

Perlindungan Hukum Terhadap Ekosistem Mangrove Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim

Hardiyanto Pono¹, Kaharuddin Kaendo², Sutriana³

Magister Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Halu Oleo, Indonesia^{1,2,3}

*Email hardiyantopono1@gmail.com¹, kaharuddinkaendo19@gmail.com, Sutrianayanach@gmail.com³

Sejarah Artikel:

Diterima 15-06-2026
Disetujui 20-06-2026
Diterbitkan 22-06-2026

ABSTRACT

Mangrove ecosystems play a strategic role in climate change mitigation due to their ability to absorb and store substantial amounts of blue carbon, as well as protect coastal areas from abrasion, tidal flooding, and sea-level rise. As the country with the largest mangrove area in the world, Indonesia possesses approximately 3.44 million hectares of mangrove forests, storing more than 3 billion tons of carbon reserves. This study aims to analyze the legal framework governing mangrove ecosystem protection within Indonesia's environmental law system, examine the effectiveness of legal protection for mangroves as a climate change mitigation measure, and identify strategies for optimizing such legal protection. This research employs a normative legal research method using both the statutory approach and the conceptual approach, supported by primary and secondary legal materials obtained through library research. The findings reveal that the legal protection of mangrove ecosystems has been regulated through various laws and regulations, including Law Number 32 of 2009 on Environmental Protection and Management, Law Number 27 of 2007 in conjunction with Law Number 1 of 2014 on the Management of Coastal Areas and Small Islands, as well as several national policies related to mangrove management. However, the effectiveness of their implementation remains constrained by various challenges, including land-use conversion, weak law enforcement, and inadequate inter-agency coordination. Therefore, strengthening regulations, enhancing monitoring and law enforcement mechanisms, integrating climate change policies with mangrove management, and increasing community participation are necessary to ensure the sustainability of mangrove ecosystems as an effective instrument for climate change mitigation.

Keywords: *legal protection, mangrove ecosystems, climate change mitigation, blue carbon, environmental law.*

ABSTRAK

Ekosistem mangrove memiliki peran strategis dalam mitigasi perubahan iklim karena kemampuannya menyerap dan menyimpan karbon biru (blue carbon) dalam jumlah besar serta melindungi wilayah pesisir dari abrasi, banjir rob, dan kenaikan muka air laut. Indonesia sebagai negara dengan luas mangrove terbesar di dunia memiliki sekitar 3,44 juta hektare mangrove yang menyimpan cadangan karbon lebih dari 3 miliar ton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaturan hukum perlindungan ekosistem mangrove dalam sistem hukum lingkungan Indonesia, mengkaji efektivitas perlindungan hukum mangrove sebagai upaya mitigasi perubahan iklim, serta mengidentifikasi upaya optimalisasi perlindungan hukum tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian hukum normatif dengan pendekatan perundang-undangan (statute approach) dan pendekatan konseptual (conceptual approach), yang didukung oleh bahan hukum primer dan sekunder melalui studi kepustakaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlindungan hukum mangrove telah diatur dalam berbagai peraturan perundang-undangan, antara lain Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009

tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 juncto Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, serta berbagai kebijakan nasional terkait pengelolaan mangrove. Namun demikian, efektivitas implementasinya masih menghadapi berbagai kendala, seperti alih fungsi lahan, lemahnya penegakan hukum, dan kurangnya koordinasi antarinstansi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan regulasi, peningkatan pengawasan dan penegakan hukum, integrasi kebijakan perubahan iklim dengan pengelolaan mangrove, serta peningkatan partisipasi masyarakat guna mendukung keberlanjutan ekosistem mangrove sebagai instrumen mitigasi perubahan iklim.

Kata Kunci: perlindungan hukum, ekosistem mangrove, mitigasi perubahan iklim, karbon biru, hukum lingkungan.

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Pono, H., Kaendo, K., & Sutriana, S. (2026). Perlindungan Hukum Terhadap Ekosistem Mangrove Sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim. Jejak Digital: Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(4), 6400-6407. <https://doi.org/10.63822/qy5cfv90>

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan global terbesar yang dihadapi masyarakat internasional pada abad ke-21. Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer akibat aktivitas manusia telah menyebabkan kenaikan suhu bumi, perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi bencana alam, serta kenaikan muka air laut yang mengancam wilayah pesisir. Indonesia sebagai negara kepulauan sangat rentan terhadap dampak perubahan iklim, terutama pada kawasan pesisir yang menjadi tempat hidup jutaan penduduk dan pusat berbagai aktivitas ekonomi. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi perubahan iklim yang efektif melalui pendekatan struktural maupun berbasis ekosistem.

Salah satu ekosistem yang memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim adalah ekosistem mangrove. Mangrove merupakan vegetasi khas wilayah pesisir tropis yang tumbuh pada daerah pasang surut dan memiliki kemampuan luar biasa dalam menyerap serta menyimpan karbon. Ekosistem ini tidak hanya berfungsi sebagai pelindung pantai dari abrasi dan gelombang laut, tetapi juga berkontribusi besar dalam mengurangi emisi karbon melalui mekanisme penyimpanan karbon biru (*blue carbon*). Penelitian menunjukkan bahwa mangrove termasuk salah satu ekosistem dengan kapasitas penyimpanan karbon tertinggi dibandingkan ekosistem hutan lainnya.

Indonesia memiliki posisi strategis dalam upaya konservasi mangrove dunia karena merupakan negara dengan luas mangrove terbesar di dunia. Berdasarkan Peta Mangrove Nasional Tahun 2023, luas mangrove Indonesia mencapai sekitar 3,44 juta hektare atau sekitar 20 persen dari total luas mangrove dunia. Luas tersebut menunjukkan bahwa keberadaan mangrove Indonesia memiliki kontribusi signifikan terhadap keseimbangan iklim global sekaligus menjadi aset lingkungan yang sangat bernilai.

Selain memiliki luasan terbesar, mangrove Indonesia juga menyimpan cadangan karbon yang sangat besar. Potensi karbon biru yang tersimpan dalam ekosistem mangrove Indonesia diperkirakan mencapai 3.267,87 Megaton Carbon (MtC) atau setara dengan sekitar 11.982,21 MtCO₂e yang dapat berperan dalam menyerap emisi gas rumah kaca. Potensi tersebut menjadikan mangrove sebagai salah satu instrumen penting dalam pencapaian target penurunan emisi Indonesia sebagaimana tercantum dalam komitmen *Nationally Determined Contribution* (NDC).

Dalam konteks hukum lingkungan, keberadaan mangrove memiliki nilai strategis karena berkaitan langsung dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Konsep pembangunan berkelanjutan menekankan keseimbangan antara kepentingan ekonomi, sosial, dan lingkungan guna menjamin keberlangsungan sumber daya alam bagi generasi mendatang. Perlindungan terhadap ekosistem mangrove menjadi bagian dari implementasi prinsip tersebut karena kerusakan mangrove tidak hanya menimbulkan kerugian ekologis, tetapi juga berdampak pada kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat pesisir.

Meskipun memiliki manfaat yang besar, kondisi mangrove di Indonesia masih menghadapi berbagai ancaman serius. Alih fungsi lahan mangrove menjadi tambak, kawasan industri, pelabuhan, permukiman, dan proyek pembangunan pesisir terus berlangsung di berbagai daerah. Aktivitas tersebut menyebabkan berkurangnya luas kawasan mangrove dan menurunkan kapasitas penyimpanan karbon yang dimiliki ekosistem tersebut. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa konversi mangrove menjadi tambak merupakan salah satu penyebab utama degradasi mangrove di Indonesia.

Kerusakan mangrove juga berdampak langsung terhadap peningkatan emisi karbon. Kajian mengenai karbon biru menunjukkan bahwa perubahan fungsi lahan mangrove menyebabkan hilangnya cadangan karbon dalam biomassa maupun tanah, sehingga karbon yang tersimpan selama puluhan bahkan ratusan tahun dilepaskan kembali ke atmosfer. Kondisi ini berpotensi mempercepat laju perubahan iklim dan mengurangi kemampuan lingkungan dalam menyerap emisi karbon.

Di tingkat global, ancaman terhadap ekosistem mangrove semakin mengkhawatirkan. Laporan terbaru yang dirilis oleh International Union for Conservation of Nature (IUCN) menunjukkan bahwa sekitar setengah dari ekosistem mangrove dunia berada dalam risiko keruntuhan akibat aktivitas manusia, kenaikan muka air laut, dan perubahan iklim. Temuan tersebut menunjukkan bahwa perlindungan mangrove tidak hanya menjadi isu nasional, tetapi juga menjadi bagian penting dari agenda lingkungan global.

Namun demikian, keberadaan berbagai regulasi tersebut belum sepenuhnya mampu menjamin perlindungan mangrove secara efektif. Masih ditemukan berbagai kasus kerusakan mangrove akibat lemahnya pengawasan, rendahnya kepatuhan pelaku usaha, tumpang tindih kewenangan, serta belum optimalnya penegakan hukum lingkungan. Akibatnya, berbagai upaya rehabilitasi sering kali tidak sebanding dengan laju kerusakan yang terjadi di lapangan.

Permasalahan lain yang turut memengaruhi efektivitas perlindungan mangrove adalah konflik kepentingan antara pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan. Di satu sisi, kawasan pesisir menjadi lokasi strategis bagi investasi dan pembangunan infrastruktur. Namun di sisi lain, pembangunan yang tidak memperhatikan daya dukung lingkungan dapat mengakibatkan hilangnya ekosistem mangrove yang memiliki fungsi ekologis penting.

Dalam perspektif hukum lingkungan, perlindungan mangrove harus dilaksanakan berdasarkan prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) dan prinsip tanggung jawab negara (*state responsibility*). Negara berkewajiban menjamin keberlanjutan fungsi lingkungan hidup melalui kebijakan, pengawasan, dan penegakan hukum yang efektif terhadap setiap aktivitas yang berpotensi menimbulkan kerusakan ekosistem mangrove.

Dapat dipahami bahwa ekosistem mangrove memiliki peran yang sangat penting dalam mitigasi perubahan iklim melalui fungsi penyimpanan karbon, perlindungan wilayah pesisir, serta pemeliharaan keanekaragaman hayati. Namun, berbagai ancaman dan lemahnya implementasi perlindungan hukum masih menjadi kendala dalam menjaga keberlanjutan ekosistem tersebut. Oleh karena itu, diperlukan kajian yang komprehensif mengenai perlindungan hukum terhadap ekosistem mangrove sebagai upaya mitigasi perubahan iklim guna menilai efektivitas pengaturan yang ada sekaligus merumuskan langkah-langkah penguatan kebijakan dan penegakan hukum di Indonesia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat normative dengan beberapa pendekatan yakni pendekatan undang-undang (*Statute approach*), Pendekatan Konseptual (*conceptual approach*), dengan sumber bahan hukum yang digunakan Adalah bahan hukum primer, bahan hukum sekunder (studi kepustakaan), dengan analisis yang sifatnya preskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peran Perlindungan Hukum Ekosistem Mangrove dalam Mitigasi Perubahan Iklim dan Tantangan Implementasinya

1. Konsep Perlindungan Hukum Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem pesisir yang terdiri atas vegetasi mangrove beserta unsur biotik dan abiotik yang saling berinteraksi dalam menjaga keseimbangan lingkungan pesisir. Dalam perspektif hukum lingkungan, mangrove tidak hanya dipandang sebagai sumber daya alam, tetapi juga

sebagai bagian dari sistem penyangga kehidupan (*life support system*) yang harus dilindungi oleh negara berdasarkan prinsip pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*), prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*), dan prinsip tanggung jawab negara (*state responsibility*).

Perlindungan hukum terhadap mangrove bertujuan menjamin keberlanjutan fungsi ekologis, ekonomis, dan sosial mangrove agar tetap dapat dimanfaatkan oleh generasi sekarang dan generasi mendatang. Oleh karena itu, pengaturan mangrove tidak hanya berorientasi pada konservasi, tetapi juga mencakup aspek rehabilitasi, pengendalian pemanfaatan, pengawasan, dan penegakan hukum lingkungan.

Secara ekologis, Indonesia memiliki salah satu kawasan mangrove terbesar di dunia. Berdasarkan Peta Mangrove Nasional Tahun 2025, luas mangrove Indonesia mencapai 3.455.628 hektare yang tersebar di 37 provinsi. Luasan tersebut setara dengan sekitar 23% dari total mangrove dunia sehingga menjadikan Indonesia sebagai negara dengan ekosistem mangrove terbesar secara global.

2. Dasar Hukum Perlindungan Ekosistem Mangrove di Indonesia

a. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 (UUPPLH) merupakan payung hukum utama dalam perlindungan lingkungan hidup di Indonesia. Meskipun tidak mengatur mangrove secara khusus, seluruh ketentuan mengenai pencegahan pencemaran, kerusakan lingkungan, konservasi sumber daya alam, serta penegakan hukum lingkungan berlaku terhadap ekosistem mangrove.

Pasal 2 UUPPLH menegaskan bahwa perlindungan lingkungan hidup dilaksanakan berdasarkan asas tanggung jawab negara, keberlanjutan, kehati-hatian, dan keadilan lingkungan. Asas tersebut menjadi landasan yuridis bagi perlindungan mangrove sebagai bagian dari ekosistem pesisir yang memiliki fungsi ekologis penting.

Menurut penelitian Boniventura Marischo Wowor, UUPPLH menjadi instrumen hukum utama yang memberikan dasar perlindungan terhadap kawasan mangrove melalui mekanisme pengawasan, perizinan lingkungan, dan penegakan hukum administratif, perdata, maupun pidana.

b. Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 jo. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil

Mangrove secara hukum dikategorikan sebagai sumber daya pesisir yang wajib dilindungi, dilestarikan, dan dikelola secara berkelanjutan. Undang-undang ini mengatur pengelolaan wilayah pesisir berbasis konservasi dengan memperhatikan daya dukung lingkungan.

Melalui ketentuan ini, pemerintah memiliki kewajiban melakukan:

- konservasi ekosistem pesisir;
- rehabilitasi kawasan yang mengalami kerusakan;
- pengendalian pemanfaatan ruang pesisir;
- perlindungan masyarakat pesisir dari kerusakan lingkungan.

Keberadaan aturan tersebut menjadi dasar hukum dalam mencegah alih fungsi kawasan mangrove yang tidak sesuai dengan prinsip keberlanjutan.

c. Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan

Apabila mangrove berada dalam kawasan hutan negara, maka pengelolaannya tunduk pada Undang-Undang Kehutanan. Dalam konteks ini, hutan mangrove dapat ditetapkan sebagai:

- Hutan Lindung;
- Hutan Konservasi;
- Kawasan Suaka Alam;

- Kawasan Pelestarian Alam.

Penetapan status kawasan tersebut memberikan perlindungan hukum yang lebih kuat terhadap aktivitas yang berpotensi merusak ekosistem mangrove.

d. Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang

Undang-undang ini mengatur bahwa kawasan yang memiliki fungsi perlindungan lingkungan hidup dapat ditetapkan sebagai kawasan lindung. Banyak kawasan mangrove masuk dalam kategori kawasan lindung pesisir sehingga pemanfaatannya dibatasi oleh ketentuan tata ruang.

Pengaturan tata ruang menjadi instrumen preventif untuk mencegah konversi lahan mangrove menjadi kawasan industri, pelabuhan, atau permukiman.

3. Kebijakan Nasional Perlindungan Mangrove

a. Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove

Peraturan Presiden ini merupakan regulasi khusus pertama yang mengatur strategi nasional pengelolaan mangrove secara terpadu. Tujuannya adalah mensinergikan kebijakan dan program pengelolaan mangrove dalam bidang ekologi, sosial ekonomi, kelembagaan, dan peraturan perundang-undangan guna menjamin keberlanjutan fungsi mangrove bagi kesejahteraan masyarakat.

Perpres ini menegaskan bahwa pengelolaan mangrove harus terintegrasi dengan:

- RPJPN dan RPJMN;
- Rencana Tata Ruang Wilayah;
- Rencana Kehutanan Nasional;
- Rencana Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil.

b. Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove (SNPEM)

Dokumen Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove yang disusun oleh BRIN dan CIFOR menempatkan mangrove sebagai instrumen penting dalam pembangunan rendah karbon (*low carbon development*) dan pencapaian target perubahan iklim Indonesia.

Data dalam dokumen tersebut menunjukkan bahwa luas tutupan mangrove Indonesia pada tahun 2019 mencapai sekitar 2,97 juta hektare yang terdiri dari mangrove primer dan sekunder. Selain itu, sekitar 3,12 juta hektare mangrove masih berada dalam kondisi baik, sementara sebagian lainnya telah mengalami degradasi sehingga memerlukan rehabilitasi.

4. Perkembangan Regulasi Perlindungan Mangrove

Perlindungan mangrove di Indonesia mengalami perkembangan penting dengan diterbitkannya Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2025 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Regulasi ini menjadi payung hukum yang secara khusus mengatur perlindungan mangrove mulai dari inventarisasi, rehabilitasi, pemanfaatan, pengawasan, hingga penegakan hukum terhadap pelanggaran yang terjadi pada kawasan mangrove.

Beberapa pokok pengaturan dalam PP tersebut meliputi:

1. Inventarisasi dan pemutakhiran data mangrove nasional.
2. Penetapan kawasan mangrove sebagai kawasan lindung.
3. Rehabilitasi kawasan mangrove yang rusak.
4. Pengawasan pemanfaatan ekosistem mangrove.
5. Pembagian kewenangan antara pemerintah pusat dan daerah.
6. Penegakan hukum terhadap perusakan mangrove.

Regulasi ini menunjukkan adanya penguatan komitmen negara dalam melindungi mangrove sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim nasional.

Secara normatif, Indonesia sebenarnya telah memiliki kerangka hukum yang cukup lengkap dalam melindungi ekosistem mangrove. Pengaturan tersebut tersebar dalam berbagai sektor hukum, mulai dari hukum lingkungan, kehutanan, wilayah pesisir, penataan ruang, hingga kebijakan perubahan iklim. Namun demikian, tantangan utama bukan terletak pada ketersediaan regulasi, melainkan pada efektivitas implementasi dan penegakan hukum.

Masih tingginya tingkat kerusakan mangrove akibat alih fungsi lahan, pembangunan pesisir, dan aktivitas industri menunjukkan bahwa pengawasan serta koordinasi antarinstansi belum berjalan optimal. Oleh karena itu, diperlukan harmonisasi kebijakan, penguatan kelembagaan, dan penegakan hukum yang konsisten agar tujuan perlindungan mangrove sebagai instrumen mitigasi perubahan iklim dapat tercapai.

Efektivitas Perlindungan Hukum Ekosistem Mangrove sebagai Upaya Mitigasi Perubahan Iklim serta Upaya Optimalisasinya

Secara normatif, Indonesia telah memiliki berbagai regulasi yang mengatur perlindungan ekosistem mangrove, mulai dari Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Undang-Undang Nomor 27 Tahun 2007 jo. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil, hingga Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2012 tentang Strategi Nasional Pengelolaan Ekosistem Mangrove. Keberadaan regulasi tersebut menunjukkan bahwa secara hukum negara telah memberikan dasar perlindungan yang cukup kuat terhadap ekosistem mangrove.

Dari aspek mitigasi perubahan iklim, efektivitas perlindungan mangrove dapat dilihat dari kontribusinya terhadap penyimpanan karbon (*blue carbon*). Indonesia memiliki sekitar 3,44 juta hektare mangrove atau sekitar 20% dari total mangrove dunia, dengan cadangan karbon yang diperkirakan mencapai lebih dari 3 miliar ton karbon. Potensi ini menjadikan mangrove sebagai salah satu instrumen penting dalam pencapaian target penurunan emisi nasional dan program *Forestry and Other Land Use (FOLU) Net Sink 2030*.

Beberapa program rehabilitasi mangrove yang dilaksanakan pemerintah juga menunjukkan hasil positif. Penelitian IPB tahun 2025 menemukan bahwa rehabilitasi mangrove mampu meningkatkan penyimpanan karbon sebesar 211,9–350,1 ton C/ha dan berkontribusi terhadap pengurangan emisi gas rumah kaca hingga sekitar 30% pada lokasi penelitian tertentu.

Namun demikian, efektivitas perlindungan hukum mangrove masih belum optimal. Salah satu indikatornya adalah masih tingginya tingkat kerusakan dan kegagalan rehabilitasi mangrove. Hasil penelitian yang dikutip BRIN menunjukkan bahwa rata-rata kegagalan rehabilitasi mangrove di berbagai negara, termasuk Indonesia, mencapai sekitar 79%, terutama akibat kesalahan pemilihan lokasi, lemahnya pengelolaan, dan kurangnya keterlibatan masyarakat.

2. Hambatan dalam Perlindungan Hukum Mangrove

Terdapat beberapa faktor yang menyebabkan perlindungan hukum mangrove belum berjalan efektif, yaitu:

- a. Alih Fungsi Lahan
- b. Lemahnya Penegakan Hukum
- c. Kurangnya Koordinasi Antarinstansi

3. Upaya Optimalisasi Perlindungan Hukum Mangrove

Untuk meningkatkan efektivitas perlindungan mangrove sebagai instrumen mitigasi perubahan iklim, diperlukan beberapa langkah strategis.

- a. Penguatan Regulasi dan Penegakan Hukum

- b. Integrasi Kebijakan Perubahan Iklim dan Pengelolaan Mangrove
- c. Pengembangan Ekonomi Karbon (*Carbon Trading*)
- d. Peningkatan Partisipasi Masyarakat

KESIMPULAN

Perlindungan hukum terhadap ekosistem mangrove merupakan instrumen penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim karena mangrove memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap dan menyimpan karbon biru (*blue carbon*), sekaligus melindungi kawasan pesisir dari berbagai dampak perubahan iklim. Indonesia telah memiliki kerangka hukum yang cukup komprehensif melalui berbagai peraturan perundang-undangan yang mengatur perlindungan dan pengelolaan mangrove. Namun, efektivitas implementasinya masih menghadapi berbagai kendala, seperti alih fungsi lahan, lemahnya penegakan hukum, serta kurangnya koordinasi antarinstansi. Oleh karena itu, diperlukan penguatan regulasi, peningkatan pengawasan dan penegakan hukum, integrasi kebijakan perubahan iklim dengan pengelolaan mangrove, serta partisipasi aktif masyarakat dan berbagai pemangku kepentingan agar perlindungan ekosistem mangrove dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan dalam mendukung pencapaian target mitigasi perubahan iklim di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Rizal Ramdani dkk., “Blue Carbon: A New Paradigm of Mangrove Conservation and Management in Indonesia,” *Marine Policy*, Vol. 147, 2023.
- Azfa Nahdi, *Pengembangan Perangkat Lunak untuk Penilaian Efektivitas Mitigasi Perubahan Iklim Blue Carbon (Mangrove): Studi Kasus DK Jakarta dan Sekitarnya (2015–2024)*. Bogor: IPB University, 2025.
- Boniventura Marischo Wowor, “Perlindungan Hukum terhadap Hutan Mangrove di Indonesia dalam Perspektif Hukum Lingkungan,” *Lex Administratum*, Vol. 12, No. 5, 2024.
- Daniel M. Alongi, *The Impact of Climate Change on Mangrove Forests*, Dordrecht: Springer, 2015.
- Hidayat, A. et al. “Sustainability Assessment of Mangrove Management in Madura Strait, Indonesia.” *Marine Policy*, 2024.
- Murdiyarso, Daniel et al. “The Potential of Indonesian Mangrove Forests for Global Climate Change Mitigation.” *Nature Climate Change*, 2015.
- Nur, F. (2024). Penegakan Hukum yang Berkeadilan Melalui Penerapan Prinsip Restorative Justice. *Innovative: Journal Of Social Science Research*, 4(3), 5937–5951.
- Rahman Rahman et al., “Blue Carbon Potential of Mangrove Ecosystems and Its Management to Promote Climate Change Mitigation in Indonesia,” *Jurnal Ilmu Kehutanan*, Vol. 18, No. 2, 2024.
- Sari, D. et al. “Understanding Eco-DRR as a Sustainability Indicator for Mangrove Conservation in Urbanized Area of North Jakarta.” *Environmental and Sustainability Indicators*, 2024.
- Sigit D. Sasmito dkk., “Mangrove Blue Carbon Stocks and Dynamics are Controlled by Hydrogeomorphic Settings and Land-Use Change,” *Global Change Biology*, 2020.
- Suyadi, “Kegagalan Rehabilitasi Mangrove Capai 79 Persen, Perlu Pendekatan Khusus,” dikutip dalam *Kompas*, 16 Juni 2024.
- Takdir Rahmadi, *Hukum Lingkungan di Indonesia*, Edisi Ke-3 (Jakarta: RajaGrafindo Persada, 2020).