

Research Article

**Integrasi Inovasi Keuangan dan Kebijakan Lingkungan dalam Bursa Karbon:
Tinjauan Hukum dan Praktik Terbaik di Indonesia**

F.F Valentika^{1*}, Bambang Eko Turisno²

¹Program Magister Hukum, Fakultas Hukum, Universitas Diponegoro

²Fakultas Hukum, Universitas Diponegoro

*fideliafebi@gmail.com

ABSTRACT

Carbon trading has become an important tool in global efforts to reduce greenhouse gas emissions and mitigate climate change. This research examines the integration of financial innovation and environmental policy in carbon exchanges from a legal perspective. The main objectives of this research are to identify the legal framework that supports financial innovation in carbon exchanges in Indonesia, analyze best practices, and evaluate challenges and opportunities in carbon exchange regulation. The methodology used is a normative legal approach with analysis of regulatory documents and academic literature. The results show that fintech technology innovation plays a significant role in improving the transparency and efficiency of carbon trading. Best practices that can be adopted to strengthen carbon exchanges in Indonesia are Green Bonds and Climate Bonds Initiative (CBI), both of which can be used to fund green or climate projects. The main challenges include financial and regulatory issues, but the green bond market in Southeast Asia has great growth potential due to the growing need for green and sustainable investments. The research concludes that holistic regulation and strong policy support are key to maximizing the environmental and societal benefits of carbon exchanges.

Keywords: Carbon Exchange; Climate Bonds Initiative; Green Bonds; Environmental Policy

ABSTRAK

Perdagangan karbon telah menjadi alat penting dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi perubahan iklim. Penelitian ini mengkaji integrasi inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan dalam bursa karbon dari perspektif hukum. Tujuan utama penelitian ini adalah mengidentifikasi kerangka hukum yang mendukung inovasi keuangan dalam bursa karbon di Indonesia, menganalisis praktik terbaik, serta mengevaluasi tantangan dan peluang dalam regulasi bursa karbon. Metodologi yang digunakan adalah pendekatan hukum normatif dengan analisis terhadap dokumen regulasi dan literatur akademik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa inovasi teknologi *fintech* berperan signifikan dalam meningkatkan transparansi dan efisiensi perdagangan karbon. Praktik terbaik yang dapat diadopsi untuk memperkuat bursa karbon di Indonesia adalah *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) keduanya dapat digunakan untuk mendanai proyek-proyek hijau dan iklim. Tantangan utama meliputi masalah keuangan dan regulasi, namun pasar *green bond* di Asia Tenggara memiliki potensi pertumbuhan yang besar karena kebutuhan akan investasi ramah lingkungan dan berkelanjutan yang semakin meningkat. Penelitian ini menyimpulkan bahwa regulasi yang holistik dan dukungan kebijakan yang kuat adalah kunci untuk memaksimalkan manfaat bursa karbon bagi lingkungan dan masyarakat.

Kata Kunci: Bursa Karbon; *Climate Bonds Initiative*; *Green Bonds*; Kebijakan Lingkungan

A. PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah masalah yang penting dan harus segera ditangani karena dampak dari perubahan iklim secara nyata telah dirasakan oleh masyarakat di seluruh dunia, sehingga perubahan iklim ini bisa disebut sebagai isu global yang sangat krusial, maka untuk mengatasi perubahan iklim yang bersifat partisan ini merupakan keharusan global (Rosalina et al., 2023). Dunia kini memasuki era *global boiling* (Universal Eco, 2023) dengan waktu yang semakin terbatas untuk mencegah kenaikan suhu global lebih dari 1,5°C (Amnuaylojaroen, 2023). Pada tahun 2030 diperlukan pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 45% secara global dan mencapai nol emisi pada pertengahan abad ini (Pusat Layanan Iklim Terapan BMKG Bidang Informasi Kualitas Udara, 2022). Indonesia, sebagai salah satu negara dengan perekonomian besar dan menduduki posisi ketujuh di tahun 2023 sebagai negara penghasil emisi terbesar di dunia (Friedrich, Ge, & Pickens, 2023), memiliki tanggung jawab besar untuk mengurangi emisi GRK dan berkontribusi secara signifikan terhadap penurunan emisi global. Menurut laporan Bank Dunia tahun 2021, Indonesia berada di peringkat tiga teratas negara yang paling rentan terhadap risiko perubahan iklim, dengan paparan tinggi terhadap risiko seperti banjir dan gelombang panas ekstrem (Sengupta, Tsuruga, & Dankmeyer, 2023). Jumlah populasi yang terpapar risiko banjir sungai diperkirakan meningkat sebesar 1,4 juta

pada periode 2035-2044 (Silitonga, 2024). Tingginya risiko ini sebagian besar disebabkan oleh garis pantai Indonesia yang panjangnya mencapai 81.000 kilometer (Rustam, 2016). Selain itu, perubahan iklim juga membawa risiko ekonomi yang signifikan, dengan potensi kerugian mencapai 30%-40% dari total Produk Domestik Bruto (PDB), atau lebih dari Rp 132 triliun (Noor & Saputra, 2020). Kerugian ini terutama berasal dari sektor pertanian, kesehatan, dan dampak kenaikan permukaan laut. Risiko ekonomi ini bertentangan dengan ambisi pemerintah untuk menjadikan Indonesia sebagai negara dengan PDB terbesar kelima di dunia.

Perubahan iklim erat kaitannya dengan emisi karbon dan upaya mengurangi emisi karbon merupakan langkah untuk mencegah atau memitigasi dampak negatif perubahan iklim (Irama, 2020). Dampak negatif perubahan iklim di Indonesia telah dirasakan dalam berbagai sektor, mulai dari ekosistem alam hingga ekonomi, dengan perubahan signifikan pada suhu rata-rata dan pola iklim. Suhu di Indonesia meningkat sekitar 0,3°C per dekade selama 30 tahun terakhir dan diproyeksikan akan terus naik hingga 1,5–2°C pada tahun 2050 jika emisi GRK tetap tinggi. Hal ini memengaruhi ketidakpastian musim hujan yang kini datang dengan intensitas curah hujan ekstrem diperkirakan meningkat 10%-20%, sehingga meningkatkan risiko banjir di berbagai daerah (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Kenaikan permukaan laut merupakan ancaman besar bagi wilayah pesisir karena permukaan laut di

Indonesia naik sekitar 4-6 mm per tahun di beberapa wilayah pesisir seperti Jakarta, Semarang, dan Surabaya dengan proyeksi kenaikan ini beberapa area pesisir di Jakarta, Jawa Barat, dan Sumatra berisiko tenggelam pada tahun 2050, berdampak pada sekitar 42 juta orang yang tinggal di kawasan pesisir (Shalsabilla et al., 2022). Ekosistem laut dan sektor perikanan juga sangat terdampak, sekitar 50% dari terumbu karang Indonesia mengalami pemutihan atau *bleaching* akibat peningkatan suhu laut, sehingga mengakibatkan penurunan hasil tangkapan ikan. Nelayan di berbagai wilayah mengalami penurunan tangkapan hingga 40% karena perubahan iklim yang mengganggu habitat laut dan pola migrasi ikan. Di sektor pertanian, perubahan iklim menyebabkan penurunan produktivitas padi yang diperkirakan akan turun hingga 20% pada 2050 akibat cuaca ekstrem seperti banjir dan kekeringan. Pola curah hujan yang tak menentu juga menyebabkan kerugian triliunan rupiah setiap tahunnya bagi sektor pertanian (Sulfa, Zahirah, & Assidiq, 2024). Perubahan iklim juga meningkatkan risiko kesehatan publik, terutama terkait penyakit menular seperti malaria dan demam berdarah yang kini menyebar di wilayah yang sebelumnya minim paparan, didorong oleh kenaikan suhu dan perubahan pola hujan yang mendukung habitat nyamuk. Kematian akibat bencana iklim seperti banjir, tanah longsor, dan kekeringan juga terus meningkat terutama di daerah rentan seperti Jawa Barat, Kalimantan, dan Sumatra

(Susilawati, 2021). Secara ekonomi, perubahan iklim diperkirakan akan menurunkan PDB Indonesia hingga 2,5–7% pada 2100 jika mitigasi dan adaptasi tidak diterapkan secara efektif. Dampak ini juga terlihat pada infrastruktur yang mengalami kerusakan besar akibat bencana terkait iklim seperti banjir dan tanah longsor, dengan biaya perbaikan yang mencapai ratusan miliar rupiah setiap tahun (Adom, 2024). Semua data ini menunjukkan urgensi untuk mengimplementasikan langkah-langkah mitigasi dan adaptasi dalam mengurangi dampak perubahan iklim, terutama pada sektor-sektor penting seperti pangan, kesehatan, dan ekonomi.

Menyadari risiko yang ada, negara-negara maju telah terlebih dahulu berupaya mengelola emisi karbon. Mereka menggunakan pendekatan multidisiplin untuk menghasilkan kebijakan yang paling optimal dalam menurunkan emisi karbon (Anandari, Wadjdi, & Harsono, 2024). Indonesia dapat belajar dari pengalaman negara-negara maju dalam mengelola emisi karbon. Salah satu kebijakan yang telah mereka terapkan adalah skema perdagangan karbon. Kebijakan ini dapat disesuaikan di Indonesia, tentunya dengan penyesuaian terhadap karakteristik khusus Indonesia. Karakteristik khusus Indonesia yang perlu diperhatikan dalam menerapkan skema perdagangan karbon meliputi kondisi geografis kepulauan, ketergantungan pada sektor pertanian dan kehutanan, serta dominasi energi fosil seperti batu bara. Selain itu, kesiapan industri lokal masih beragam, dengan sebagian besar usaha

kecil dan menengah memerlukan dukungan untuk beralih ke teknologi rendah karbon. Keberagaman sosial-ekonomi dan tantangan dalam penegakan hukum juga memengaruhi pelaksanaan kebijakan ini, sehingga penerapannya harus disertai insentif dan sistem pengawasan yang transparan dan akuntabel.

Bursa karbon memungkinkan negara dan perusahaan untuk membeli dan menjual hak untuk mengeluarkan sejumlah emisi tertentu, menciptakan insentif ekonomi untuk mengurangi emisi (Alfarizy et al., 2024). Meski demikian, penerapan bursa karbon masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk kompleksitas regulasi dan kebutuhan akan transparansi dan efisiensi. Tujuan bursa karbon adalah untuk mengurangi emisi gas rumah kaca melalui transaksi penjualan unit karbon yang diatur dan dicatat dalam sistem perdagangan berbasis pasar. Pembentukan bursa karbon ini sejalan dengan target net zero emisi (NZE) atau nol emisi pada tahun 2060, yang merupakan salah satu amanat dari Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pengembangan dan Penguatan Sektor Keuangan (P2SK) (Otoritas Jasa Keuangan, 2023). Di Indonesia, perdagangan karbon dilakukan secara sukarela selama cukup lama, tanpa pengaturan, pencatatan, atau izin resmi dari pemerintah. Selanjutnya, seluruh perdagangan karbon di Indonesia akan diatur melalui mekanisme bursa karbon, di mana penyelenggaraan dan tata kelola pasar harus mendapatkan izin dari Otoritas Jasa Keuangan

(OJK), sementara registrasinya akan dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) (Suryani, 2023).

Beberapa penelitian telah mengkaji peran inovasi keuangan dalam memperkuat bursa karbon. Penelitian pertama dalam jurnal internasional, meneliti bahwa teknologi *blockchain* telah diidentifikasi sebagai solusi potensial untuk meningkatkan transparansi dan keamanan transaksi karbon (Javaid et al., 2022). Penelitian kedua dalam jurnal internasional, mengungkap bahwa ada pengaruh investasi hijau, *media exposure*, dan penjualan internasional terhadap pengungkapan emisi karbon dengan komite audit sebagai variabel moderasi. Data yang digunakan adalah perusahaan energi, bahan dasar, dan konsumen *non-siklis* yang terdaftar di BEI pada tahun 2018-2021. Teknik pengambilan sampel dalam penelitian tersebut menggunakan *purposive sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa investasi hijau memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap pengungkapan emisi karbon, sedangkan *media exposure* dan penjualan internasional tidak berpengaruh signifikan. Komite audit memoderasi pengaruh investasi hijau dan penjualan internasional terhadap pengungkapan emisi karbon, tetapi tidak memoderasi pengaruh *media exposure* (Mulyati & Darmawati, 2023).

Penelitian ketiga dalam jurnal nasional, mengungkap bahwa ada pengaruh faktor lingkungan pada laporan keuangan perusahaan di industri ramah lingkungan dan mengevaluasi

sejauh mana praktik keberlanjutan diterapkan dalam strategi keuangan, penelitian tersebut menemukan bahwa perusahaan yang berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan dan efisiensi manajemen limbah umumnya memiliki kinerja keuangan yang lebih baik. Meskipun demikian, tantangan tetap ada termasuk dalam mengukur dampak lingkungan dan memenuhi regulasi yang kompleks. Kebijakan lingkungan memegang peran penting dalam mendorong perusahaan untuk mengimplementasikan praktik berkelanjutan (Rudianto et al., 2024). Penelitian keempat dalam jurnal nasional, terdapat pengaruh dari *media exposure*, ukuran perusahaan, profitabilitas, dan *leverage* terhadap pengungkapan emisi karbon secara parsial, penelitian ini menggunakan data sekunder dengan metode kuantitatif dan teknik pengumpulan data melalui dokumentasi. Populasi yang digunakan adalah data perusahaan manufaktur yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia pada tahun 2014-2018. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan total sampel 10 perusahaan, sehingga jumlah total data adalah 50. Analisis data menggunakan regresi linier berganda untuk menguji hipotesis. Hasil analisis menunjukkan bahwa *media exposure* berpengaruh positif signifikan terhadap pengungkapan emisi karbon, sedangkan ukuran perusahaan, profitabilitas, dan *leverage* tidak berpengaruh terhadap pengungkapan emisi karbon (Septriyawati & Anisah, 2019). Penelitian kelima dalam jurnal

nasional, penelitian yang menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pengungkapan emisi karbon, mencakup profitabilitas, utang keuangan, ukuran perusahaan, dan kepemilikan institusional, dengan menggunakan analisis linear berganda dan pengukuran pengungkapan melalui *carbon disclosure project* (CDP), penelitian ini mengkaji 98 perusahaan dari sektor infrastruktur, utilitas, transportasi, pertambangan, dan industri dasar di BEI pada 2019-2021. Hasil menunjukkan bahwa profitabilitas dan ukuran perusahaan memiliki pengaruh positif signifikan terhadap pengungkapan emisi karbon, sedangkan utang keuangan dan kepemilikan institusional tidak berpengaruh (Az Zahra & Aryati, 2023).

Kelima penelitian tersebut menyimpulkan bahwa investasi hijau, teknologi *blockchain*, *media exposure*, ukuran perusahaan, dan kebijakan lingkungan memainkan peran penting dalam mendorong pengungkapan emisi karbon. Teknologi *blockchain* meningkatkan transparansi dan keamanan transaksi karbon, sementara investasi hijau terbukti memiliki pengaruh signifikan terhadap pengungkapan emisi, terutama dengan moderasi dari komite audit. Selain itu, perusahaan yang berinvestasi dalam praktik ramah lingkungan seperti teknologi hijau dan efisiensi manajemen limbah umumnya menunjukkan kinerja keuangan yang lebih baik, dan *media exposure* berperan signifikan dalam meningkatkan pengungkapan emisi karbon. Ukuran perusahaan dan profitabilitas juga mendukung pengungkapan emisi, meskipun

leverage dan kepemilikan institusional tidak berdampak signifikan. Secara keseluruhan, regulasi dan infrastruktur yang kuat diperlukan untuk memastikan transparansi dan keberlanjutan dalam upaya pengungkapan karbon.

Penelitian ini membahas pentingnya regulasi yang mendukung integrasi inovasi keuangan dalam perdagangan karbon di Indonesia dengan fokus pada instrumen seperti *green bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) untuk mendanai proyek-proyek hijau. Perbedaan utama dengan penelitian sebelumnya adalah pendekatan dari perspektif hukum yang menyoroti kesenjangan antara prinsip-prinsip hukum ideal (*das sollen*) dan kondisi empiris yang ada (*das sein*), khususnya dalam hal kesiapan regulasi dan infrastruktur hukum di Indonesia. Penelitian ini menemukan bahwa teknologi *fintech* berpotensi besar dalam meningkatkan transparansi dan efisiensi pasar karbon, namun terdapat tantangan pada aspek kejelasan regulasi dan integrasi kebijakan lingkungan serta keuangan di Indonesia. Dengan tujuan mengidentifikasi kerangka hukum yang tepat, menganalisis praktik terbaik, dan mengevaluasi tantangan regulasi, penelitian ini diharapkan berkontribusi pada pengembangan pasar karbon Indonesia yang transparan, efisien, dan berkelanjutan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan hukum normatif untuk mengkaji integrasi inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan dalam bursa

karbon. Pendekatan normatif dilakukan dengan menganalisis berbagai dokumen hukum, peraturan nasional, dan internasional yang mengatur perdagangan karbon, termasuk Protokol Kyoto, Perjanjian Paris, serta peraturan terkait di Indonesia dan negara-negara lain yang memiliki bursa karbon mapan. Selain itu, literatur akademik dan laporan penelitian sebelumnya juga diulas untuk memahami solusi yang ada, dan keterbatasan penelitian terdahulu. Data yang dikumpulkan tadi dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tema-tema utama, tantangan, dan peluang, serta melakukan analisis komparatif untuk menemukan regulasi dan praktik terbaik untuk Indonesia, guna memperkuat regulasi bursa karbon di Indonesia. Berdasarkan hasil analisis normatif ini, disusun rekomendasi untuk memperkuat kerangka hukum dan regulasi yang mendukung inovasi keuangan dalam bursa karbon, dengan mempertimbangkan kebutuhan untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, dan akses dalam perdagangan karbon, metode ini memungkinkan penelitian untuk memberikan wawasan komprehensif tentang kerangka hukum yang mendukung inovasi keuangan dalam bursa karbon, serta memberikan solusi praktis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan efektivitas kebijakan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kerangka Hukum Yang Mendukung Atau Menghambat Integrasi Inovasi Keuangan Dalam Bursa Karbon

Bursa karbon adalah sebuah pasar di mana izin emisi atau kredit karbon dapat dibeli dan dijual (Baskara, 2023). Kredit karbon ini biasanya mewakili satu ton emisi karbon dioksida atau GRK yang setara. Sistem perdagangan ini dirancang untuk mengurangi emisi GRK secara efisien dan ekonomis dengan memanfaatkan mekanisme pasar. Bursa karbon memungkinkan perusahaan atau negara yang mampu mengurangi emisi mereka di bawah batas yang ditentukan untuk menjual kredit ke entitas lain yang kesulitan untuk memenuhi target emisi mereka (Elsa & Utomo, 2022). Ada dua jenis utama bursa karbon (Prihatiningtyas et al., 2023), yaitu *Cap-and-Trade* dan *offset*. *Cap-and-Trade* adalah penetapan batas total (*cap*) emisi oleh pemerintah yang diperbolehkan dan mengeluarkan izin emisi yang dapat diperdagangkan. Perusahaan yang dapat mengurangi emisi di bawah batas mereka dapat menjual izin yang tidak terpakai kepada perusahaan yang membutuhkan tambahan izin (Susilowati et al., 2022). Sedangkan *offset* adalah kredit karbon dihasilkan melalui proyek-proyek yang mengurangi, menghindari, atau menyerap emisi GRK, seperti proyek reboisasi atau energi terbarukan. Kredit ini kemudian dapat dijual di pasar karbon (Yeremy, Irawan, & Wimala, 2022).

Sejarah perkembangan bursa karbon mencakup beberapa tahapan penting dalam upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca. Awal mula perhatian terhadap konsep perdagangan karbon secara internasional terjadi

dengan diperkenalkannya Protokol Kyoto pada tahun 1997, yang mulai berlaku pada 2005 (Azizi MJ, Putra, & Sipahutar, 2023). Protokol ini menetapkan target pengurangan emisi bagi negara-negara maju dan memperkenalkan tiga mekanisme fleksibel: Perdagangan Emisi Internasional (IET), Mekanisme Pembangunan Bersih (CDM), dan Implementasi Bersama (JI) (Jane et al., 2018).

Selanjutnya, bursa karbon regional dan nasional mulai berkembang di berbagai belahan dunia. Di Eropa, *European Union Emissions Trading Scheme* (EU ETS) diluncurkan pada tahun 2005 dan menjadi pasar karbon terbesar di dunia (Dechezleprêtre, Nachtigall, & Venmans, 2023). Di Amerika Serikat, *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) dan *California Cap-and-Trade* Program menjadi contoh bursa karbon regional yang penting (Fatah, 2021).

Perjanjian Paris pada tahun 2015 menjadi tonggak penting dalam perjuangan global melawan perubahan iklim (Aisya, 2019). Pasal 6 dari perjanjian ini menekankan pentingnya pengembangan mekanisme pasar baru dan non-pasar untuk mengurangi emisi. Sejak itu, negara-negara mulai mengembangkan pasar karbon domestik dan menghubungkannya dengan pasar internasional, meningkatkan skala dan cakupan perdagangan karbon.

Di samping itu, negara-negara berkembang juga mulai mengadopsi bursa karbon sebagai bagian dari upaya mereka dalam mencapai target emisi dan mempromosikan pembangunan

berkelanjutan. Sebagai contoh, China meluncurkan pasar karbon nasional pada tahun 2021, yang diharapkan menjadi yang terbesar di dunia (Saputro, 2023).

Bursa karbon terus berkembang dengan adanya inovasi keuangan dan teknologi. Penggunaan teknologi *blockchain* untuk meningkatkan transparansi dan keamanan transaksi menjadi salah satu inovasi yang penting dalam memperkuat mekanisme perdagangan karbon (Arwin, Aulia, & Uzliawati, 2023). Dengan terus berkembangnya bursa karbon dan adopsi inovasi-inovasi baru, diharapkan upaya global dalam mitigasi perubahan iklim dapat semakin diperkuat.

a. Inovasi Keuangan dalam Bursa Karbon

Inovasi keuangan memainkan peran penting dalam memperkuat mekanisme bursa karbon, membuatnya lebih efisien, transparan, dan aksesibilitas. Salah satu inovasi utama adalah penggunaan teknologi *blockchain*, yang memberikan transparansi dan keamanan dalam perdagangan kredit karbon. *Blockchain* mencatat setiap transaksi secara permanen di berbagai node jaringan, memastikan bahwa setiap unit kredit karbon adalah asli dan tidak dapat digandakan atau dipalsukan (Ruslan, 2022). Selain itu, *blockchain* menggunakan enkripsi yang kuat untuk melindungi data, mengurangi risiko penipuan dan manipulasi. Teknologi ini juga memungkinkan otomatisasi proses perdagangan melalui *smart contracts*, yang dapat mengeksekusi transaksi secara otomatis ketika

kondisi tertentu terpenuhi, serta mengurangi biaya transaksi dengan menghilangkan perantara. Selain itu, platform perdagangan digital memfasilitasi akses yang lebih luas ke pasar karbon, memungkinkan berbagai entitas, termasuk perusahaan kecil dan menengah serta individu, untuk berpartisipasi. Platform ini menyediakan antarmuka yang *user-friendly* dan data *real-time* tentang harga, volume, dan tren pasar, sehingga peserta dapat membuat keputusan yang lebih informasi.

Inovasi lainnya termasuk penggunaan *fintech* untuk *crowdfunding* proyek-proyek pengurangan emisi dan tokenisasi kredit karbon, yang meningkatkan aksesibilitas dan likuiditas pasar karbon (Zakaria & Satyawan, 2023). Dengan berbagai inovasi keuangan ini, bursa karbon menjadi lebih efisien, transparan, dan inklusif, yang pada akhirnya mendukung upaya global untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan memitigasi perubahan iklim.

b. Mekanisme Perdagangan Karbon

Kredit karbon adalah instrumen keuangan yang mewakili pengurangan satu ton emisi karbon dioksida (CO₂) atau GRK setara lainnya (Ratnawati, 2016). Kredit karbon dapat diperdagangkan di pasar karbon, memungkinkan entitas yang mampu mengurangi emisi mereka untuk menjual kredit yang dihasilkan kepada entitas lain yang membutuhkan kredit tersebut untuk memenuhi target emisi mereka. Ada dua jenis utama kredit karbon, yaitu kredit yang dihasilkan dalam sistem *cap-and-trade*, di mana

pemerintah menetapkan batas total emisi dan mengeluarkan izin yang dapat diperdagangkan, serta kredit offset yang dihasilkan dari proyek yang mengurangi, menghindari, atau menyerap emisi GRK, seperti reboisasi atau proyek energi terbarukan.

Proses sertifikasi kredit karbon memastikan bahwa kredit yang dihasilkan sesuai dengan standar tertentu dan mewakili pengurangan emisi yang nyata, terukur, dan terverifikasi. Proses ini dimulai dengan desain proyek, di mana pengembang menentukan jenis proyek yang akan diimplementasikan dan melakukan studi kelayakan untuk menilai potensi pengurangan emisi. Proyek kemudian harus menggunakan metodologi yang disetujui oleh standar sertifikasi untuk menghitung pengurangan emisi, yang mencakup prosedur pengukuran, pelaporan, dan verifikasi (MRV). Dokumen proyek yang merinci metodologi dan baseline emisi kemudian divalidasi oleh pihak ketiga independen sebelum diserahkan kepada badan sertifikasi seperti *Verified Carbon Standard* atau *Gold Standard* untuk persetujuan akhir.

Setelah proyek diimplementasikan, emisi dipantau secara terus-menerus untuk memastikan bahwa pengurangan yang diharapkan tercapai. Data pemantauan ini diverifikasi oleh verifikator independen untuk memastikan akurasi dan kesesuaian dengan metodologi. Jika verifikasi berhasil, badan sertifikasi mengeluarkan kredit karbon yang kemudian dapat diperdagangkan di pasar karbon

dan didaftarkan di registri resmi untuk melacak kepemilikan dan perdagangan kredit tersebut. Standar sertifikasi utama yang digunakan dalam proses ini termasuk *Verified Carbon Standard* (VCS), *Gold Standard*, dan *Clean Development Mechanism* (CDM). Sertifikasi kredit karbon memastikan bahwa pengurangan emisi yang dihasilkan adalah nyata, tambahan, dan permanen, sehingga memberikan kepercayaan kepada pembeli kredit karbon bahwa investasi mereka benar-benar berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

Sistem *cap-and-trade* dan mekanisme *offset* adalah dua mekanisme utama dalam perdagangan karbon yang dirancang untuk mengurangi emisi GRK secara efisien. Sistem *cap-and-trade* menetapkan batas maksimum (*cap*) emisi yang diperbolehkan oleh pemerintah atau otoritas regulasi dalam periode tertentu dan mengeluarkan izin emisi yang dapat diperdagangkan. Perusahaan yang mampu mengurangi emisi mereka di bawah batas yang ditetapkan dapat menjual izin yang tidak terpakai kepada perusahaan lain yang menghadapi biaya pengurangan emisi lebih tinggi. Sistem ini memberikan kepastian bahwa total emisi tidak akan melebihi batas yang ditetapkan dan memanfaatkan mekanisme pasar untuk menemukan cara paling ekonomis dalam mengurangi emisi. Contoh implementasi sistem ini termasuk *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) dan *Regional Greenhouse Gas*

Initiative (RGGI) di Amerika Serikat (Edyka et al., 2020).

Mekanisme *offset*, di sisi lain, memungkinkan entitas untuk memenuhi sebagian dari kewajiban pengurangan emisi mereka dengan membeli kredit karbon yang dihasilkan dari proyek-proyek yang mengurangi, menghindari, atau menyerap emisi GRK. Proyek-proyek ini, seperti reboisasi atau energi terbarukan, harus diverifikasi dan disertifikasi oleh pihak ketiga untuk memastikan pengurangan emisi yang dihasilkan adalah nyata, tambahan, dan permanen. Mekanisme *offset* memberikan fleksibilitas bagi entitas untuk memenuhi target emisi mereka dengan biaya yang lebih rendah dan mendorong investasi dalam proyek-proyek berkelanjutan. Contoh implementasi termasuk *Clean Development Mechanism* (CDM) di bawah Protokol Kyoto dan *Verified Carbon Standard* (VCS) (Manurung, Boedoyo, & Sundari, 2022).

Kedua mekanisme ini sering digunakan bersama untuk memaksimalkan efisiensi dan fleksibilitas dalam mencapai target pengurangan emisi, di mana sistem *cap-and-trade* memastikan pengurangan emisi keseluruhan dan *offset* memungkinkan pengurangan emisi dari sumber-sumber yang tidak tercakup oleh cap. Integrasi keduanya membantu mengoptimalkan biaya pengurangan emisi, mendorong inovasi teknologi, dan mendukung proyek berkelanjutan dengan manfaat lingkungan dan sosial tambahan.

c. Kerangka Hukum Bursa Karbon

Kerangka hukum bursa karbon terdiri dari regulasi internasional dan nasional yang mendasari dan mengatur perdagangan karbon. Pada tingkat internasional, dua regulasi utama yang menjadi dasar adalah Protokol Kyoto dan Perjanjian Paris. Protokol Kyoto, yang mulai berlaku pada tahun 2005, menetapkan target pengurangan emisi yang mengikat bagi negara-negara industri dan memperkenalkan mekanisme perdagangan karbon, termasuk mekanisme pembangunan bersih (CDM) dan perdagangan emisi (Iqbal & Ruhaeni, 2022). Perjanjian Paris, yang diadopsi pada tahun 2015, mengharuskan semua negara untuk berkontribusi dalam upaya global mengurangi emisi dan mendukung pencapaian target suhu global melalui *Nationally Determined Contributions* (NDCs) (Ayuningsih et al., 2023). Selain itu, standar dan pedoman internasional, seperti *Verified Carbon Standard* (VCS) dan *Gold Standard*, menyediakan metodologi dan kerangka kerja untuk memastikan bahwa perdagangan karbon dilakukan dengan transparansi dan integritas, memastikan bahwa pengurangan emisi adalah nyata, terverifikasi, dan berkelanjutan (Spilker & Nugent, 2022).

Di tingkat nasional, kebijakan dan regulasi terkait bursa karbon di Indonesia sedang berkembang sejalan dengan komitmen negara terhadap pengurangan emisi GRK. Indonesia telah mengimplementasikan berbagai kebijakan lingkungan dan iklim, termasuk Peraturan Presiden tentang Pengendalian Perubahan Iklim

dan rencana implementasi *Nationally Determined Contributions* (NDCs) (Setyawan & Rahadi, 2022). Regulasi ini mencakup upaya untuk membentuk pasar karbon domestik yang terintegrasi dengan mekanisme perdagangan internasional. Selain itu, Indonesia juga bekerja sama dengan inisiatif regional dan global untuk mengembangkan pasar karbon yang efektif. Jika dibandingkan dengan negara-negara lain yang memiliki bursa karbon yang sudah mapan, seperti *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) dan *California Cap-and-Trade Program*, Indonesia masih dalam tahap awal pengembangan, dengan fokus pada peningkatan kapasitas institusional dan teknis, serta penyempurnaan kerangka regulasi untuk memastikan efektivitas dan keandalan pasar karbon domestik. Komparasi ini menunjukkan bahwa meskipun Indonesia masih menghadapi tantangan dalam implementasi, upaya terus-menerus dalam pengembangan regulasi dan kolaborasi internasional dapat mempercepat kemajuan dan integrasi pasar karbon Indonesia dengan pasar global.

d. Integrasi Inovasi Keuangan dan Kebijakan Lingkungan

Integrasi inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan sangat penting untuk meningkatkan efektivitas perdagangan karbon. Dalam perdagangan karbon, teknologi *blockchain* telah digunakan untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi. *Blockchain* mencatat setiap transaksi secara permanen di jaringan yang

terdesentralisasi, memastikan bahwa data tidak dapat diubah atau dipalsukan. Ini memberikan kepercayaan kepada semua pihak yang terlibat bahwa setiap kredit karbon yang diperdagangkan adalah sah dan diverifikasi. Selain itu, teknologi ini memungkinkan otomatisasi proses melalui *smart contracts*, yang dapat mengeksekusi transaksi secara otomatis ketika kondisi tertentu terpenuhi, sehingga mengurangi biaya dan meningkatkan efisiensi perdagangan karbon.

Fintech juga berperan penting dalam memperluas akses ke pasar karbon bagi berbagai pemangku kepentingan. Platform *fintech* memfasilitasi transaksi yang lebih mudah dan cepat, menyediakan antarmuka yang *user-friendly*, dan memberikan informasi *real-time* tentang harga dan volume perdagangan karbon. Ini memungkinkan perusahaan kecil dan menengah serta individu untuk berpartisipasi dalam pasar karbon, yang sebelumnya mungkin sulit diakses karena keterbatasan informasi dan sumber daya.

Beberapa studi kasus global menunjukkan praktik terbaik dalam integrasi inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan. Misalnya, *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) telah berhasil menggunakan teknologi digital untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi pasar karbon mereka. Di California, program *Cap-and-Trade* telah memanfaatkan teknologi dan inovasi keuangan untuk memperkuat pasar karbonnya. Studi kasus ini menunjukkan bahwa penggunaan teknologi canggih dan platform *fintech* dapat

meningkatkan partisipasi dan kepercayaan dalam pasar karbon. Selain itu, instrumen keuangan seperti *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) dapat diadopsi sebagai praktik terbaik untuk memperkuat pasar karbon. Kedua instrumen ini dapat digunakan untuk mendanai proyek-proyek hijau dan iklim, memberikan peluang investasi bagi sektor publik dan swasta untuk mendukung pertumbuhan ekonomi hijau yang berkelanjutan. Dengan pembelajaran dari praktik terbaik global dan penerapan instrumen keuangan ini, Indonesia dapat mengembangkan kerangka regulasi yang kuat, memastikan keberhasilan dan keberlanjutan pasar karbon, sekaligus mendorong pengurangan emisi dan pertumbuhan ekonomi yang lebih hijau.

Di Indonesia, ada potensi besar untuk mengadopsi praktik terbaik ini untuk memperkuat bursa karbon (Editiana, 2024). Dengan mengimplementasikan teknologi *blockchain* untuk transparansi dan *fintech* untuk akses pasar, serta instrumen keuangan seperti *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI), Indonesia dapat meningkatkan efisiensi dan partisipasi dalam pasar karbon domestik. Integrasi inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan di Indonesia tidak hanya akan mendukung upaya pengurangan emisi, tetapi juga mendorong pertumbuhan ekonomi hijau yang berkelanjutan.

2. Tantangan dan Peluang dalam Regulasi Bursa Karbon di Indonesia

Tantangan hukum dan regulasi dalam perdagangan karbon meliputi kompleksitas

regulasi lintas negara dan perlindungan terhadap penipuan serta manipulasi pasar. Kompleksitas regulasi lintas negara menjadi tantangan utama karena perdagangan karbon melibatkan berbagai yurisdiksi yang menerapkan kerangka hukum yang berbeda. Hal ini dapat menyulitkan pelaku pasar dalam memahami dan mematuhi persyaratan yang berlaku, serta memperburuk birokrasi yang terkait dengan proses perdagangan. Selain itu, risiko penipuan dan manipulasi pasar juga menjadi perhatian, mengingat nilai ekonomi yang signifikan dari perdagangan karbon. Regulasi yang kuat dan pengawasan yang ketat diperlukan untuk mencegah praktik-praktik yang merugikan dan menjaga integritas pasar.

Meskipun demikian, tantangan ini juga memberikan peluang untuk memperkuat kebijakan dan kerja sama internasional. Dalam menghadapi kompleksitas regulasi lintas negara, terdapat peluang untuk mengembangkan kerangka kerja harmonis yang mengintegrasikan persyaratan dari berbagai yurisdiksi. Ini dapat mengurangi hambatan perdagangan dan meningkatkan kepastian hukum bagi pelaku pasar. Selain itu, inovasi kebijakan juga dapat menjadi kunci untuk mendukung bursa karbon yang lebih efektif. Pengembangan kebijakan yang lebih inovatif, seperti insentif fiskal dan pajak karbon, dapat mendorong pengurangan emisi secara lebih luas dan menyeluruh. Kerja sama internasional dan regional juga dapat memperkuat regulasi dan perdagangan karbon

dengan memfasilitasi pertukaran informasi, koordinasi kebijakan, dan pembangunan kapasitas. Dengan memanfaatkan peluang ini, dapat diciptakan kerangka kerja yang lebih efisien dan efektif untuk mendukung pertumbuhan pasar karbon yang berkelanjutan dan mempercepat peralihan menuju ekonomi rendah karbon.

Untuk memperkuat argumen mengenai tantangan hukum dan regulasi dalam perdagangan karbon, perbandingan dengan praktik-praktik terbaik di negara lain yang telah berhasil menerapkan bursa karbon dapat memperjelas *positioning* dalam isu regulasi karbon. Misalnya, Uni Eropa melalui *European Union Emissions Trading System* (EU ETS) telah berhasil membangun sistem perdagangan karbon yang mapan dengan menerapkan standar regulasi yang seragam dan pengawasan ketat lintas negara anggota. EU ETS menggunakan mekanisme *cap-and-trade* yang memungkinkan adanya batasan emisi karbon yang ketat dengan fleksibilitas dalam cara perusahaan mencapai target tersebut. Dalam EU ETS, regulasi lintas negara diselaraskan untuk memastikan adanya persamaan perlakuan hukum dan meminimalkan kesulitan administrasi bagi para pelaku pasar, yang menjadikan sistem ini lebih efektif dan efisien.

Di sisi lain, California juga menawarkan contoh sukses melalui program *Cap-and-Trade* yang inovatif. Sistem di California menerapkan pengawasan regulasi yang ketat untuk menghindari risiko penipuan dan manipulasi

pasar. Program ini melibatkan pengelolaan yang transparan dan terstruktur, yang didukung oleh audit berkala serta teknologi untuk melacak setiap kredit karbon yang diperdagangkan. Pendekatan ini tidak hanya menjaga integritas pasar, tetapi juga membangun kepercayaan di antara para pelaku pasar.

Indonesia, dalam menghadapi tantangan regulasi lintas negara dan risiko penipuan, dapat memanfaatkan contoh-contoh ini dengan mengadopsi kerangka kerja harmonis dan teknologi seperti blockchain untuk memitigasi manipulasi pasar dan meningkatkan transparansi. Harmonisasi regulasi, terutama dalam kerangka ASEAN atau kerja sama regional lainnya, juga bisa memperkuat posisi Indonesia dengan menciptakan dasar regulasi yang selaras dan meminimalkan hambatan perdagangan antarnegara. Melalui kerangka kerja yang terpadu ini, Indonesia dapat mengambil peluang untuk mengembangkan kebijakan inovatif seperti insentif pajak karbon atau *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI), yang terbukti sukses dalam mendanai proyek hijau di banyak negara maju. Dengan demikian, pendekatan komprehensif ini diharapkan mampu mengatasi tantangan sekaligus mendukung pertumbuhan pasar karbon yang berkelanjutan di Indonesia, mengarah pada ekonomi rendah karbon yang lebih kuat.

D. SIMPULAN

Simpulan penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan bursa karbon di Indonesia menghadapi tantangan dari kerangka hukum yang kompleks, yang di satu sisi memiliki potensi mendukung perdagangan karbon, namun di sisi lain masih banyak kendala yang perlu diatasi. Kerangka hukum yang ada belum sepenuhnya siap dalam mengakomodasi integrasi inovasi teknologi seperti *blockchain*, *fintech* dan *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) untuk meningkatkan transparansi, efisiensi, serta aksesibilitas pasar karbon. Oleh karena itu, diperlukan pembaruan regulasi yang lebih inklusif agar mampu memfasilitasi perkembangan bursa karbon yang sesuai dengan kebutuhan pasar dan prinsip keberlanjutan lingkungan.

Di samping itu, Indonesia dihadapkan pada tantangan dan peluang yang signifikan dalam memperkuat regulasi perdagangan karbon. Tantangan utama mencakup kompleksitas regulasi lintas negara yang mempersulit keseragaman hukum di antara yurisdiksi, serta perlunya mekanisme perlindungan untuk mencegah risiko penipuan dan manipulasi pasar, namun tantangan ini juga membuka peluang untuk mengembangkan kerangka regulasi yang harmonis di tingkat internasional dan regional, dengan mengadopsi praktik terbaik dari negara-negara yang telah berhasil menerapkan bursa karbon, seperti EU ETS dan program *Cap-and-Trade* di California. Selain itu, peluang untuk mendanai proyek hijau melalui instrumen seperti

Green Bonds dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) menjadi penting untuk meningkatkan partisipasi dan daya tarik pasar karbon di Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini menyimpulkan bahwa dukungan regulasi yang holistik dan inovasi keuangan yang berkelanjutan adalah kunci bagi keberhasilan bursa karbon Indonesia, yang tidak hanya akan membantu mengurangi emisi karbon nasional tetapi juga memperkuat posisi Indonesia dalam ekonomi hijau global.

Sebagai rekomendasi, untuk memperkuat kerangka hukum dan regulasi yang mendukung inovasi keuangan dan kebijakan lingkungan dalam bursa karbon, pemerintah perlu mempercepat pembahasan dan implementasi regulasi yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan pasar. Regulator juga harus meningkatkan kerja sama internasional dalam mengatasi tantangan lintas negara. Selain itu, pelaku pasar harus didorong untuk mengadopsi teknologi *blockchain* dan *fintech* serta *Green Bonds* dan *Climate Bonds Initiative* (CBI) yang terbukti sukses dalam mendanai proyek hijau di banyak negara maju untuk menerapkan praktik terbaik dalam perdagangan karbon. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan pasar karbon dapat menjadi instrumen yang lebih efektif dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan mempercepat peralihan menuju ekonomi yang berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

JURNAL

- Adom, Philip K. (2024). The Socioeconomic Impact of Climate Change in Developing Countries over the next Decades: A Literature Survey. *Heliyon*, Vol.10, (No.15), pp.1-30. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35134>.
- Ainurrohmah, Silfia., & Sudarti. (2022). Analisis Perubahan Iklim Dan Global Warming Yang Terjadi Sebagai Fase Kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika & Terapan*, Vol.8, (No.1), pp.1-10. <http://dx.doi.org/10.22373/p-jpft.v8i1.13359>.
- Aisyah, Nalia S. (2019). Dilema Posisi Indonesia dalam Persetujuan Paris tentang Perubahan Iklim. *Indonesian Perspective*, Vol.4,(No.2),pp.118–132. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/ip.v4i2.26698>.
- Alfarizy, Valiant., Ulfa, Sayyidah Mariyatul., Liyadi, Syerra S., Farahiya, Zhafira., & Ludiasa, Rohmad. (2024). Mekanisme Hukum : Perdagangan Karbon Melalui Bursa Karbon di Indonesia. *Unes Law Review*,Vol.6,(No.2),pp.7354–7365. <https://doi.org/10.31933/unesrev.v6i2.1618>.
- Amnuaylojaroen, T. (2023). Perspective on the Era of Global Boiling: A Future beyond Global Warming. *Advances in Meteorology*, pp.1–12. <https://doi.org/10.1155/2023/5580606>.
- Anandari, Anatansyah Ayomi., Wadjidi, Achmad Farid., & Harsono, Gentio. (2024). Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan dan Kesiapan Pertahanan Negara di Provinsi DKI Jakarta. *Journal on Education*, Vol.6,(No.2),pp.10868–10884. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i2.4880>.
- Arwin, Muhammad., Aulia, Dena., & Uzliawati, Lia. (2023). Implementasi Blockchain Dalam Bidang Akuntansi dan Supply Chain Management: Studi Literatur. *Progress: Jurnal Pendidikan, Akuntansi Dan Keuangan*,Vol.6,(No.2),pp.76–90. <https://doi.org/10.47080/progress.v6i2.2616>
- Ayuningsih, Adinda Noura., Oktaviani, Melly Aini., Chandra, Angel., Athyah, Nadra., Manda M , Putri Dwi., Citra, Zania., & Sulaiman, Shonia Devita. (2023). Ratifikasi Paris Agreement dan Pengaplikasian National Determined Contribution (NDC) Indonesia. *JISIP UNJA (Jurnal Ilmu Sosial Ilmu Politik Universitas Jambi)*,Vol.7,(No.1),pp.60–69. <https://doi.org/10.22437/jisipunja.v7i1.21859>
- Az Zahra, Intan Sandra., & Aryati, Titik. (2023). Analisis Determinan Pengungkapan Emisi Karbon Pada Perusahaan Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Pada Tahun 2019-2021. *Jurnal Ekonomi Trisakti*, Vol.3, (No.1),pp.2067–2076. <https://doi.org/10.25105/jet.v3i1.16513>.
- Azizi MJ, Nur., Putra, Akbar Kurnia., & Sipahutar, Bernard. (2023). Perdagangan Karbon: Mendorong Mitigasi Perubahan Iklim

- Diantara Mekanisme Pasar Dan Prosedur Hukum. *Jurnal Selat*, Vol.10, (No.2), pp.91-107.<https://doi.org/10.31629/selat.v10i2.4853>
- Baskara, Agustinus Prajaka W. (2023). Kerangka Hukum Bursa Karbon di Indonesia: Perkembangan Terkini dan Tantangan ke Depan. *Jurnal Mimbar Hukum*, Vol.35, (Special Issue), pp.40-79.
<https://doi.org/https://doi.org/10.22146/mh.v35i0.11396>.
- Dechezleprêtre, Antoine., Nachtigall, Daniel., & Venmans, Frank. (2023). The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol.118, (No.3), pp.10-27.
<https://doi.org/10.1016/j.jeem.2022.102758>
- Editiana, Athaya F. (2024). Kebijakan Publik atas Penerapan Pajak Karbon di Indonesia. *Transparansi: Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi*, Vol.6, (No.2), pp.231-240.
<https://doi.org/10.31334/transparansi.v6i2.3479>.
- Edyka, Yovi Cajapa., Wineyni, Yulisa., Mahfut., Muhdar., & Susmiati, Haris Retno. (2020). Rethinking the Applicability of Emission Trading System in ASEAN: Lesson from the European Emission Trading System. *Borneo Law Review*, Vol.4, (No.2), pp.168-179.<https://doi.org/10.35334/bolrev.v4i2.1717>.
- Elsa, Hadijah Ummini., & Utomo, Rachmad. (2022). Menimbang Kesiapan Penerapan Carbon Pricing di Indonesia dengan Studi pada Kanada, Britania Raya, dan Australia. *Jurnal Pajak Indonesia (Indonesian Tax Review)*, Vol.6, (No.2), pp.410-435.
<https://doi.org/10.31092/jpi.v6i2.1866>
- Irama, Ade B. (2020). Perdagangan Karbon di Indonesia: Kajian Kelembagaan dan Keuangan Negara. *Info Artha*, Vol.4, (No.1), pp.83-102.
<https://doi.org/10.31092/jia.v4i1.741>.
- Jane, Heidy., Gianova, Gabriella., Firdaus, Linny., & Reinhard, Zoar. (2018). Permasalahan dalam Pelaksanaan Tiga Mekanisme Fleksibel dalam Protokol Kyoto. *Bina Hukum Lingkungan*, Vol.3, (No.1), pp.13-33.
<https://doi.org/10.24970/jbhl.v3n1.2>.
- Javaid, Mohd., Haleem, Abid., Singh, Ravi Pratap., Suman, Rajiv., & Khan, Shahbaz. (2022). A review of Blockchain Technology applications for financial services. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, Vol.2, (No.3), pp.100-73.
<https://doi.org/10.1016/j.tbench.2022.100073>.
- Manurung, James Parulian Walisongo., Boedoyo, Mohammad Sidik., & Sundari, Sri. (2022). Pajak Karbon di Indonesia Dalam Upaya Mitigasi Perubahan Iklim dan Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan. *Jurnal Kewarganegaraan*, Vol.6, (No.2), pp.2881-

- 2898.<https://doi.org/https://doi.org/10.31316/jk.v6i2.3171>
- Iqbal, Firdaus Muhamad., & Ruhaeni, Neni. (2022). Pengaturan Emisi Gas Rumah Kaca Berdasarkan Protokol Kyoto dan Implementasinya di Indonesia. *Jurnal Dinamika Global*, Vol.7, (No.2), pp.223-244.<https://doi.org/10.36859/jdg.v7i02.1071>
- Mulyati, Rina., & Darmawati, Deni. (2023). The Impact of Green Investment, Media Coverage, and International Sales on Carbon Emission Disclosure with Audit Committee as the Moderating Variable. *Enrichment: Journal of Management*, Vol.13,(No.1),pp.497–503. <https://doi.org/10.35335/enrichment.v13i1.1311>.
- Noor, Muhamad Ameer., & Saputra, Putu Mahardika Adi. (2020). Emisi Karbon dan Produk Domestik Bruto: Investigasi Hipotesis Environmental Kuznets Curve (EKC) pada Negara Berpendapatan Menengah di Kawasan ASEAN. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, Vol.8, (No.3), pp.230–246.
<https://doi.org/10.14710/jwl.8.3.230-246>.
- Prihatiningtyas, Wilda., Wijoyo, Suparto., Wahyuni, Indria., & Fitriana, Zuhda Mila. (2023). Perspektif Keadilan dalam Kebijakan Perdagangan Karbon (Carbon Trading) di Indonesia sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim. *Jurnal Ilmu Hukum Refleksi Hukum*, Vol.7, (No.2), pp.164-186.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24246/jrh.2022.v7.i2.p163-186>.
- Ratnawati, D. (2016). Carbon Tax Sebagai Alternatif Kebijakan Untuk Mengatasi Eksternalitas Negatif Emisi Karbon di Indonesia. *Indonesian Treasury Review Jurnal Perbendaharaan Keuangan Negara Dan Kebijakan Publik*, Vol.1, (No.2), pp.53-67. <https://doi.org/10.33105/itrev.v1i2.51>
- Rudianto, Riski., Pangestu, Dimas., Diansyah, Uus., Sari, Rita Puspita., Andani, Herdiyanti Ulan., Sari, Milika Puspa., & Sisdianto, Ersi. (2024). Analisis Pengaruh Faktor Lingkungan Pada Laporan Keuangan (Studi Kasus Pada Industri Ramah Lingkungan). *Wanargi: Jurnal Manajemen Dan Akutansi*, Vol.1,(No.2),pp.273-280.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62017/wanargi.v1i2.411>.
- Ruslan, Z. (2022). Blockchain Letter of Credit: Apakah Sekarang Saatnya? *Fair Value: Jurnal Ilmiah Akuntansi Dan Keuangan*, Vol.5,(No.1),pp.493-508.
<https://doi.org/10.32670/fairvalue.v5i1.2189>
- Rustam, I. (2016). Tantangan ALKI dalam Mewujudkan Cita - Cita Indonesia sebagai Poros Maritim Dunia. *Indonesian Perspective*,Vol.1,(No.1),pp.1-21.
<https://doi.org/10.14710/ip.v1i1.10426>
- Septriyawati, Suci., & Anisah, Nur. (2019). Pengaruh Media Exposure, Ukuran Perusahaan, Profitabilitas Dan Leverage

- Terhadap Pengungkapan Emisi Karbon Pada Perusahaan Manufaktur Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2014-2018. *SNEB: Seminar Nasional Ekonomi Dan Bisnis Dewantara*, Vol.1, (No.1),pp.103-14.
<https://doi.org/10.26533/sneb.v1i1.417>.
- Setyawan, Budhi., & Rahadi, Yosia Kristiawan. (2022). Kajian Implementasi Carbon Tax Sebagai Ekstensifikasi Di Bidang Cukai. *Jurnal Perspektif Bea Dan Cukai*, Vol.6, (No.2),pp.386-408.
<https://doi.org/10.31092/jpbc.v6i2.1780>.
- Shalsabilla, Annisa., Setiyono, Heryoso., Sugianto, Denny Nugroho., Ismunarti, Dwi Haryo., & Marwoto, Jarot. Kajian Fluktuasi Muka Air Laut Sebagai Dampak Dari Perubahan Iklim Di Perairan Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, Vol.4,(No.1),pp.69–76.
<https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i1.13183>.
- Spilker, Gregor., & Nugent, Nick. (2022). Voluntary carbon market derivatives: Growth, innovation & usage. *Borsa Istanbul Review*,Vol.22,(No.1),pp.109-118.
<https://doi.org/10.1016/j.bir.2022.11.008>.
- Sulfa, A. Muhammad Fauzan., Zahirah, Nabilah Rezky Putri., & Assidiq, Fuad Mahfud. (2024). Dampak Coral Bleaching Pada Masyarakat Lokal Di Kawasan Taman Laut Bunaken. *Riset Sains Dan Teknologi Kelautan*,Vol.1,(No.1),pp.22-27. <https://doi.org/10.62012/sensistek.v7i1.31626>.
- Suryani, Anih S. (2023). Menyongsong Implementasi Bursa Karbon di Indonesia. *Info Singkat: Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual Dan Strategis*, Vol.15, (No.11), pp.11-15. https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/info_singkat/Info%20Singkat-XV-11-I-P3DI-Juni-2023-236.pdf.
- Susilawati, S. (2021). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan. *Electronic Journal Scientific of Environmental Health And Disease*,Vol.2,(No.1),pp.25–31.
<https://doi.org/10.22437/esehad.v2i1.13749>
- Susilowati, Ida., Ahmad, S. Thoriq Musthofa., Faturrahman, Thoriq., & Hidayat, Regga Fajar. (2022). Efektivitas Protokol Kyoto Dalam Mereduksi Emisi Gas Rumah Kaca Di Indonesia. *Journal Of Legal Research*, Vol.4,(No.5),pp.1255-1274.
<https://doi.org/10.15408/jlr.v4i5.28901>
- Yeremy, Jannuar., Irawan, Joshua., & Wimala, Mia. (2022). Kajian Penerapan Carbon Tax pada Industri Konstruksi di Singapura dan Indonesia. *RekaRacana: Jurnal Teknil Sipil*,Vol.8,(No.1),pp.42.
<https://doi.org/10.26760/rekaracana.v8i1.42>
- Zakaria, Rian., & Satyawan, Made. (2023). Strategi Implementasi Fintech Reward Crowdfunding di Indonesia Sektor Ekonomi Kreatif. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen West Science*,Vol.2,(No.2),pp.145-167.
<https://doi.org/10.58812/jbmws.v2i02.328>

BUKU

Fatah, Anton A. (2021). *Optimalisasi Proyek Infrastruktur dengan Skema KPBU untuk Mitigasi Emisi Karbon; Analisa Strategi Pasca The Paris Agreement*. Brussel: Kedutaan Besar Republik Indonesia Brussel.

Rosalina, Dessy., Idris, Ika., Mulyani, Garnita., Deselia, Sanita., & Pangestu, Galuh. (2023). *Navigasi Isu Perubahan Iklim di Pemilu 2024: Panduan Komunikasi untuk Politisi*. Australia: Monash Climate Change Communication Research Hub (MCCCRH) Indonesia Node.

Sengupta, Sayanti., Tsuruga, Ippei., & Dankmeyer. (2023). *Asuransi sosial dan perubahan iklim di Indonesia: Implikasi terhadap Ambisi Perlindungan Sosial Adaptif*. Timor Leste: Departemen Perlindungan Sosial dan Kantor Tingkat Negara Organisasi Perburuhan Internasional untuk Indonesia dan Timor Leste.

TESIS

Silitonga, S. (2024). *Rekonstruksi Sanksi Pidana Bagi Korporasi Pelaku Pencemaran Lingkungan Hidup Berbasis Keadilan Ekologis Di Indonesia*. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

PROSIDING

Saputro, Stefanus Dimas R. (2023). Tinjauan

Sistematis: Green Bonds Di Asean Dan Tantangan Yang Dihadapi. In *Proceeding National Conference Business, Management, and Accounting (NCBMA)* (pp.710-719). Tangerang: Universitas Pelita Harapan.

SUMBER ONLINE

Friedrich, Johannes., Ge, Mengpin., & Pickens, Andrew. (2023). This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters. Retrieved from <https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters>.

Otoritas Jasa Keuangan. (2023). Siaran Pers: Presiden Resmikan Bursa Karbon Indonesia. Retrieved from <https://ojk.go.id/id/berita-dan-kegiatan/siaran-pers/Pages/Presiden-Resmikan-Bursa-Karbon-Indonesia.aspx>

Pusat Layanan Iklim Terapan BMKG Bidang Informasi Kualitas Udara. (2022). COP26: Partisipasi Indonesia dalam Komitmen Pemangkasan 30% Emisi Metana Pada Tahun 2030. *Buletin Gas Rumah Kaca*, pp.4–6. Retrieved from [https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/Buletin Gas Rumah Kaca Vol 2 No 1_BMKG.pdf](https://iklim.bmkg.go.id/bmkgadmin/storage/buletin/Buletin%20Gas%20Rumah%20Kaca%20Vol%202%20No%201_BMKG.pdf).

Universal Eco. (2023). Era Global Warming Beralih Ke Global Boiling. Retrieved from <https://www.universaleco.id/blog/detail/era-global-warming-beralih-ke-global-boiling/357>.