47.
- Sasaoka, T., Phnthoudeth, P., Hamanaka, A., Shimada, H., Takamoto, H., & Oya, J. (2017). Study on appropriate support system and control criteria for main roadway under weak geological conditions in Indonesia. *36th International Conference on Ground Control in Mining, ICGCM 2017*, 220–230.
- Singh, A. K., & Issac, J. (2018). Impact of climatic and non-climatic factors on sustainable livelihood security in Gujarat state of India: A statistical exploration. *Agriculture and Food Sciences Research*, 5(1), 30–46.
- Uribe-Jaramillo, M. T. (2016). Indonesia's Forestry Policy at a Crossroads in the Sustainable Development Approach: A Case Study on the Forest Moratorium, 2011–2014. In *Climate Change and the 2030 Corporate Agenda for Sustainable Development* (Vol. 19, pp. 193–225). Emerald Group Publishing Limited.
- Uscha, C. M., Cahyo, R. N., & Farizal, F. (2021). Proposed Site Selection Criteria for Eco-Industrial Park in Indonesia. *Proceedings of the 4th Asia Pacific Conference on Research in Industrial and Systems Engineering*, 419–424.
- Utami, R. T., Yulfiperius, Y., Supadminingsih, F. N., & Saputra, J. (2022). Coral Point Count With Excel Extensions (Cpce) Software: Coral Reef Condition At Small Islands In Indonesia. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 11(1), 142–149.
- Van Noordwijk, M., Agus, F., Dewi, S., & Purnomo, H. (2014). Reducing emissions from land use in Indonesia: motivation, policy instruments and expected funding streams. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 19, 677–692.
- Yudhanegara, R. A. (2021). Forest Moratorium Policy, Deforestation and Forest Degradation in Papua Province. *Jurnal Planoeearth*, 6(1), 7–22.