
**PARADOKS EKSPOR BIOMASSA: KEHILANGAN HUTAN,
BERTAHANNYA TAMBANG BATUBARA, DAN
KETIDAKBERUBAHAN KARBON**

Dita Aidila Syaharani Nasution¹, Maryam Batubara²
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan
e-mail: ditaaidilanst@gmail.com

Abstract: *The global energy transition has driven increased use of biomass as a renewable energy source, particularly in the form of wood pellets traded across countries. Indonesia, with its vast tropical forest resources, is positioned as one of the world's major biomass suppliers. However, several policy paradoxes emerge. The rise in biomass exports occurs alongside the continued dominance of coal in the national energy mix, ongoing forest degradation, and increasing vulnerability to ecological disasters such as floods, as seen in Aceh and other regions of Sumatra. This article aims to analyze the paradox of biomass exports in Indonesia by linking the dynamics of renewable energy trade, forest sector sustainability, coal dominance, and their implications for carbon emissions and hydrometeorological disaster risks. The study uses a qualitative approach through literature review and policy analysis of the energy and forestry sectors. The findings indicate that without strict biomass governance and integrated energy–environment policies, biomass exports risk creating an illusion of a global energy transition. Importing countries benefit from statistical emission reductions, while Indonesia bears the ecological burden in the form of deforestation, watershed degradation, and increased flood risk. This study emphasizes that biomass cannot be viewed as a single climate solution and is expected to contribute academically and inform policy strategies for energy transition.*

Keywords: *Biomassa, Coal, Deforestation, Flooding, Carbon Emissions, Energy Transition.*

Abstrak: Transisi energi global mendorong peningkatan pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi terbarukan, khususnya dalam bentuk pelet kayu yang diperdagangkan lintas negara. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya hutan tropis, diposisikan sebagai salah satu pemasok utama biomassa dunia. Namun, ada beberapa paradoks kebijakan. Peningkatan ekspor biomassa berlangsung bersamaan dengan bertahannya dominasi batubara dalam bauran energi nasional, degradasi hutan, serta meningkatnya kerentanan wilayah terhadap bencana ekologis seperti banjir, sebagaimana tercermin dalam kasus banjir di Aceh dan wilayah Sumatera lainnya. Artikel ini bertujuan menganalisis paradoks ekspor biomassa di Indonesia dengan mengaitkan dinamika perdagangan energi terbarukan, keberlanjutan sektor kehutanan, dominasi batubara, dan implikasinya terhadap emisi karbon serta risiko bencana *hidrometeorologi*. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif melalui studi literatur dan analisis kebijakan terhadap sektor energi dan kehutanan. Hasil kajian menunjukkan bahwa tanpa tata kelola biomassa yang ketat dan integrasi kebijakan energi lingkungan, ekspor biomassa berpotensi menciptakan ilusi transisi energi global. Negara pengimpor memperoleh manfaat statistik pengurangan emisi, sementara Indonesia menanggung beban ekologis berupa *deforestasi*, kerusakan daerah aliran sungai, dan meningkatnya risiko banjir. Studi ini menegaskan bahwa biomassa tidak dapat dipandang sebagai solusi iklim tunggal dan diharapkan dapat menjadi kontribusi akademik dan rujukan kebijakan dalam merumuskan strategi transisi energi.

Kata Kunci: Biomassa, Batubara, Deforestasi, Banjir, Emisi Karbon, Transisi Energi.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dan krisis lingkungan global mendorong negara-negara untuk beralih dari energi fosil menuju energi terbarukan. Biomassa, khususnya berbasis kayu, sering diposisikan sebagai solusi energi rendah karbon karena dianggap bersifat *carbon neutral* (Zhu dkk., 2025). Negara-negara maju, terutama di Eropa dan Asia Timur, meningkatkan permintaan biomassa untuk memenuhi target bauran energi terbarukan mereka. Indonesia merespons peluang ini dengan mendorong pengembangan dan ekspor biomassa, termasuk pelet kayu, sebagai komoditas energi hijau (Rimantho dkk., 2023). Namun, di sisi lain, laju deforestasi masih terjadi dan ketergantungan pada batubara sebagai sumber energi utama domestik belum berkurang secara signifikan. Kondisi ini melahirkan paradoks: biomassa diekspor atas nama energi bersih, tetapi hutan sebagai penyerap karbon justru terdegradasi, sementara emisi karbon nasional tetap tinggi.

Perubahan iklim global telah menjadi isu sentral dalam agenda pembangunan internasional, ditandai dengan meningkatnya suhu rata-rata bumi, frekuensi bencana *hidrometeorologi*, serta degradasi ekosistem dalam skala masif (Emrah Atar & İlker Yasin Durmaz, 2024). Sektor energi dan kehutanan merupakan dua kontributor utama emisi gas rumah kaca (GRK) global. Di Indonesia, kedua sektor ini secara konsisten menyumbang porsi besar emisi karbon nasional. Dalam konteks transisi energi, biomassa dipromosikan sebagai sumber energi terbarukan yang dianggap lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan bakar fosil (Juneja, 2024). Secara global, konsumsi biomassa modern (termasuk pelet kayu) meningkat pesat seiring komitmen negara-negara maju untuk mencapai target *net zero emission*. Uni

Eropa, Jepang, dan Korea Selatan menjadi pengimpor utama biomassa berbasis kayu, dengan permintaan yang terus tumbuh setiap tahun. Indonesia kemudian diposisikan sebagai salah satu pemasok strategis biomassa global karena memiliki kawasan hutan tropis yang luas dan industri kehutanan yang berkembang (Sari, 2026). Ekspor pelet kayu Indonesia meningkat signifikan dalam beberapa tahun terakhir, terutama menuju pasar Asia Timur dan Eropa. Namun, peningkatan ekspor ini terjadi bersamaan dengan masih tingginya laju kehilangan tutupan hutan dan lemahnya pemulihan ekosistem pasca eksploitasi sumber daya alam.

Di sisi lain, struktur bauran energi nasional Indonesia masih sangat bergantung pada batubara. Hingga pertengahan dekade 2020, batubara tetap menjadi sumber utama pembangkit listrik nasional dengan porsi dominan dalam bauran energi primer (Nurfanani dkk., 2023). Produksi dan ekspor batubara Indonesia juga terus berada pada level tinggi, menjadikan Indonesia sebagai salah satu eksportir batubara terbesar dunia. Kondisi ini menunjukkan bahwa transisi energi berjalan secara parsial dan belum menyentuh akar ketergantungan pada energi fosil.

Paradoks muncul ketika biomassa diekspor sebagai energi bersih global, sementara di dalam negeri batubara tetap dominan dan deforestasi terus berlangsung. Dampaknya tidak hanya terlihat pada peningkatan emisi karbon, tetapi juga pada krisis nyata seperti banjir di Aceh dan Sumatera Utara yang semakin sering dan merusak. Hilangnya tutupan hutan mengurangi fungsi ekosistem sebagai pengatur tata air, penyerap karbon, dan pelindung dari bencana. Dari sisi emisi, biomassa tidak sepenuhnya netral karbon karena tetap menghasilkan CO₂, sementara proses regenerasi hutan membutuhkan waktu lama. Dalam kondisi deforestasi yang

masih terjadi, penggunaan biomassa justru berpotensi menambah beban emisi. Oleh karena itu, kebijakan energi yang tidak terintegrasi dengan perlindungan hutan berisiko memperparah krisis iklim dan meningkatkan kerentanan terhadap bencana. Banjir di Aceh dan Sumatera menunjukkan kegagalan pendekatan sektoral dalam pengelolaan energi dan sumber daya alam. Ekspor biomassa, dominasi batubara, dan lemahnya perlindungan hutan berjalan tanpa kebijakan yang terpadu, sehingga terjadi ketidaksesuaian antara agenda transisi energi, mitigasi perubahan iklim, dan pengelolaan lingkungan. Kondisi ini mencerminkan adanya *policy mismatch* yang memperburuk dampak ekologis. Di sisi lain, perubahan iklim global yang ditandai dengan peningkatan suhu dan curah hujan ekstrem turut meningkatkan frekuensi bencana *hidrometeorologi* di Indonesia. Kasus banjir di Aceh dan Sumatera Utara tidak hanya dipicu oleh faktor cuaca, tetapi juga diperparah oleh deforestasi, degradasi hutan, serta aktivitas pertambangan dan pembukaan lahan yang mengurangi daya serap tanah, sehingga memperbesar risiko banjir dan kerugian sosial-ekonomi.

Maka dari itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis paradoks ekspor biomassa di Indonesia dengan menempatkannya dalam konteks krisis lingkungan aktual. Fokus analisis diarahkan pada tiga isu utama, yaitu: (1) keterkaitan antara degradasi hutan, pertambangan batubara, dan peningkatan risiko bencana seperti banjir; (2) paradoks ekspor biomassa di tengah bertahannya dominasi batubara dalam sistem energi nasional; serta (3) implikasi kebijakan tersebut terhadap efektivitas penurunan emisi karbon dan ketahanan ekologis wilayah. Analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademik dan rekomendasi kebijakan bagi perumusan transisi energi yang lebih adil dan berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain penelitian deskriptif-analitis untuk mengkaji paradoks ekspor biomassa dalam konteks degradasi hutan, keberlanjutan batubara, emisi karbon, dan meningkatnya risiko bencana ekologis di Indonesia. Pendekatan ini dipilih karena mampu menangkap kompleksitas hubungan antara kebijakan energi, tata kelola kehutanan, dinamika perdagangan internasional, dan dampak lingkungan secara komprehensif. Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif berbasis studi literatur (*library research*) dan analisis kebijakan (*policy analysis*). Penelitian tidak bertujuan melakukan pengujian hipotesis statistik, melainkan membangun pemahaman kritis terhadap fenomena transisi energi semu (*pseudo energy transition*) melalui sintesis temuan empiris dan teoritis dari berbagai sumber.

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber terpercaya, meliputi: 1. Publikasi ilmiah berupa jurnal internasional dan nasional bereputasi yang membahas biomassa, batubara, deforestasi, perubahan iklim, dan bencana *hidrometeorologi*. 2. Laporan lembaga internasional seperti IPCC, FAO, IEA, World Bank, dan UN Environment Programme. 3. Dokumen kebijakan nasional, antara lain Kebijakan Energi Nasional, Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), regulasi sektor kehutanan, serta laporan resmi Kementerian ESDM dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). 4. Data pendukung dari laporan organisasi masyarakat sipil dan hasil kajian akademik terkait kasus degradasi hutan dan banjir di Aceh dan wilayah Sumatera lainnya.

Analisis data dilakukan melalui tiga tahapan utama. Pertama, inventarisasi dan klasifikasi literatur berdasarkan tema utama, yaitu biomassa dan netralitas karbon, ekspor energi dan carbon leakage, batubara dan degradasi hutan, serta hubungan deforestasi dengan risiko banjir. Kedua, analisis isi (*content*

analysis) untuk mengidentifikasi pola, argumen, dan temuan kunci yang relevan dengan tujuan penelitian. Ketiga, sintesis kritis untuk menghubungkan temuan lintas literatur dengan konteks kebijakan dan peristiwa aktual, seperti banjir di Aceh dan Sumatera Utara. Kerangka analisis penelitian ini memadukan perspektif ekonomi politik lingkungan dan ekologi politik (*political ecology*). Perspektif ini digunakan untuk menjelaskan bagaimana relasi kekuasaan, kepentingan ekonomi global, dan kebijakan nasional membentuk praktik ekspor biomassa dan keberlanjutan batubara, serta mendistribusikan risiko ekologis secara tidak merata.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan data sekunder dan tidak melakukan pengukuran lapangan secara langsung. Namun demikian, pendekatan sintesis literatur dan analisis kebijakan dinilai memadai untuk menjelaskan pola struktural dan implikasi kebijakan transisi energi terhadap degradasi lingkungan dan risiko bencana.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Paradoks Ekspor Biomassa: Permintaan Global dan Deforestasi

Permintaan global terhadap biomassa, terutama pelet kayu, telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir seiring dengan ambisi negara-negara seperti Jepang dan Korea Selatan untuk mengurangi ketergantungan pada batubara dan memenuhi target energi terbarukan (Tim Lembar Fakta, 2024). Indonesia sebagai pemasok utama biomassa menghadapi paradoks karena peningkatan ekspor mendorong konversi hutan alam menjadi hutan tanaman energi, yang mempercepat *deforestasi* dan merusak ekosistem. Biomassa dianggap energi bersih, padahal produksinya tetap menghasilkan emisi dan *carbon debt*. Selain itu, ekspor yang lebih dominan dibanding pemanfaatan domestik membuat biomassa tidak efektif menggantikan batubara, sehingga tekanan

terhadap hutan dan emisi tetap tinggi. Kondisi ini menuntut standar keberlanjutan yang ketat, prioritas penggunaan dalam negeri, serta penguatan tata kelola hutan agar transisi energi lebih berkelanjutan.

Model Dominasi Batubara dan Dampak Lingkungan

Batubara tetap menjadi tulang punggung energi nasional Indonesia, meskipun narasi energi terbarukan mulai berkembang. Pada 2024, produksi batubara nasional mencapai sekitar 620 juta ton (Laporan Kinerja Minerba, 2024) dengan sebagian besar digunakan untuk pembangkit listrik domestik dan ekspor ke negara-negara Asia. Ketergantungan ini menciptakan dominasi batubara yang sulit digantikan, karena infrastruktur energi, investasi industri, dan kapasitas pembangkit listrik masih sangat bergantung pada sumber fosil ini.

Dominasi batubara memiliki dampak lingkungan yang signifikan. Aktivitas tambang terbuka di Kalimantan, Sumatera, dan Sulawesi menyebabkan deforestasi, fragmentasi habitat, dan degradasi daerah aliran sungai (DAS). Degradasi DAS ini meningkatkan risiko banjir dan sedimentasi, seperti yang terlihat di Aceh dan Sumatera Utara, di mana banjir tahunan menjadi lebih parah akibat hilangnya tutupan hutan dan perubahan hidrologi. Selain itu, pembakaran batubara di PLTU menghasilkan emisi gas rumah kaca besar, termasuk CO₂, metana, dan sulfur oksida, yang memperburuk kualitas udara dan berkontribusi pada perubahan iklim global. Dominasi batubara juga memunculkan paradoks ketika digabungkan dengan program *co-firing* biomassa. Meskipun tujuan *co-firing* adalah mengurangi emisi karbon, skala kecil penggunaan biomassa tidak signifikan menurunkan konsumsi batubara. Dengan kata lain, tekanan lingkungan tetap ada, hanya bergeser sebagian ke kawasan hutan sebagai sumber biomassa. Analisis lapangan menunjukkan bahwa *co-firing* 5–10%

biomassa dalam PLTU batubara tetap mempertahankan tingkat emisi tinggi, sementara aktivitas penambangan tetap memperluas area degradasi hutan dan merusak ekosistem.

Dengan demikian, dominasi batubara di Indonesia tidak hanya mempertahankan ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga memicu degradasi lingkungan yang parah, mulai dari deforestasi, kerusakan DAS, hingga peningkatan emisi karbon. Hal ini menegaskan urgensi pengurangan ketergantungan batubara, percepatan transisi energi terbarukan, dan perlindungan hutan untuk mengurangi risiko ekologis dan meningkatkan ketahanan lingkungan nasional.

Emisi Karbon dan *Carbon Debt*

Pembakaran batubara dan biomassa di Indonesia menghasilkan emisi karbon besar yang berkontribusi pada perubahan iklim. Batubara sebagai sumber energi utama menghasilkan CO₂ dalam jumlah tinggi, sementara biomassa tidak sepenuhnya netral karena menimbulkan *carbon debt* akibat konversi hutan yang pemulihannya bisa memakan waktu puluhan hingga ratusan tahun, bahkan lebih lama pada hutan tropis dan lahan gambut. Dalam praktik *co-firing* PLTU, penggunaan biomassa hanya menurunkan emisi secara marginal karena porsi kecil dibanding batubara. Di sisi lain, produksi biomassa justru mendorong degradasi hutan dan menambah emisi karbon. Akibatnya, klaim biomassa sebagai energi bersih menjadi kurang tepat karena meningkatkan utang karbon dan menghambat pencapaian target mitigasi iklim.

Integrasi Temuan

Kasus nyata di Indonesia memperlihatkan bagaimana paradoks ekspor biomassa dan dominasi batubara berdampak nyata terhadap lingkungan dan iklim. Perusahaan tambang batubara besar seperti PT Kaltim Prima Coal, PT Adaro Energy, dan PT Bukit Asam beroperasi di wilayah hutan Kalimantan dan Sumatera,

menyebabkan degradasi hutan yang signifikan, fragmentasi daerah aliran sungai (DAS), dan emisi karbon tinggi dari ekstraksi hingga pembakaran. Fragmentasi hutan dan degradasi DAS ini meningkatkan risiko banjir, erosi, dan menurunkan kapasitas penyerapan karbon, sehingga memperburuk kerentanan ekologis di wilayah Aceh dan Sumatera Utara (Tambang, 2024).

Industri pelet kayu untuk ekspor ke Jepang dan Korea Selatan memperparah masalah lingkungan karena sering berasal dari konversi hutan alam, sehingga meningkatkan deforestasi dan *carbon debt* meski diklaim sebagai energi bersih. Di sisi lain, program *co-firing* biomassa di PLTU hanya berdampak kecil dan tidak mengurangi dominasi batubara, sehingga tekanan lingkungan justru bergeser ke hutan. Kombinasi ini menciptakan paradoks transisi energi, di mana ekspor biomassa meningkat, batubara tetap dominan, dan degradasi hutan terus terjadi, yang akhirnya memperbesar emisi karbon, menurunkan kapasitas serapan karbon, dan meningkatkan risiko ekologis. Hal ini menunjukkan perlunya kebijakan transisi energi yang lebih holistik melalui pengurangan batubara, pengelolaan biomassa berkelanjutan, perlindungan hutan, dan tata kelola lingkungan yang lebih kuat.

Implikasi Kebijakan

Temuan tentang paradoks biomassa, batubara, dan degradasi hutan menunjukkan perlunya reformasi kebijakan yang holistik dan berbasis data. Standar keberlanjutan biomassa perlu diperketat dengan melarang penggunaan hutan alam serta melakukan audit berkala, sementara pemanfaatan biomassa harus diprioritaskan untuk kebutuhan domestik guna benar-benar mengurangi emisi dan ketergantungan pada energi fosil. Selain itu, pengurangan batubara harus dipercepat melalui pengembangan energi terbarukan dan dukungan infrastruktur, disertai perlindungan hutan yang lebih kuat serta insentif bagi praktik rendah karbon. Pendekatan integratif antara

sektor energi, kehutanan, dan lingkungan menjadi kunci agar transisi energi tidak sekadar simbolik, tetapi mampu menurunkan emisi dan menjaga keberlanjutan ekologi.

SIMPULAN

Analisis kasus ekspor biomassa, dominasi batubara, dan degradasi hutan di Indonesia menunjukkan paradoks dalam transisi energi. Permintaan biomassa mendorong deforestasi dan *carbon debt*, sementara batubara tetap dominan sehingga *co-firing* tidak signifikan menurunkan emisi. Dampaknya memperburuk kerentanan ekologis, menurunkan kapasitas serapan karbon, dan meningkatkan risiko bencana. Hal ini menegaskan bahwa transisi energi masih bersifat parsial tanpa reformasi struktural. Diperlukan kebijakan holistik berbasis data melalui penguatan standar biomassa, pengurangan batubara, perlindungan hutan, dan percepatan energi terbarukan agar transisi lebih efektif dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Emrah Atar & İlker Yasin Durmaz. (2024). International Climate Change Regimes in the 21st Century: From Stockholm to Paris. *Handbook of Energy and Environment in the 21st Century: Technology and Policy Dynamics*. <https://doi.org/10.1201/9781032715438-13>
- Juneja, P. (2024). Biomass Waste Conversion Technologies for its Utilization and Energy Generation in India: A Perspective. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1285(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1285/1/012010>
- Laporan Kinerja Minerba (2024). <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-laporan-kinerja-ditjen-mineral-dan-batubara-tahun-2024.pdf>
- Nurfanani, A., Tambunan, H. B., & Nugraha, A. D. (2023). Coal Switching Evaluation on Coal-Fired Power Plants: Case Study in Indonesia. *Proceedings of 2023 4th International Conference on High Voltage Engineering and Power Systems, ICHVEPS*. <https://doi.org/10.1109/ICHVEPS58902.2023.10257429>
- Rimantho, D., Hidayah, N. Y., Pratomo, V. A., Saputra, A., Akbar, I., & Sundari, A. S. (2023). The strategy for developing wood pellets as sustainable renewable energy in Indonesia. *Heliyon*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14217>
- Sari, A. P. (2026). *Development of a biomass supply chain ecosystem to support co-firing in Indonesian CFPPs for energy transition success*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202669103002>
- Tambang, J. A. K. (2024). *Ancaman Tambang Batubara terhadap Keanekaragaman Hayati di Kalimantan*. <http://aeer.info>
- Tim Lembar Fakta. (2024, Oktober 10). ALARM YANG DIABAIKAN: Ancaman Ekspansi Industri Biomassa Terhadap Hutan Tropis Indonesia dan Asia Tenggara. *fwi.or.id*. <https://fwi.or.id/ancaman-ekspansi-industri-biomassa-terhadap-hutan-tropis/>
- Zhu, M., Wang, Q., & Wang, S. (2025). Recent advances and future perspectives in biomass-based renewable energy. *Journal of Forestry Engineering*. <https://doi.org/10.13360/j.issn.2096-1359.202502011>