JIHHP: Jurnal Ilmu Hukum, Humaniora dan Politik
E-ISSN: 2747-1993
P-ISSN: 2747-2000
https://dinastirev.org/JIHHP dinasti.info@gmail.com +62 811 7404 455
DOI: https://doi.org/10.38035/jihhp.v6i3
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Received: 11 Februari 2026 | **Revised**: 10 Maret 2026 | **Accepted**: 16 Maret 2026

Kajian Teoritis Pajak Karbon dalam Upaya Dekarbonisasi untuk Kesehatan Lingkungan

Tegar Pratama Basuki Putra[1], Sapto Hermawan[2]
[1]Program Studi Magister Ilmu Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia, tegarprabasuki@student.uns.ac.id
[2]Fakultas Hukum, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia, saptohermawan_fh@staff.uns.ac.id

Corresponding author: tegarprabasuki@student.uns.ac.id

Abstract: *Global warming and climate change are increasing carbon emissions from the energy, industrial, and transportation sectors, which are impacting air quality and public health. Decarbonization is a key strategy for reducing emissions through the transition to renewable energy. Indonesia has significant potential for solar, wind, hydro, and geothermal energy, including for the development of green hydrogen; however, its utilization remains constrained by regulations and planning. This study employs a normative legal method with a legislative and conceptual approach through the analysis of primary and secondary legal materials. The results indicate that while the legal framework for decarbonization is in place, the lack of alignment among fiscal, environmental, and energy policies weakens the connection between emission control and environmental health protection, and results in the development of green hydrogen being unfocused. Therefore, decarbonization must be integrated with environmental health protection through regional energy mapping, regulatory certainty, and support for funding and infrastructure to ensure a just and sustainable energy transition.*

Keywords: *Decarbonization, Environmental Health, Green Hydrogen, Energy Transition, Environmental Law*

Abstrak: Pemanasan global dan perubahan iklim meningkatkan emisi karbon dari sektor energi, industri, dan transportasi, yang berdampak pada penurunan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Dekarbonisasi menjadi strategi utama untuk menekan emisi melalui transisi ke energi terbarukan. Indonesia memiliki potensi besar energi surya, angin, air, dan panas bumi, termasuk untuk pengembangan hidrogen hijau, namun pemanfaatannya masih terkendala regulasi dan perencanaan. Penelitian ini menggunakan metode hukum normatif dengan pendekatan perundang-undangan dan konseptual melalui analisis bahan hukum primer dan sekunder. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun dasar hukum dekarbonisasi telah tersedia, disharmonisasi kebijakan fiskal, lingkungan, dan energi melemahkan keterkaitan antara pengendalian emisi dan perlindungan kesehatan lingkungan, serta menyebabkan pengembangan hidrogen hijau belum terarah. Oleh karena itu, dekarbonisasi perlu diintegrasikan dengan perlindungan kesehatan lingkungan melalui pemetaan energi wilayah,

kepastian regulasi, serta dukungan pendanaan dan infrastruktur agar transisi energi berjalan adil dan berkelanjutan.

Kata kunci: Dekarbonisasi, Kesehatan Lingkungan, Hidrogen Hijau, Transisi Energi, Hukum Lingkungan

.

PENDAHULUAN

Salah satu persoalan terbesar yang dihadapi dunia saat ini adalah pemanasan global. Dilema muncul ketika sektor ekonomi berbasis pembangunan berkelanjutan mendorong pemanfaatan kecerdasan buatan untuk meningkatkan kualitas kesejahteraan (Islami and Kusumo 2025) dan kesehatan (Hadi et al. 2023), sementara di sisi lain industrialisasi yang menopang perkembangan teknologi itu sendiri menghasilkan pencemaran lingkungan (Anditya 2023; Basuki Putra and Hermawan 2025) yang justru mengancam kesehatan masyarakat. Kondisi ini memicu berbagai perubahan pada bumi dan menunjukkan bahwa jumlah emisi di atmosfer sudah berlebihan (Kurnia and Sudarti 2025). Penumpukan gas buang tersebut membuat panas terperangkap di udara dan sulit terlepas kembali ke luar angkasa (Pratama 2025). Dalam konteks ini, upaya menekan emisi gas rumah kaca di sektor industri masih berhadapan dengan berbagai tantangan yang bersifat struktural maupun teknis. Situasi ini tidak hanya dialami Indonesia, tetapi juga menjadi persoalan global. Di berbagai negara, naiknya aktivitas industri telah meningkatkan akumulasi gas rumah kaca secara signifikan. Dampaknya kini dirasakan luas sejak 2015 dan menjadi salah satu faktor risiko terbesar terhadap angka penyakit dan kematian (Dzahabiyyaha et al. 2022). Berbagai temuan ilmiah juga menunjukkan bahwa kondisi lingkungan yang berubah akibat efek rumah kaca meningkatkan risiko kematian akibat gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular (Lin et al. 2019; Wellid et al. 2024). Peningkatan aktivitas industri modern—apa pun bentuk teknologinya—tetap berimplikasi pada peningkatan emisi dan risiko kesehatan lingkungan yang menuntut respons hukum dekarbonisasi.

Perubahan iklim pun semakin tidak terbantahkan, ditandai dengan kenaikan permukaan laut serta menyusutnya *gletser* yang mengganggu keseimbangan ekosistem. Masyarakat miskin dan negara berpendapatan rendah mengalami dampak paling berat karena ketergantungan pada cuaca, pertanian, dan ketersediaan air (Adedeji et al. 2014). Melihat tantangan tersebut, sejumlah negara menerapkan kerangka hukum dekarbonisasi yang progresif. Uni Eropa melalui *European Green Deal* menetapkan target netral iklim 2050, mempercepat pembersihan sistem energi, serta mengintegrasikan aksi iklim ke seluruh sektor pembangunan. Jerman menghentikan tenaga nuklir (Lechtenböhmer and Luhmann 2013), menargetkan penurunan emisi 55% pada 2030, dan mencapai netralitas iklim pada 2050 (Panarello and Gatto 2023). Swiss menerapkan pajak karbon dan berhasil melakukan dekarbonisasi sektor listrik secara signifikan (Dilasari et al. 2023). Di Asia, China mengembangkan kebijakan intensitas karbon rendah, memetakan emisi secara statistik untuk memperkuat strategi penurunan emisi (Chen et al. 2022), sementara Jepang menerapkan pajak karbon pada berbagai sektor industri (Dilasari et al. 2023). Perbandingan ini menunjukkan bahwa strategi dekarbonisasi dapat dirancang berbeda sesuai karakter energi dan ekonomi masing-masing negara, namun seluruhnya memiliki tujuan yang sama: menurunkan emisi secara sistematis dan terukur.

Kembali pada konteks Indonesia, banyak pelaku industri belum mampu mengadopsi teknologi produksi yang lebih bersih karena keterbatasan kapasitas, beban biaya, maupun akses terhadap inovasi energi rendah karbon (Hasyim et al. 2025). Di sisi lain, insentif untuk mempercepat penggunaan teknologi hijau masih belum tersebar merata, sehingga proses transisi berjalan secara tidak seimbang antarwilayah dan antarjenis industri. Kondisi ini menyebabkan laju penurunan emisi tertahan jauh di bawah potensi yang sebenarnya dapat

dicapai. Peta jalan pajak karbon diarahkan untuk mendukung komitmen penurunan emisi 29% secara mandiri dan 41% dengan dukungan internasional pada 2030 menuju *Net Zero Emission* (NZE) 2060, dengan prioritas pada sektor energi, transportasi, dan kehutanan yang menyumbang 97% target *Nationally Determined Contribution* (NDC), melalui bauran kebijakan pajak dan perdagangan karbon yang selaras dengan pengembangan energi baru terbarukan, transformasi industri bersih, serta prinsip transisi yang adil dan terjangkau.

Keterlambatan dalam transisi menuju industri rendah karbon membawa dampak yang tidak ringan bagi kesehatan publik. Peningkatan emisi dari aktivitas industri memperburuk kualitas udara dan memperbesar risiko penyakit. Kajian Giulia Paolocci beserta rekan-rekan menunjukkan bahwa paparan polusi udara dari aktivitas industri dalam jangka panjang dapat memicu penurunan fungsi paru secara serius, terutama bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan orang lanjut usia (Paolocci et al. 2025). Di sisi lain, kajian yang dilakukan oleh Ramlah dan Nur Aulia menunjukan bahwa pemanasan global menyebabkan peningkatan intensitas radiasi ultraviolet yang mencapai permukaan bumi, yang mana kondisi ini memicu berbagai risiko kesehatan serius, termasuk meningkatnya kasus kanker kulit, munculnya katarak pada mata, serta melemahnya sistem kekebalan tubuh (Susilawati 2025b). Terdapat pula kajian oleh Ismail Wellid, menunjukkan bahwa paparan polusi udara dapat mengganggu fungsi perlindungan dan keseimbangan alami kulit, sehingga memicu munculnya maupun memperburuk berbagai gangguan kulit. Salah satu kondisi yang rentan terpengaruh adalah dermatitis atopik, yaitu penyakit inflamasi kulit yang ditandai oleh kerusakan pada sawar kulit serta meningkatnya respons imun terhadap bahan iritan dan alergen (Wikanto et al. 2025). Hal ini menunjukkan bahwa isu dekarbonisasi tidak hanya terkait dengan pengendalian emisi, namun juga merupakan bagian penting dari upaya melindungi kesehatan dan kualitas hidup masyarakat.

Dalam berbagai kasus dan risiko tersebut, percepatan dekarbonisasi industri menjadi kebutuhan mendesak yang tidak dapat ditunda. Transformasi menuju proses produksi rendah emisi harus didukung oleh kebijakan yang lebih kuat, pendanaan hijau yang lebih inklusif, insentif teknologi, serta peningkatan kesadaran dan kepatuhan lingkungan di tingkat perusahaan. Dekarbonisasi tidak semata menjadi strategi mitigasi perubahan iklim, tetapi juga instrumen kesehatan publik yang signifikan. Dengan mengurangi polusi dan memperbaiki kualitas lingkungan, kebijakan ini berpotensi menurunkan angka penyakit terkait polusi, meningkatkan produktivitas masyarakat, dan menciptakan masa depan industri yang lebih berkelanjutan dan manusiawi.

Adapun strategi adaptasi perubahan iklim terhadap kesehatan manusia meliputi berbagai upaya yang dirancang untuk meminimalkan risiko kesehatan akibat meningkatnya suhu global, perubahan pola curah hujan, serta intensitas radiasi ultraviolet (Susilawati 2025a). Pertama, promosi kesehatan berbasis sosial ekologi membantu memahami bagaimana berbagai faktor yang saling berhubungan memengaruhi kondisi kesehatan dan kesejahteraan, baik pada level individu maupun komunitas (Amalia et al. 2025). Kedua, upaya adaptasi mencakup peningkatan kesadaran, advokasi, pendidikan, dan komunitas, di mana komunikasi yang kuat dan keterlibatan masyarakat sangat penting, serta isu perubahan iklim perlu diintegrasikan ke dalam kebijakan dan praktik kesehatan masyarakat agar perlindungan kesehatan lebih (Bell et al. 2019), meningkatkan keterjangkauan layanan kesehatan, khususnya di wilayah sensitif terhadap perubahan iklima (Susilawati 2025a).

Di sisi lain, mitigasi perubahan iklim melalui kebijakan dekarbonisasi juga memerlukan dukungan instrumen hukum yang kuat dan konsisten. Indonesia telah menunjukkan komitmennya melalui berbagai regulasi lingkungan hidup dan perjanjian internasional, termasuk ratifikasi *Paris Agreement*. Namun, dalam praktiknya, kebijakan dekarbonisasi masih menghadapi persoalan harmonisasi antar-sektor, tumpang tindih kewenangan, serta lemahnya integrasi antara kebijakan energi, industri, dan kesehatan lingkungan. Kondisi ini menimbulkan

kesenjangan antara target penurunan emisi yang telah ditetapkan secara normatif dengan capaian faktual di lapangan.

Perkembangan teknologi energi bersih, termasuk pemanfaatan energi terbarukan dan *green hydrogen* atau hidrogen hijau, membuka peluang baru bagi percepatan dekarbonisasi yang lebih efektif. Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang sangat besar dan tersebar di berbagai wilayah, mulai dari tenaga surya, angin, air, hingga panas bumi. Secara strategis, beberapa wilayah seperti Nusa Tenggara, Sulawesi, Kalimantan, dan Sumatra bagian barat menunjukkan potensi kuat untuk dikembangkan sebagai pusat produksi energi bersih, termasuk hidrogen hijau. Namun, pengembangan potensi tersebut masih memerlukan pemetaan energi berbasis wilayah, kepastian regulasi, serta dukungan infrastruktur dan investasi yang berkelanjutan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat dipahami bahwa dekarbonisasi merupakan agenda multidimensional yang menyatukan kepentingan lingkungan, kesehatan, ekonomi, dan hukum dalam satu kerangka kebijakan. Oleh karena itu, diperlukan kajian mendalam mengenai pengaturan pajak karbon dalam sistem hukum Indonesia ditinjau dari prinsip hukum lingkungan dan perlindungan kesehatan lingkungan. Lalu menganalisis kebijakan pajak karbon di Indonesia apakah sudah terintegrasi secara efektif sebagai instrumen dekarbonisasi. Serta meneliti implikasi kebijakan pajak karbon tersebut terhadap strategi dekarbonisasi berbasis energi terbarukan, khususnya pengembangan hidrogen hijau.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian hukum normatif dengan menggunakan pendekatan perundang-undangan dan pendekatan konseptual (Marzuki 2024). Bahan hukum yang digunakan terdiri dari bahan hukum primer, berupa peraturan perundang-undangan nasional di bidang lingkungan hidup, perubahan iklim, energi, perpajakan, mitigasi perubahan iklim, dan bahan hukum sekunder, berupa buku, artikel jurnal, laporan penelitian, kajian akademik, dan dokumen resmi lembaga nasional maupun internasional mengenai dekarbonisasi, kesehatan lingkungan, dan hidrogen hijau. Pengumpulan bahan hukum dilakukan melalui studi kepustakaan secara sistematis. Seluruh bahan hukum dianalisis menggunakan teknik deskriptif-analitis melalui penafsiran norma, sistematisasi ketentuan hukum, perbandingan kebijakan nasional dan konseptual, serta identifikasi kesenjangan struktural dalam pelaksanaan kebijakan dekarbonisasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teori Hukum Lingkungan

Dekarbonisasi diperlukan karena perubahan iklim telah memperburuk kemiskinan dan memperparah ketimpangan, selain itu polusi udara menjadi penyumbang penyebab terjadinya penyakit global dengan jutaan kematian setiap tahunnya, maka dibutuhkan mitigasi untuk mengurangi dampak tersebut (UNEP 2019). Konsep teori hukum lingkungan digunakan sebagai kerangka hukum yang mengatur hubungan antara manusia dan lingkungan untuk melindungi dan melestarikan alam melalui berbagai peraturan, regulasi, dan kebijakan. Inti dari konsep ini adalah menyeimbangkan pemanfaatan sumber daya alam dengan perlindungan lingkungan, yang didasarkan pada prinsip-prinsip berupa 1) Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*), 2) *Inter-Generational Equity and Intra-Generational Equity*, 3) Prinsip Keadilan Intragenerasi (*The Principle of Intragenerational Equity*), 4) Prinsip Pencemar Membayar (*Polluter-Pay principle*), 5) *Principle of Preventive Action*, 6) Prinsip Pencegahan Dini (*The Precautionary Principle*), 7) *Sovereign Rights and Environmental Responsibility*, 8) *Access to Environmental Information*, *Public Participation in Environmental Decisions*, *Equal Access and Non-discrimination* (Syarif et al. 2015). Fungsinya sebagai salah satu faktor penstabilan di masa depan (Buitendag 2025), dengan begitu penggunaan prinsip-

prinsip dari hukum lingkungan digunakan sebagai dasar pengawalan pembangunan ekonomi tanpa merusak kapasitas regeneratif lingkungan dan kesejahteraan generasi selanjutnya. Adapun dalam praktiknya juga diperlukan penegakan hukum lingkungan hidup, definisinya adalah upaya pencapaian untuk taat pada peraturan dan persyaratan hukum baik umum maupun individual dengan pengawasan dan penerapan secara administrasi, keperdataan, dan kepidanaan (Saputro 2023). Kerangka teoritis ini menjadi dasar penilaian terhadap sejauh mana peraturan lingkungan dan instrumen kebijakan pendukungnya, seperti pajak karbon, selaras dengan upaya global untuk mitigasi perubahan iklim yang pada giliran selanjutnya menjadi pelindung kesehatan masyarakat.

Teori hukum lingkungan digunakan untuk mempertimbangkan bagaimana kerangka hukum memfasilitasi atau menghambat transisi menuju ekonomi rendah karbon (Muslim and Najicha 2022). Selain itu teori hukum lingkungan akan digunakan untuk mengelaborasi temuan-temuan terkait sejauh mana regulasi yang ada mampu menjaga kelestarian lingkungan dan keadilan antargenerasi, sejalan dengan doktrin *in dubio pro natura* (Spaltani 2018). Penerapan prinsip-prinsip hukum lingkungan memungkinkan evaluasi terhadap implementasi kebijakan yang ada, hal ini untuk memastikan bahwa upaya perlindungan lingkungan tidak hanya bersifat reaktif, melainkan juga proaktif dalam mencegah kerusakan ekologis (Nugraha et al. 2021). Jika hukum lingkungan klasik berorientasi pada pemanfaatan lingkungan, maka hukum lingkungan modern justru sebaliknya, yaitu berfokus pada perlindungan lingkungan dengan cara penetapan norma sebagai penjamin kelestarian bagi generasi kini dan juga mendatang (Rosnawati and Multazam 2022). Hukum lingkungan memungkinkan integrasi antara hak atas lingkungan hidup baik dan sehat sebagai bagian dari hak asasi manusia dengan kewajiban negara dan pelaku usaha untuk menjaga daya dukung lingkungan (Suong and Budahu 2022). Melalui prinsip pembangunan berkelanjutan dalam kerangka hukum dapat menjembatani konflik antara kebutuhan pembangunan ekonomi dan konservasi lingkungan dengan memberi pedoman normatif bagi perizinan, tata ruang, dan kebijakan sektor (Wedanti 2016), sehingga tidak hanya mementingkan pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB), tetapi juga keberlanjutan ekosistem dan keadilan lingkungan (Anwar 2022), maka diharapkan akan ditemukan strategi berdasarkan prinsip-prinsip hukum lingkungan dalam konteks dekarbonisasi. Maka hukum lingkungan tidak berdiri sendiri sebagai norma yang sekadar abstrak, tetapi menjadi mekanisme struktural untuk menjamin bahwa eksploitasi sumber daya alam tidak melampaui ambang batas ekologis dan sosial yang adil.

Penelitian ini bertumpu pada prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*) sebagai prinsip payung yang mengintegrasikan kepentingan perlindungan lingkungan, pertumbuhan ekonomi, dan keselamatan kesehatan masyarakat dalam satu kesatuan kebijakan hukum. Prinsip ini dipertegas melalui prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) yang memberikan dasar legitimasi bagi negara untuk melakukan intervensi hukum dan kebijakan dekarbonisasi meskipun belum terdapat kepastian ilmiah absolut mengenai seluruh dampak jangka panjang emisi terhadap kesehatan, mengingat karakter risiko lingkungan yang bersifat laten, kumulatif, dan berpotensi tidak dapat dipulihkan. Selanjutnya, prinsip pencemar membayar (*polluter pays principle)* menjadi dasar yuridis bagi penerapan instrumen ekonomi berupa pajak karbon dan perdagangan karbon sebagai mekanisme internalisasi biaya eksternalitas lingkungan ke dalam aktivitas ekonomi pelaku usaha. Prinsip keadilan intragenerasi dan antargenerasi berfungsi sebagai koreksi etis dan konstitusional terhadap kebijakan dekarbonisasi agar tidak hanya berorientasi pada efisiensi ekonomi, tetapi juga menjamin distribusi manfaat dan beban yang adil bagi kelompok rentan pada masa kini serta perlindungan hak lingkungan hidup bagi generasi yang akan datang. Dengan konstruksi ini, dekarbonisasi ditempatkan tidak semata sebagai kebijakan teknis-ekonomi, melainkan sebagai instrumen hukum untuk mewujudkan keadilan ekologis dan perlindungan kesehatan publik secara berkelanjutan.

Teori Utilitarianisme

Mempertimbangkan dampak dari adanya dekarbonisasi bagi keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan masyarakat perlu dilakukan analisis secara normatif untuk memberikan kepastian bahwa suatu kebijakan dapat menghasilkan keuntungan yang membahagiakan bagi sebanyak-banyaknya masyarakat luas (Maidasari et al. 2023) Teori utilitarianisme menyoroti kemanfaatan yang diartikan sebagai kebahagiaan (*happiness*), maka untuk mengukur suatu norma berdampak baik-buruk atau adil-tidaknya bergantung pada analisis apakah memberikan kebahagiaan kepada banyak masyarakat atau tidak (Taufik et al. 2024). Prinsipnya terletak pada perbuatan baik apabila tujuan akhirnya sebagai pendukung keadilan dan buruk apabila digunakan untuk mendukung kejahatan (Muharir and Haryono 2023). Dalam konteks hukum, aliran ini menganggap bahwa kebijakan atau regulasi yang paling etis adalah yang mampu menghasilkan kesejahteraan terbesar bagi mayoritas populasi, meskipun mungkin mengabaikan hak-hak atau kepentingan minoritas tertentu (Karina and Kanggas 2023). Perspektif ini sangat penting dalam mengevaluasi kebijakan pengurangan karbon, karena memerlukan analisis biaya-manfaat yang mempertimbangkan manfaat sosial yang luas dari pengurangan emisi terhadap dampak lokal yang potensial pada komunitas atau industri tertentu (Judijanto 2025). Maka pada konteks dekarbonisasi, teori utilitarianisme menekankan bahwa kebijakan harus menghasilkan manfaat lingkungan yang lebih besar daripada kerugian ekonomi dan sosial melalui evaluasi menyeluruh terhadap dampaknya bagi kesejahteraan kolektif.

Teori ini secara normatif relevan digunakan sebagai landasan penilaian terhadap kebijakan dekarbonisasi, karena menempatkan kewajiban negara tidak semata-mata pada pencapaian pertumbuhan ekonomi, tetapi juga pada pemenuhan kebahagiaan sebesar-besarnya bagi masyarakat melalui jaminan keberlanjutan lingkungan hidup (Bretschger and Komarov 2024). Oleh karena itu, suatu perundang-undangan harus dirancang untuk memberikan manfaat yang signifikan bagi kebahagiaan masyarakat secara keseluruhan, dan tidak boleh merugikan (Naeeni 2023). Teori ini mengedepankan bahwa suatu tindakan dianggap etis apabila mampu memberikan kebahagiaan terbesar dan mengurangi penderitaan bagi kelompok masyarakat yang paling banyak. Pendekatan utilitarianisme ini mengukur nilai suatu tindakan atau kebijakan berdasarkan tingkat utilitas atau kebahagiaan yang dihasilkan, di mana keputusan yang benar adalah yang memaksimalkan total utilitas bagi seluruh anggota masyarakat. Jeremy Bentham, salah satu tokoh utama utilitarianisme, berpendapat bahwa tujuan hukum adalah untuk melayani kebahagiaan terbesar dari sejumlah terbesar rakyat, dengan setiap tindakan etis dinilai berdasarkan kemampuannya menghasilkan kebahagiaan dan meminimalkan penderitaan. Utilitarianisme dapat dijadikan dasar etis dalam perumusan kebijakan iklim dan dekarbonisasi, karena menempatkan pengurangan emisi dan perlindungan lingkungan sebagai instrumen untuk memaksimalkan manfaat kolektif bagi masyarakat luas, baik bagi generasi sekarang maupun generasi mendatang (Zhao 2023). Dengan demikian, kebijakan dekarbonisasi yang optimal menurut perspektif utilitarianisme harus mampu memberikan keuntungan kolektif yang substansial melalui peningkatan kualitas lingkungan dan kesehatan, meskipun dengan potensi mengorbankan kepentingan parsial dari beberapa sektor industri. Berbeda dengan utilitarianisme yang menilai kebijakan berdasarkan agregasi manfaat, pendekatan hukum lingkungan dan konstitusional menempatkan kesehatan lingkungan sebagai nilai yang tidak dapat dikompensasikan secara kuantitatif. Hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat tidak tunduk pada kalkulasi untung-rugi, melainkan berfungsi sebagai batas normatif terhadap rasionalitas ekonomi. Dalam konteks ini, pajak karbon tidak dapat dibenarkan semata karena menghasilkan penerimaan atau efisiensi pasar, melainkan harus diuji berdasarkan kemampuannya mencegah kerusakan lingkungan dan melindungi kesehatan masyarakat.

Kerangka Hukum Nasional

Pemanasan global, perubahan iklim, emisi karbon, gas rumah kaca, dan dekarbonisasi harus ditempatkan dalam satu kerangka kausal yang saling berkaitan agar tidak menimbulkan kekaburan konseptual. Pemanasan global merujuk pada peningkatan suhu rata-rata bumi sebagai akibat dari akumulasi gas rumah kaca di atmosfer, seperti karbon dioksida, metana, dan dinitrogen oksida, yang memerangkap panas dan menghambat pelepasannya kembali ke angkasa (Mubila et al. 2024). Akumulasi gas-gas tersebut bersumber dari emisi karbon yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia, terutama dari sektor industri, transportasi, dan penggunaan energi fosil. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca tidak hanya berdampak pada kenaikan temperatur global, tetapi juga memicu perubahan iklim yang lebih luas, seperti peningkatan intensitas cuaca ekstrem (Haryanto and Prahara 2019), gangguan keseimbangan ekosistem, dan ancaman terhadap kesehatan manusia. Dalam konteks tersebut, dekarbonisasi dipahami sebagai strategi sistematis untuk menurunkan emisi karbon melalui transisi energi, peningkatan efisiensi industri, serta penerapan teknologi rendah karbon (Merner et al. 2024). Dekarbonisasi tidak hanya bersifat teknis-ekologis, tetapi juga merupakan agenda hukum dan kebijakan publik karena menyangkut pengaturan perilaku ekonomi, distribusi beban biaya, serta perlindungan kepentingan generasi kini dan mendatang.

Indonesia telah berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca nasional sebesar 29% atau 41% dengan bantuan internasional pada tahun 2030 dibuktikan dengan pengundangan Undang-Undang (UU) Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim) (Zuhir et al. 2025). Sebagai tindak lanjut di tingkat kebijakan nasional, Indonesia mengadopsi instrumen pajak karbon melalui Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2021 tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan (selanjutnya disebut UU HPP). Namun, meskipun telah diundangkan sejak tahun 2021, penerapan pajak karbon mengalami penundaan hingga tahun 2025. Penundaan tersebut mengindikasikan adanya ketegangan antara komitmen lingkungan dengan kesiapan ekonomi, kapasitas kelembagaan, dan sistem tata kelola emisi yang belum sepenuhnya matang (Muzakki 2025).

Selain itu, proses pembentukan UU HPP berlangsung dalam situasi krisis fiskal akibat pandemi Covid-19, sehingga penguatan pajak, termasuk pajak karbon, sejak awal lebih didorong oleh kebutuhan stabilisasi Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) dan optimalisasi penerimaan negara dengan merevisi berbagai UU perpajakan dan mengatur objek pajak baru (Rongiyati 2021). Pasal 13 ayat (12) UU HPP mengatakan "*Penerimaan dari pajak karbon dapat dialokasikan untuk pengendalian perubahan iklim.*" Merujuk pada bagian keterangan di dalam UU HPP dikatakan bahwa mitigasi perubahan iklim dijelaskan sebagai serangkaian kegiatan dalam upaya penurunan tingkat emisi gas rumah kaca atau peningkatan penyerapan emisi gas rumah kaca. Dilihat dari prinsip pencemar membayar, kebijakan pajak karbon dalam UU HPP pada dasarnya merupakan instrumen ekonomi untuk menginternalisasi biaya lingkungan yang selama ini ditanggung publik akibat aktivitas penghasil emisi. Namun, penundaan implementasinya hingga 2025 menunjukkan bahwa prinsip ini belum dijalankan secara konsisten karena beban pencemaran masih belum sepenuhnya dialihkan kepada para pelaku emisi. Ketegangan antara komitmen iklim dan kepentingan stabilisasi fiskal justru menegaskan bahwa pajak karbon di Indonesia sejak awal lebih kuat didorong oleh logika penerimaan negara dibandingkan sebagai realisasi murni pertanggungjawaban pencemar atas kerusakan lingkungan.

Pajak karbon sebagai salah satu instrumen untuk mencapai target kontribusi nasional dalam penurunan emisi, tercantum dari UU HPP, tetapi secara normatif lahir tanpa mendasarkan pada Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (selanjutnya disebut UU PPLH) karena ketiadaan penyebutannya pada bagian mengingat di UU HPP. Hal ini tidak dipandang sebagai kesalahan

teknis belaka, sebab dalam prinsip pembangunan berkelanjutan, konteks ekonomi, lingkungan, serta sosial seharusnya terintegrasi di dalam satu bangunan kebijakan. Idealnya, pajak karbon sebagai salah satu instrumen untuk pengurangan emisi gas rumah kaca bertumpu langsung pada UU PPLH sebagai konsekuensi dari kehadiran pajak karbon. Fakta bahwa UU HPP tidak secara eksplisit menempatkan UU PPLH sebagai dasar yuridis telah menunjukkan bahwa negara memposisikan pajak karbon terutama sebagai instrumen fiskal untuk pengendalian ekonomi, bukan sebagai instrumen utama dekarbonisasi.

Dalam perspektif teori pembangunan berkelanjutan, kondisi ini menunjukkan pembangunan berkelanjutan yang berorientasi ekonomi, bukan yang berlandaskan norma ekologis; lingkungan dijadikan alasan kebijakan, bukan dasar legitimasi hukum utama (Bakti and Sjafei 2020). Sedangkan dalam teori hukum lingkungan modern, berlaku satu logika penting, yaitu setiap instrumen pengendalian pencemaran seharusnya berakar pada prinsip-prinsip hukum lingkungan, karena di sanalah prinsip kehati-hatian, prinsip pencegahan, dan prinsip pencemar membayar mendapatkan legitimasi penuh. Pengaturan pajak karbon dalam UU HPP menunjukkan pergeseran instrumen lingkungan dari sistem perlindungan lingkungan ke sistem perpajakan negara. Hal ini menyebabkan berubahnya orientasi dari perlindungan lingkungan menjadi optimalisasi penerimaan negara serta pengendalian perilaku ekonomi. Akibatnya penegakan hukum akan melemah, karena UU PPLH berbicara mengenai sanksi lingkungan, pemulihan ekosistem, dan pertanggungjawaban, sementara UU HPP berbicara mengenai kepatuhan pajak, administrasi fiskal, dan penerimaan.

Pajak karbon tidak dapat dipahami semata hanya sebagai instrumen ekonomi, tetapi seharusnya juga sebagai penentu bagaimana beban dan manfaat transisi energi didistribusikan. Desain pajak karbon berpotensi memindahkan beban transisi dari negara dan korporasi kepada konsumen akhir, sementara kelompok masyarakat rentan yang paling terdampak pencemaran belum tentu memperoleh perlindungan yang memadai. Dengan demikian, instrumen ini tidak netral secara sosial maupun ekologis, melainkan sarat dengan relasi kuasa dalam distribusi risiko lingkungan. Secara normatif, legitimasi pajak karbon bertumpu pada prinsip pencemar membayar (*polluter pays principle*) dan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) yang merupakan bagian dari doktrin hukum lingkungan internasional. Namun, dalam konteks Indonesia, penerjemahan prinsip-prinsip tersebut menghadapi persoalan struktural, terutama terkait dengan rendahnya transparansi pemanfaatan penerimaan pajak karbon serta masih lemahnya mekanisme akuntabilitas publik. Dalam kondisi demikian, pajak karbon berisiko tereduksi menjadi instrumen fiskal biasa yang kehilangan fungsi korektifnya terhadap ketimpangan ekologis. Dari sudut pandang keadilan lingkungan, persoalan utama terletak pada distribusi dampak pencemaran dan distribusi manfaat kebijakan. Sektor-sektor padat energi seperti pembangkit listrik berbasis batubara dan industri manufaktur tetap menjadi penyumbang emisi terbesar, sementara masyarakat di sekitar kawasan industri menanggung beban kesehatan akibat pencemaran udara (CREA 2020). Pajak karbon yang tidak diikuti dengan penguatan standar emisi, penegakan hukum lingkungan, serta alokasi penerimaan untuk pemulihan lingkungan justru berpotensi melegitimasi praktik membayar untuk mencemari.

Melalui perspektif konstitusional, pajak karbon seharusnya ditempatkan sebagai instrumen negara untuk mewujudkan hak atas lingkungan hidup yang baik dan sehat sebagaimana dijamin dalam Pasal 28H ayat (1) UUD 1945 yang mengatakan "*setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan*," serta prinsip penguasaan negara atas sumber daya alam untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat dalam Pasal 33 ayat (3) UUD 1945 yang mengatakan "*Bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.*" Tanpa kerangka konstitusional ini, pajak karbon berisiko menyimpang dari tujuan perlindungan

lingkungan dan justru memperdalam ketimpangan ekologis dan sosial. Jika dipandang dari perspektif teori utilitarianisme, konstruksi tersebut dapat dijelaskan melalui pertanyaan dasar mengenai apakah suatu kebijakan menghasilkan manfaat terbesar bagi jumlah orang terbanyak atau tidak. Pajak karbon dalam konteks kerangka utilitarian dilihat negara sebagai alat pengubah perilaku industri, sumber penerimaan negara, dan instrumen efisiensi ekonomi. Bagi teori utilitarianisme dasar hukum UU HPP atau UU PPLH tidaklah terlalu penting, sebab berdasar sudut pandang dari teori utilitarianisme yang terpenting adalah selama manfaat totalnya dianggap lebih besar daripada kerugiannya. Sebab konteks kalkulasi kemanfaatan dan kerugiannya dipandang melalui bentuk angka, bukan dalam bentuk nilai ekologisnya. Teori utilitarianisme tidak sensitif terhadap keadilan ekologis dan hak lingkungan sebagai hak asasi, selama angka dari kemanfaatannya terlihat positif. Maka penderitaan kelompok rentan akibat polusi, kerusakan ekosistem lokal, dan beban kesehatan jangka panjang bagi teori ini tertutup selama manfaatnya lebih besar dirasakan untuk kepentingan nasional, dengan kata lain UU HPP mencerminkan dominasi rasionalitas utilitarian-ekonomi, alih-alih rasionalitas ekologis-konstitusional.

Perkembangan terbaru menunjukkan adanya upaya korektif melalui pencabutan Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon dengan memberlakukan Peraturan Presiden Nomor 110 Tahun 2025 tentang Penyelenggaraan Instrumen Nilai Ekonomi Karbon dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca (selanjutnya disebut Perpres NEK (Yudi 2025)) sebagaimana tercantum di dalam Pasal 101. Peraturan ini menegaskan bahwa NEK merupakan mekanisme pemberian harga atas emisi gas rumah kaca berdasarkan prinsip pencemar membayar. Instrumen tersebut dilaksanakan melalui berbagai skema, antara lain alokasi karbon, penyusunan dan penetapan *Nationally Determined Contribution* (NDC), tata kelola penyelenggaraan NEK, kerangka transparansi, pemantauan dan evaluasi, pembinaan dan pendanaan, serta pembentukan komite pengarah. Selain itu, skema pembiayaan kebijakan iklim tidak hanya dibebankan pada negara melalui APBN dan APBD, tetapi juga melibatkan pelaku usaha dan mekanisme pasar (UCLG ASPAC 2024). Meski ada Perpres NEK, ketegangan antara pengaturan fiskal dan lingkungan dalam desain awal pajak karbon UU HPP masih tetap ada. Temuan ini menegaskan bahwa skema pendanaan dekarbonisasi di Indonesia justru diarahkan pada pembiayaan berbasis anggaran negara dan daerah, bukan pada optimalisasi penerimaan pajak karbon yang sejatinya telah dipungut dari aktivitas penghasil emisi. Disharmonisasi antara instrumen pemungutan emisi dan instrumen pembiayaannya tersebut berimplikasi pada lemahnya keberlanjutan fiskal kebijakan dekarbonisasi, karena seluruh beban pembiayaan dialihkan kembali kepada fiskal publik. Akibatnya, potensi pajak karbon sebagai sumber pembiayaan strategis bagi proyek transisi energi berbiaya besar tidak dapat dioptimalkan secara sistemik.

Penelaahan terhadap Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 16 Tahun 2022 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Subsektor Pembangkit Tenaga Listrik menunjukkan bahwa regulasi ini sepenuhnya beroperasi dalam kawasan pasar karbon, penetapan batas emisi, serta mekanisme perdagangan dan *offset*, tanpa memuat satu pun ketentuan mengenai penerimaan negara atau pengalokasian dana ke dalam APBN untuk pembiayaan proyek dekarbonisasi. Seluruh skema pembiayaan pengurangan emisi dalam regulasi ini dibebankan pada mekanisme pasar dan kewajiban pelaku usaha, bukan melalui redistribusi fiskal negara. Dengan demikian, meskipun secara normatif Pasal 13 ayat (12) UU HPP membuka kemungkinan alokasi penerimaan pajak karbon untuk pengendalian perubahan iklim, mekanisme operasional pengalokasian tersebut tidak diturunkan dalam tata kelola subsektor ketenagalistrikan melalui Permen ESDM ini. Kekosongan ini mempertegas bahwa desain kebijakan karbon Indonesia lebih condong pada logika pasar dan kepatuhan administratif dibandingkan pada jaminan pembiayaan publik untuk pemulihan dan transformasi ekologis.

Peraturan Menteri Keuangan Nomor 81 Tahun 2024 tentang Ketentuan Perpajakan dalam Rangka Pelaksanaan Sistem Inti Administrasi Perpajakan sebagai peraturan pelaksana Pasal 13 UU HPP secara normatif hanya mengatur aspek administratif pemungutan pajak karbon, meliputi subjek, objek, dasar pengenaan, tarif, penyetoran, dan pelaporan pajak. Regulasi ini tidak memuat satu pun ketentuan yang secara eksplisit mengatur kewajiban pengalokasian penerimaan pajak karbon ke dalam program atau proyek dekarbonisasi, transisi energi, maupun pemulihan lingkungan hidup. Dengan demikian, meskipun UU HPP membuka kemungkinan alokasi penerimaan pajak karbon untuk pengendalian perubahan iklim, Peraturan Menteri Keuangan Nomor 81 Tahun 2024 tentang Ketentuan Perpajakan dalam Rangka Pelaksanaan Sistem Inti Administrasi Perpajakan tidak mengoperasionalkan norma tersebut dalam bentuk mekanisme penganggaran yang mengikat. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pajak karbon dalam tataran regulasi teknis fiskal masih diposisikan semata-mata sebagai instrumen penerimaan negara, belum sebagai instrumen pembiayaan transformasi ekologis yang terjamin secara hukum.

Analisis terhadap Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon menunjukkan upaya signifikan untuk menata mekanisme operasional Nilai Ekonomi Karbon melalui instrumen Perdagangan Karbon, Pembayaran Berbasis Kinerja, pencatatan Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim (SRN PPI), dan peran Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPDLH) sebagai saluran penyaluran dana mitigasi. Meski demikian, regulasi ini tidak mengenakan ketentuan pengikatan anggaran yang secara eksplisit mengarahkan penerimaan pajak karbon dalam APBN untuk membiayai proyek-proyek dekarbonisasi; rujukan terhadap pemanfaatan penerimaan negara diserahkan pada ketentuan peraturan perundang-undangan lain. Dengan kata lain, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 21 Tahun 2022 tentang Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon sudah menguatkan sisi lingkungan dan konsep pendanaan, tetapi keberhasilan pembiayaan transformasi energi tetap ditentukan oleh aturan fiskal yang mengatur ke mana uang pajak karbon benar-benar dialokasikan.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dalam Penanganan Perubahan Iklim adalah regulasi yang sepenuhnya bersifat administratif dalam kerangka penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon, karena hanya mengatur mekanisme teknis seperti tata cara pelaporan, verifikasi, persetujuan teknis, serta pencatatan dalam Sistem Registri Nasional Pengendalian Perubahan Iklim. Regulasi ini tidak memuat ketentuan mengenai penerimaan negara, tidak mengatur pajak karbon, dan tidak menetapkan mekanisme pengalokasian dana APBN untuk proyek dekarbonisasi. Dengan demikian, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2024 tentang Penyelenggaraan Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dalam Penanganan Perubahan Iklim memperluas sistem tata kelola emisi namun tidak menyediakan landasan normatif untuk pendanaan publik atas aksi mitigasi, sehingga semakin menegaskan fragmentasi antara kebijakan fiskal karbon di bawah Kementerian Keuangan dan kebijakan lingkungan di bawah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK).

Keempat instrumen kebijakan karbon tersebut berjalan dalam kerangka masing-masing—pengendalian emisi, pasar karbon, fiskal, dan administrasi—tanpa norma operasional yang menghubungkannya secara utuh, sehingga kebijakan karbon di Indonesia masih terfragmentasi, khususnya dalam aspek pendanaan publik untuk dekarbonisasi. Kondisi ini memperlihatkan bahwa kebijakan karbon Indonesia belum dibangun sebagai satu sistem hukum yang terintegrasi, melainkan sebagai potongan-potongan kebijakan sektoral yang berjalan sendiri-sendiri. Negara mampu mengendalikan emisi melalui kepatuhan administratif dan mekanisme pasar, serta mampu memungut pajak sebagai instrumen fiskal, namun gagal

menjamin bahwa hasil pungutan tersebut secara normatif kembali kepada tujuan ekologis yang menjadi dasar legitimasi pemungutannya. Dalam konteks inilah pajak karbon berisiko tereduksi menjadi instrumen fiskal biasa yang kehilangan karakter lingkungan hidupnya, sementara mekanisme dekarbonisasi bergeser menjadi beban pasar dan pelaku usaha semata. Dengan demikian problem kebijakan karbon Indonesia bukan terletak pada ketiadaan instrumen, melainkan pada ketiadaan integrasi normatif antar-instrumen tersebut. Tanpa desain hukum yang secara eksplisit mengikat penerimaan pajak karbon pada pembiayaan dekarbonisasi melalui mekanisme APBN atau skema pendanaan publik yang sepadan, maka tujuan transisi energi dan pengendalian perubahan iklim berpotensi terjebak dalam retorika kebijakan tanpa jaminan realisasi struktural.

Strategi Dekarbonisasi Menuju Nol Emisi

Efektivitas pajak karbon sebagai instrumen dekarbonisasi pada akhirnya harus diukur dari kemampuannya mendukung transisi energi secara nyata. Dengan terwujudnya langkah konkrit tersebut akan berdampak pada perkembangan dalam dekarbonisasi yang difokuskan pada alternatif energi terbarukan, misalnya *green hydrogen* atau hidrogen hijau (Darmawan and Sebastian 2025). Dalam konteks ini, pengembangan energi terbarukan, termasuk hidrogen hijau menjadi indikator penting untuk menilai apakah desain hukum pajak karbon telah mampu menyediakan kepastian pendanaan, perlindungan lingkungan, dan jaminan kesehatan publik secara terintegrasi. Transisi ke energi bersih makin jadi sorotan penting dalam agenda pembangunan berkelanjutan (Mu'min et al. 2025). Dorongan ini muncul karena Indonesia selama ini masih sangat bergantung pada sumber energi fosil yang memegang peran dominan dalam sistem energinya, sehingga diperlukan perubahan nyata menuju pilihan energi yang lebih ramah lingkungan (Purba et al. 2025). Salah satu opsi yang mulai menarik perhatian global adalah hidrogen hijau. Energi ini lahir dari keinginan manusia untuk menjaga bumi agar tetap layak huni. Hidrogen hijau dihasilkan dengan memisahkan air menggunakan listrik bersih dari angin, matahari, atau sumber terbarukan lainnya (Mohamed and Mansour 2023), sehingga hampir tidak menghasilkan emisi karbon (Gomonov et al. 2025). Proses ini memanfaatkan energi berlebih yang biasanya terbuang begitu saja, lalu mengubahnya menjadi bahan bakar yang bisa mendukung industri, transportasi, hingga kehidupan sehari-hari tanpa merusak lingkungan (Rabiee et al. 2020).

Hidrogen adalah unsur paling melimpah di dunia, tetapi tidak muncul secara alami dalam bentuk bebas (Katz 2025). Untuk mendapatkannya, tata caranya harus harus mengekstraksi hidrogen dari berbagai sumber seperti air, biomassa, amonia, bahan bakar fosil, atau hidrogen sulfida dengan bantuan energi, baik itu listrik maupun panas (Awad et al. 2024). Jika tujuannya menghasilkan hidrogen tanpa emisi gas rumah kaca, maka proses produksinya harus menggunakan listrik dari energi terbarukan dan air sebagai bahan baku utama (Reza et al. 2022). Hidrogen hijau umumnya dihasilkan lewat proses elektrolisis, yaitu ketika air dipisahkan menjadi hidrogen dan oksigen menggunakan listrik dari energi terbarukan, prosesnya terjadi di dalam alat bernama elektroliser di mana ukuran dan teknologinya bisa berbeda-beda, tapi prinsip kerjanya selalu sama: listrik bersih menggerakkan reaksi kimia yang memecah air menjadi dua unsur penting tersebut (BKPM 2023).

Kajian oleh Bonaraja Purba dan rekan-rekan menunjukkan bahwa hidrogen hijau berpotensi membuka peluang kerja baru di sektor teknologi dan energi terbarukan, memperluas penggunaan Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam bauran energi nasional, serta memperkuat langkah Indonesia menuju target *net zero emission* (Purba et al. 2025). Potensi ini didukung oleh melimpahnya sumber energi terbarukan di Indonesia (Aditya et al. 2025), mulai dari sinar matahari yang berlimpah, aliran air yang stabil, hembusan angin di banyak wilayah pesisir, sampai biomassa yang melimpah dari sektor pertanian dan kehutanan. Kalimantan, Sumatera, Papua menjadi wilayah dengan potensi paling menjanjikan untuk produksi hidrogen hijau, daerah ini memiliki kombinasi sumber daya surya dan angin yang melimpah, sehingga

diproyeksikan mampu menghasilkan volume hidrogen tertinggi sekaligus biaya produksi terendah pada tahun 2040-2050 (Progresia 2025). Di pulau-pulau kecil atau kawasan industri tertentu, hidrogen bisa diproduksi dalam skala lebih kecil untuk kebutuhan lokal. Oleh karena itu, hidrogen hijau menjadi penting karena mampu menembus sektor-sektor yang sulit diturunkan emisinya. Ditingkat global, negara-negara seperti Australia, Chile, Tiongkok, Jerman, Spanyol, Prancis, Inggris, India, Belanda, dan Amerika Serikat sudah berada jauh di depan dalam membangun ekosistem hidrogen mereka (Gomonov et al. 2025). Mereka berinvestasi besar dalam pembangunan infrastruktur, riset dan teknologi penyimpanan hidrogen, sehingga mampu mempercepat transisi energi masing-masing. Filipina juga mulai memanfaatkan hidrogen untuk industri bahan kimia seperti amonia, plastik, dan resin, sekaligus mulai memakai hidrogen hijau sebagai sumber listrik bagi kendaraan berbahan bakar sel hydrogen, pendekatan ini membuat sektor industrinya tetap berjalan sambil mengurangi emisi (Boongaling et al. 2022). Selain itu, hidrogen juga digunakan sebagai bahan kimia penting dalam berbagai proses industri, termasuk menghilangkan sulfur dari minyak, membantu reaksi kimia tertentu, dan mendukung pembuatan baja (Sinaga and Manullang 2022). Masing-masing dari negara dalam lingkup global sudah menyiapkan ekosistem matang yang menghubungkan industri, energi terbarukan, dan teknologi penyimpanan hidrogen (Sinaga and Manullang 2022). Sementara itu, Indonesia masih berada di tahap perencanaan dan kajian, sehingga kesenjangan teknis maupun kapasitas produksi makin terasa.

Namun, di balik seluruh optimisme mengenai hidrogen hijau, terdapat problem yang jauh lebih serius dan selama ini cenderung diabaikan dalam wacana publik maupun akademik. Hidrogen hijau memang punya potensi besar, tetapi juga memiliki kendalanya meliputi dampak lingkungan dari proses produksinya, biaya investasi elektroliser yang masih tinggi, serta masalah penyimpanan dan distribusi yang membutuhkan sistem yang aman dan efisien (Worku 2022). Produksi hidrogen hijau memakai air dalam jumlah besar, dan hal ini bisa memperburuk kelangkaan air di wilayah yang sudah kering (Brahim and Jemni 2026). Di wilayah dengan ketersediaan air rentan dapat memicu konflik akses air, terlebih apabila tidak ada mekanisme alokasi yang adil maupun jaminan hak atas air bagi masyarakat lokal (Patonia 2025). Pengalihan air untuk kepentingan industri energi dalam konteks dekarbonisasi nasional dapat menimbulkan tantangan kebijakan dan hukum, termasuk konflik di antara hak akses masyarakat dan penggunaan air untuk proyek energi, sejalan dengan konsep *water-energy-food nexus* dalam transisi energi yang adil (Yan Li 2023).

Dengan demikian, tantangan transisi energi tidak hanya terbatas pada pengelolaan sumber daya air, tetapi juga meluas pada kebutuhan material dan logam kritis yang menopang pembangunan teknologi energi rendah karbon. Menekankan bahwa perlu banyak logam kritis, misalnya iridium, nikel, aluminium, tembaga, dan sebagainya untuk membangun elektroliser dan infrastruktur energi terbarukan (Greenwald et al. 2024). Keterbatasan pasokan logam ini bisa menjadi penghambat besar dan berpotensi memicu eksploitasi sumber daya alam. Di sisi energi, efisiensi hidrogen hijau rendah, sehingga energi terbarukan yang seharusnya untuk kebutuhan publik malah terserap industri besar, menciptakan ketimpangan akses energi. Dari aspek keselamatan, hidrogen mudah bocor dan mudah terbakar, sehingga penyimpanan dan transportasinya berisiko tinggi jika standar keamanan tidak terpenuhi (Kumar et al. 2025). Secara sosial, proyek hidrogen bisa memicu konflik ruang, marginalisasi masyarakat lokal, dan hilangnya ruang hidup tradisional. Keseluruhan dampak ini menunjukkan bahwa hidrogen hijau bukan solusi tunggal; tanpa kontrol yang kuat, ia bisa menciptakan ketidakadilan baru dalam transisi energi.

Dari seluruh analisis ini, jelas bahwa pengembangan hidrogen hijau tidak dapat hanya bertumpu pada narasi teknologinya yang bersih dan menjanjikan. Potensi besar yang ditawarkannya memang mampu mendukung dekarbonisasi dan memperkuat kemandirian energi, tetapi realisasinya bergantung pada kemampuan negara mengelola risiko lingkungan,

sosial, dan ekonominya secara serius. Ketergantungan pada air, kebutuhan logam kritis, serta rendahnya efisiensi energi memperlihatkan bahwa teknologi ini dapat menciptakan ketimpangan baru bila diterapkan tanpa kerangka regulasi yang ketat dan berkeadilan. Selain itu, risiko keselamatan dalam penyimpanan dan distribusi hidrogen serta potensi konflik ruang menegaskan bahwa transisi energi tidak boleh mengorbankan hak masyarakat lokal maupun keberlanjutan ekologis. Karena itu, pengembangan hidrogen hijau harus dilakukan secara hati-hati, dengan memastikan bahwa manfaat ekonomi dan energi benar-benar kembali kepada masyarakat, bukan justru memperkuat struktur ketergantungan global yang selama ini ingin diatasi melalui transisi energi.

KESIMPULAN

Penelitian ini menegaskan bahwa konstruksi hukum pajak karbon di Indonesia belum sepenuhnya mencerminkan prinsip-prinsip hukum lingkungan dan perlindungan kesehatan lingkungan. Penempatan pajak karbon dalam hukum perpajakan melalui Undang-Undang Harmonisasi Peraturan Perpajakan menunjukkan dominasi rasionalitas fiskal dibandingkan rasionalitas ekologis. Akibatnya, prinsip kehati-hatian, pencegahan, dan pencemar membayar tidak berfungsi sebagai norma operasional yang mengikat, melainkan berhenti pada tataran legitimasi kebijakan. Dalam perspektif teori hukum lingkungan modern, kondisi tersebut menandakan pergeseran orientasi dari perlindungan lingkungan menuju pengelolaan kepatuhan administratif dan penerimaan negara. Selanjutnya, penelitian ini menemukan bahwa kebijakan pajak karbon belum terintegrasi secara efektif sebagai instrumen dekarbonisasi. Disharmonisasi kebijakan fiskal, lingkungan, energi, dan administrasi menciptakan kebijakan karbon yang bersifat sektoral dan terpisah, sehingga tidak membentuk satu sistem hukum yang utuh. Ketidakhadiran norma yang secara tegas menghubungkan pemungutan pajak karbon dengan pembiayaan pengendalian perubahan iklim menyebabkan penerimaan dari aktivitas penghasil emisi tidak diarahkan kembali untuk pemulihan lingkungan dan transisi energi. Dalam kerangka teori hukum lingkungan, kondisi ini bertentangan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dan keadilan antargenerasi yang menuntut integrasi antara tujuan ekonomi, ekologis, dan sosial. Dari sudut pandang teori utilitarianisme, desain kebijakan pajak karbon di Indonesia merefleksikan pendekatan yang menitikberatkan pada kalkulasi manfaat ekonomi terbanyaknya, khususnya stabilitas fiskal dan efisiensi pasar. Pendekatan ini cenderung mengabaikan distribusi beban ekologis dan risiko kesehatan yang ditanggung oleh kelompok rentan, selama manfaat terbesar dari kebijakan dianggap lebih besar bagi kepentingan nasional. Ketegangan antara rasionalitas utilitarian-ekonomi dan rasionalitas ekologis-konstitusional tersebut memperlihatkan keterbatasan utilitarianisme dalam menjamin perlindungan kesehatan lingkungan sebagai nilai yang tidak dapat dinilai semata-mata dengan perhitungan ekonomi.

Disharmonisasi kebijakan karbon tersebut berimplikasi langsung pada lemahnya strategi dekarbonisasi berbasis energi terbarukan, khususnya dalam pengembangan hidrogen hijau. Ketiadaan kepastian pendanaan yang bersumber dari pajak karbon menyebabkan proyek-proyek transisi energi berbiaya besar bergantung pada anggaran negara, mekanisme pasar, dan investasi swasta. Pengembangan hidrogen hijau menunjukkan potensi strategis sebagai bagian dari dekarbonisasi jangka panjang, namun efektivitasnya sangat bergantung pada kepastian regulasi dan dukungan pendanaan yang terintegrasi. Tanpa kerangka hukum yang menempatkan hidrogen hijau dalam prinsip keadilan lingkungan dan perlindungan kesehatan masyarakat, teknologi ini berisiko menjadi agenda transisi energi yang elitis dan tidak berkelanjutan. Dalam perspektif keadilan lingkungan, kondisi ini berpotensi melahirkan ketimpangan baru, baik dalam bentuk konflik sumber daya, marginalisasi masyarakat lokal, maupun pengalihan risiko lingkungan dan kesehatan kepada publik. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa efektivitas dekarbonisasi di Indonesia sangat bergantung

pada integrasi normatif antara kebijakan pajak karbon, prinsip hukum lingkungan, dan pembiayaan publik. Pajak karbon perlu diposisikan secara tegas sebagai instrumen lingkungan yang berfungsi membiayai pengendalian perubahan iklim dan transisi energi, dengan mekanisme hukum yang mengikat alokasi penerimaannya. Integrasi tersebut harus disertai harmonisasi regulasi lintas sektor serta penempatan perlindungan kesehatan lingkungan sebagai batas normatif terhadap rasionalitas ekonomi. Tanpa pembenahan tersebut, kebijakan karbon berisiko kehilangan fungsi transformasinya dan tidak mampu mewujudkan dekarbonisasi yang adil, berkelanjutan, dan berpihak pada kepentingan kesehatan publik.

REFERENSI

(BKPM), Kementrian Investasi dan Hilirisasi. 2023. "Kajian Pengembangan Investasi Hidrogen Hijau Di Indonesia Potensi Dan Tantangan." Pp. 6–8 in.

Adedeji, Olufemi, Okocha Reuben, and Olufemi Olatoye. 2014. "Global Climate Change." (April):114–22.

Aditya, Indra Ardhanayudha, Zulfa Berliana Pratiwi, and Dzikri Firmansyah Hakam. 2025. "Green Hydrogen as a Catalyst for Indonesia ' s Energy Transition : Challenges , Opportunities , and Policy Frameworks." *International Journal of Energy Economics and Policy* 15(2):186. doi: 10.32479/ijeep.17380.

Anditya, Ariesta Wibisono Anditya. 2023. "AI Dan Ancaman Kerusakan Lingkungan: Hukum Indonesia Berpeluangkah Kendalikan Keduanya." Retrieved November 26, 2025 (https://www.hukumonline.com/berita/a/ai-dan-ancaman-kerusakan-lingkungan--hukum-indonesia-berpeluangkah-kendalikan-keduanya-lt64ce4a7e566fd?page=2).

Anwar, Muhkamat. 2022. "Green Economy Sebagai Strategi Dalam Menangani Masalah Ekonomi Dan Multilateral." *Jurnal Pajak Dan Keuangan Negara* 4(15):349–51.

Apriandi Zuhir M, Nurlinda ida, Imami AAD, Idris I. 2025. "Indonesia Pasca Ratifikasi Perjanjian Paris 2015; Antara Komitmen Dan Realitas." *Bina Hukum Lingkungan* 1(2):232.

Awad, Mohamed, Abdelrahman Said, Mohamed H. Saad, Amr Farouk, Shady H. E. Abdel, Almoataz Y. Abdelaziz, and Ahmed I. Omar. 2024. "A Review of Water Electrolysis for Green Hydrogen Generation Considering PV / Wind / Hybrid / Hydropower / Geothermal / Tidal and Wave / Biogas Energy Systems , Economic Analysis , and Its Application." *Alexandria Engineering Journal* 87(December 2023):215. doi: 10.1016/j.aej.2023.12.032.

Bakti, Bakti, and M. Saleh Sjafei. 2020. "Paradigma Penerapan Prinsip Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia." *Syiah Kuala Law Journal* 4(2):174. doi: 10.24815/sklj.v4i2.17634.

Basuki Putra, Tegar Pratama, and Sapto Hermawan. 2025. "Kepastian Hukum Penggunaan Artificial Intelligence Dalam Pendidikan Hukum." *PROSIDING SENADIKA : Seminar Nasional Akademik* 2(1):286.

Bell R, Khan M, Romeo-Velilla M, Stegeman I, Godfrey A, Taylor T, Morris G, Staatsen B, van der Vliet N, Kruize H, Anthun KS, Lillefjell M, Espnes GA, Chiabai A, de Jalón SG, Quiroga S, Martinez-Juarez P, Máca V, Zvěřinová I, Ščasný M, Marques S, Craveiro D, Westerink J, Spelt H, Karnaki P, Strube R, Merritt AS, Friberg M, Bélorgey N, Vos M, Gjorgjev D, Upelniece I, Costongs C. Ten Lessons for Good Practice for the INHERIT Triple Win: Health, Equity, and Environmental Sustainability. Int J Environ Res Public Health. 2019 Nov 17;16(22):4546. doi: 10.3390/ijerph16224546. PMID: 31744247; PMCID: PMC6888316. Boongaling, Casper, Kenneth Ian, Talosig Batac, Edgar Medrano, and Reyes Jr. 2022. "ScienceDirect Prospects and Challenges for Green Hydrogen Production and Utilization in the Philippines." *International Journal of Hydrogen Energy*

47(41):17861. doi: 10.1016/j.ijhydene.2022.04.101.

Boongaling, Casper, Kenneth Ian, Talosig Batac, Edgar Medrano, and Reyes Jr. 2022. "ScienceDirect Prospects and Challenges for Green Hydrogen Production and Utilization in the Philippines." *International Journal of Hydrogen Energy* 47(41):17861. doi: 10.1016/j.ijhydene.2022.04.101.

Brahim, Taoufik, and Abdelmajid Jemni. 2026. "Green Hydrogen Production : A Review of Technologies , Challenges , and Hybrid System Optimization." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 225(July 2025):2. doi: 10.1016/j.rser.2025.116194.

Bretschger, Lucas, and Evgenij Komarov. 2024. "All Inclusive Climate Policy in a Growing Economy: The Role of Human Health." *Environmental and Resource Economics* 87(12):3208. doi: 10.1007/s10640-024-00910-w.

Buitendag, Nico. 2025. "Environmental Law and Systems Theory." *Systems Research and Behavioral Science* 42(2):298. doi: https://doi.org/10.1002/sres.3075.

Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). 2020. "Pencemaran Udara Lintas Batas Di Provinsi Jakarta, Banten, Dan Jawa Barat." *Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA)* 1–30.

Chen, Lin, Goodluck Msigwa, Mingyu Yang, Ahmed I. Osman, Samer Fawzy, and David W. Rooney. 2022. *Strategies to Achieve a Carbon Neutral Society : A Review Intergovernmental Panel on Climate Change*. Vol. 20. Springer International Publishing.

Dilasari, Aranta Prista, Heti Nur Ani, Rahma Jariatul, and Hajah Rizka. 2023. "Analisis Best Practice Kebijakan Carbon Tax Dalam Mengatasi Eksternalitas Negatif Emisi Karbon Di Indonesia." 7:184–94.

Gomonov, Konstantin, Chrisna T. Permana, and Chanel Tri. 2025. "The Growing Demand for Hydrogen : C Urrent Trends , Sectoral Analysis , and Future Projections." *Unconventional Resources* 6(November 2024):1–5. doi: 10.1016/j.uncres.2025.100176.

Greenwald, Julia E., Mervin Zhao, and Douglas A. Wicks. 2024. "Critical Mineral Demands May Limit Scaling of Green Hydrogen Production." *Frontiers in Geochemistry* 2(January):2. doi: 10.3389/fgeoc.2023.1328384.

Hadi DA, Putri CE, Apriyadi SW. 2023. "Antropologi Dan Ekologi Pemerintahan Dalam Mengupayakan Pengurangan Emisi Karbon Di Indonesia." *Jurnal Hukum Progresif* 6(12):179.

Haryanto, Handrix Chris, and Sowanya Ardi Prahara. 2019. "Perubahan Iklim, Siapa Yang Bertanggung Jawab?" 21(2):50–61.

Hasyim DM, Anripa N, Pramono SA, Ode L, Muhuruna M. 2025. "Kesehatan Lingkungan Dan Implementasi Kebijakan Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca Di Sektor Industri Environmental Health and Greenhouse Gas Emission Reduction Policy Implementation in the Industrial Sector." *Environmental Health and Greenhouse Gas Emission Reduction Policy Implementation in the Industrial Sector.* 8(7):4164.

Islami, Fariha Anabila, and Ayub Torry Satriyo Kusumo. 2025. "Ketidakadilan Akibat Ketiadaan Regulasi Artificial Intellegence Dalam Pengembangan Pariwisata Indonesia." *PROSIDING SENADIKA : Seminar Nasional Akademik* 2(2):260.

Judijanto, Loso. 2025. "Dampak Implementasi Kebijakan Pajak Karbon Terhadap Daya Saing Kompetitif Sektor Industri Manufaktur Di Indonesia : Analisis Ekonomi Dan Strategis." *Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)* 4(3):6880–81. doi: https://doi.org/10.31004/riggs.v4i3.3027.

Karina GD, Kanggas FZH. 2023. "Analisa Teori Keadilan John Rawls Dan Teori Utilitarianisme Jeremy Benthan Terhadap Konsep Pemenuhan Hak Korban Menurut Perspektif Viktimologi." *Journal of Indonesian Comparative of Syariah Law (JICL)* 6(2):271–72. doi: https://doi.org/10.21111/jicl.v6i2.11194.

Katz, Barry Jay. 2025. "An Overview of Hydrogen in the Subsurface." *Unconventional Resources* 8(August):100245 (100246). doi: 10.1016/j.uncres.2025.100245.

Khajeh Naeeni, Sepehr. 2023. "The Utilitarian Approach to Environmental Law: Balancing Costs and Benefits." *Interdisciplinary Studies in Society, Law, and Politics* 2(1):8. doi: 10.61838/kman.isslp.2.1.2.

KristianDarmawan, Christhoper, and Ezra Sebastian. 2025. "Kebijakan Co-Firing Hidrogen Hijau: Solusi Dekarbonisasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap Di Indonesia." *LEX RENAISSANCE* 10(2):276–77. doi: 10.20885/JLR.vol10.iss2.art1.

Kumar, Ayush, K. Anas, Anshu Patel, Kaushlendra Singh Saini, and Deepesh Kumar. 2025. "Safety and Risk Assessment of Hydrogen Leaks And." *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)* 13(9):2155.

Kurnia, Alfi, and Sudarti. 2025. "Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor." *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains* 4(2):2.

Lin, Cheng-kuan, Ro-ting Lin, Tom Chen, Corwin Zigler, Yaguang Wei, and David C. Christiani. 2019. "A Global Perspective on Coal-Fired Power Plants and Burden of Lung Cancer." 1–11.

Maidasari, Tika, Lukman Yudho Prakoso, and Sri Murtiana. 2023. "Renewable Energy As A Green Economy Stimulus In Indonesia." *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan* 4(3):187. doi: 10.14710/jebt.2023.18496.

Marzuki, Peter Mahmud. 2024. *Penelitian Hukum*. Revisi. Jakarta: Kencana.

Merner, L. Delta, Lisa Benjamin, William Ercole, Isabela Keuschnigg, Julian Kunik, Karla Martínez Toral, Laura Peterson, Joana Setzer, Karen Sokol, Aradhna Tandon, and Kaia Turowski. 2024. "Comparative Analysis of Legal Mechanisms to Net-Zero: Lessons from Germany, the United States, Brazil, and China." *Carbon Management* 15(1):1–2. doi: 10.1080/17583004.2023.2288592.

Mohamed, Ali, and Rawia Mansour. 2023. "Green Hydrogen as a Potential Solution for Reducing Carbon Emissions : A Review." 13(2):2. doi: https://doi.org/10.9734/JENRR/2023/v13i2257.

Mu'min, M. Silahul, Misbahol Yaqin, and Muhammad Syariful. 2025. "Does Energy Transition Matter to Sustainable Development in ASEAN ?" *International Journal of Renewable Enegi Development* 13(2):191-205 (192). doi: 10.61435/ijred.2024.59544.

Mubila AM, Suryani SA, Rizki PA, Pratiwi LA, Ikhsan F, Marwenny E. 2024. "Analisis Hukum Terkait Pemanasan Global Dan Perubahan Iklim Yang Berdampak Terhadap Kelangsungan Hidup Manusia (Pembahasan Terhadap Regulasi)." *Jurnal Kajian Hukum Dan Kebijakan Publik* 2(1):23.

Muharir, Muharir, and Slamet Haryono. 2023. "Konsep Utilitarianisme Jhon Stuart Mill Relevansinya Terhadap Behavioral Economics." *Ekonomica Sharia: Jurnal Pemikiran Dan Pengembangan Ekonomi Syariah* 9(1):117. doi: 10.36908/esha.v9i1.765.

Muslim, Rerhandhi Alfian, and Fatma Ulfatun Najicha. 2022. "Perlindungan Lingkungan Dalam UU Cipta Kerja." *Indonesian State Law Review* 5(1):19–20. doi: https://doi.org/10.15294/islrev.v5i1.23124.

Muzakki MSW. 2025. "Pajak Karbon, Solusi Pendanaan APBN Yang Berkelanjutan?"

Nenden Fatimah Dzahabiyyaha, Maret Priyantab, Yulinda Adharanic. 2022. "Arah Pengaturan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap Di Indonesia Sebagai Komitmen Terhadap Paris Agreement." 1(April).

Nugraha AA, Handayani IGAKR, Najicha FU. 2021. "Peran Hukum Lingkungan Dalam Mencegah Kerusakan Dan Pencemaran Lingkungan Hidup." *Jurnal Hukum Tora: Hukum Untuk Mengatur Dan Melindungi Masyarakat* 7(2):290. doi: 10.33541/tora.v12i3.1295.

Panarello, Demetrio, and Andrea Gatto. 2023. "Decarbonising Europe – EU Citizens ' Perception of Renewable Energy Transition amidst the European Green Deal" *Energy Policy* 172(February 2022):113272. doi: 10.1016/j.enpol.2022.113272.

Paolocci G, Bauleo L, Folletti I, Murgia N, Muzi G, Ancona C. 2025. "Industrial Air Pollution and Respiratory Health Status among Residents in an Industrial Area in Central Italy." *International Journal of Environmental Research and Public Health Article* 17(11):9.

Patonia, Aliaksei. 2025. "Green Hydrogen and Its Unspoken Challenges for Energy Justice." *Applied Energy* 377(PC):2. doi: 10.1016/j.apenergy.2024.124674.

Pratama, Riza. 2025. "Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi." *Buletin Utama Teknik* 14(2):120. doi: https://doi.org/10.3390/ijerph17113795.

Progresia, Niken Pusparani Permata. 2025. "Perkembangan Dan Tantangan Produksi Hidrogen Hijau Di Indonesia." *Greennetwork.Id*. Retrieved (https://greennetwork.id/gna-knowledge-hub/perkembangan-dan-tantangan-produksi-hidrogen-hijau-di-indonesia/).

Purba, Bonaraja, Ainun Saskia, Essi Laura Amanda, Rachel Adeline Siagian, and Elizabet Sitorus. 2025. "Peran Kebijakan Sumber Daya Alam Dalam Mewujudkan Transisi Energi Berbasis Green Hydrogen Di Indonesia." 4(2):7906–12.

Rabiee, Abbas, Andrew Keane, and Alireza Soroudi. 2020. "Technical Barriers for Harnessing the Green Hydrogen: A Power System Perspective." 163:3.

Reza, M. S., Navila Rahman, and Safat B. Wali. 2022. "Optimal Algorithms for Energy Storage Systems in Microgrid Applications : An Analytical Evaluation Towards Future Directions." 10.

Risa Nur Amalia, Yuanita Windusari, Novrika Sari, Nur Alam Fajar AR. 2025. "Strategi Promosi Kesehatan Dalam Menghadapi Dampak Perubahan Iklim Bagi Kesehatan Masyarakat: Systematic Literature Review." *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia* 7(1):6.

Rongiyati, Sulasi. 2021. "Politik Hukum Undang-Undang Harmonisasi Peraturan Perpajakan." *Info Singkat* 13(20):3.

Rosnawati, Emy, and M. Tanzil Multazam. 2022. *Buku Ajar Hukum Lingkungan*. Sidoarjo: UMSIDA Press.

Saputro, Rudri Musdianto. 2023. "Penegakan Hukum Lingkungan Di Indonesia Ditinjau Dari Teori Keadilan Aristoteles." *JISIP (Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan)* 7(1):26. doi: 10.58258/jisip.v7i1.3970.

Sinaga, Nazaruddin, and Efrando Manullang. 2022. "Potential and Challenges of Hydrogen Development as New Renewable Energy in Indonesia." 7(2).

Spaltani, Bita Gadsia. 2018. "Penerapan Kebijakan Hakim Bersertifikat Lingkungan (Pemenuhan Hak Spiritual Hakim Dalam Mewujudkan Ekokrasi Di Indonesia)." *Law and Justice* 3(2):108. doi: 10.23917/laj.v3i2.7395.

Stefan Lechtenböhmer, Hans-Jochen Luhmann. 2013. "Decarbonization and Regulation of Germany ' s Electricity System after Fukushima Decarbonization and Regulation of Germany ' s Electricity System after Fukushima." 146–54. doi: 10.1080/14693062.2013.754605.

Suong, Moh Akli, and Muhammad Abdi Sabri I. Budahu. 2022. "Perlindungan Lingkungan Hidup Sebagai Hak Konstitusional Warga Negara Dalam Pembangunan Berkelanjutan." *Jurnal Media Hukum* 10(2):111–12. doi: https://doi.org/10.59414/jmh.v10i2.525.

Susilawati. 2025a. "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan." *Electronic Journal Scientific of Envitonmental Health And Diseases (e-SEHAD)* 2(1):29.

Susilawati. 2025b. "Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan Manusia." *Electronic Journal Scientific of Envitonmental Health And Diseases (e-SEHAD)* 1(1):43.

Syarif, Laode M., Maskun, and Latif Birkah. 2015. "Evolusi Kebijakan Dan Prinsip-Prinsip Lingkungan Global." Pp. 97–38 in *Hukum Lingkungan Teori, Legislasi dan Studi Kasus*, edited by L. M. Syarif and A. G. Wibisana. Jakarta: Kemitraan Partnerhip.

Taufik, Andi Darma, Fitri Wahyuni, and Hendra Gunawan. 2024. "Analisis Sejarah Dan Perkembangan Teori Utilitarianisme Terhadap Hukum Indonesia." *Yurisprudentia: Jurnal Hukum Ekonomi* 10(1):90.

United Cities and Local Governments Asia Pacific (UCLG ASPAC). 2024. *Climate Finance Landscape Indonesia*. Jakarta: UCLG ASPAC.

United Nations Environment Programme, (UNEP). 2019. *Global Environment Outlook (GEO-6): Healthy Planet, Healthy People*. edited by P. Ekins, J. Gupta, and P. Boileau. New York: Cambridge University Press.

Wedanti IGAJM. 2016. "Kajian Lingkungan Hidup Strategis Sebagai Bentuk Integrasi Prinsip Pembangunan Berkelanjutan Dalam Perencanaan Tata Ruang Wilayah." *Magister Hukum Udayana* 5(3):537–40.

Wellid, Ismail, Luga Martin Simbolon, Muhamad Anda Falahuddin, Nita Nurfitriani, Mohamad Firdaus, Nani Yuningsih, Evaluasi Polusi, Udara Pm, and Infeksi Saluran. 2024. "Evaluasi Polusi Udara PM2 . 5 Dan PM10 Di Kota Bandung Serta Kaitannya Dengan Infeksi Saluran Pernafasan Akut." *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* 23(2):128. doi: 10.14710/ jkli.23. 2 . 12 8 - 13 6.

Wikanto JR, Wijaya L, Dewantara J, Lopulalan AA, Regina R. 2025. "Polusi Udara Dan Dermatitis Atopik: Suatu Tinjauan Literatur." 24(3):298.

Worku, Muhammed Y. 2022. "Recent Advances in Energy Storage Systems for Renewable Source Grid Integration : A Comprehensive Review." *Journal Sustainability* 14:5.

Yan Li, Ruilian Zhang. 2023. "A Review of Water-Energy-Food Nexus Development in a Just Energy Transition." *Energies* 16(17):2. doi: 10.3390/en16176253.

Yudi, Anastasya Lavenia. 2025. "Zulhas Sebut Perpres NEK Bisa Optimalkan Pasar Karbon Indonesia." Retrieved November 27, 2025 (https://www.tempo.co/ekonomi/zulhas-sebut-perpres-nek-bisa-optimalkan-pasar-karbon-indonesia-2081393).

Zhao, Xiangguang. 2023. "A Comparison of Theories Related to Climate Justice." *International Journal of Frontiers in Sociology* 5(9):7. doi: 10.25236/ijfs.2023.050902.