

NAVIGASI EKONOMI HIJAU DAN TATA KELOLA KARST GUNUNGKIDUL DALAM SKEMA PERDAGANGAN KARBON

GREEN ECONOMY NAVIGATION AND GUNUNGKIDUL KARST GOVERNANCE IN THE CARBON TRADING SCHEME

Aji Baskoro

Fakultas Hukum, Universitas Gadjah Mada

Koresponding Email: ajibaskoro@mail.ugm.ac.id.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis model tata kelola ekosistem karst Gunungkidul dalam skema perdagangan karbon guna mendukung ekonomi hijau yang berkelanjutan. Penelitian ini menggunakan metode yuridis-normatif yang berfokus pada analisis norma hukum, kebijakan, dan konsep yang relevan. Pendekatan perundang-undangan digunakan untuk mengkaji regulasi terkait perdagangan karbon dan perlindungan ekosistem karst, sedangkan pendekatan historis menelusuri perkembangan kebijakan lingkungan dan perdagangan karbon di Indonesia. Pendekatan konseptual diterapkan untuk mengkaji teori ekonomi hijau, pembangunan berkelanjutan, dan tata kelola lingkungan. Sumber data yang digunakan bersifat sekunder, diperoleh melalui studi literatur terhadap regulasi, jurnal ilmiah, buku, laporan resmi, serta analisis media guna memahami dinamika implementasi perdagangan karbon di Indonesia. Teknik analisis data dilakukan secara kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis untuk mengeksplorasi regulasi dan kebijakan yang berlaku. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perdagangan karbon berbasis ekosistem karst memerlukan regulasi yang jelas, skema insentif bagi masyarakat, serta mekanisme pemantauan berbasis data. Kesimpulan penelitian menegaskan bahwa tata kelola ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon harus berbasis kebijakan yang berkelanjutan, melibatkan partisipasi masyarakat, serta diperkuat oleh kelembagaan yang adaptif dan responsif terhadap tantangan lingkungan dan ekonomi.

Kata kunci: *ekonomi hijau, perdagangan karbon, konservasi karst.*

ABSTRACT

This study aims to analyze the governance model of the Gunungkidul karst ecosystem within the carbon trading scheme to support a sustainable green economy. This research employs a normative-juridical method, focusing on an in-depth analysis of legal norms, policies, and relevant concepts. A statutory approach is used to examine regulations related to carbon trading and karst ecosystem protection, while a historical approach traces the development of environmental policies and carbon trading in Indonesia. Additionally, a conceptual approach is applied to explore theories of the green economy, sustainable development, and environmental governance. The data used in this study is secondary, obtained through a comprehensive literature review of regulations, scientific journals, books, official reports, and media analyses to understand the dynamics of carbon trading implementation in Indonesia. The data analysis technique follows a qualitative approach with descriptive-analytical methods to explore the prevailing regulations and policies. The findings indicate that karst-based carbon trading requires clear regulations, incentive schemes for local communities, and a data-driven monitoring mechanism. The study concludes that governance of the karst ecosystem within the carbon trading scheme must be based on sustainable policies, involve community participation,

and be strengthened by adaptive and responsive institutions to address environmental and economic challenges.

Keywords: *green economy, carbon trading, karst conservation.*

PENDAHULUAN

Ekosistem karst Gunungkidul merupakan kawasan strategis yang memiliki nilai ekologis, ekonomi, dan sosial yang tinggi (Afriawan et al., 2024; Purmaningsih et al., 2024a). Secara ekologis, ekosistem ini berfungsi sebagai daerah resapan air yang mendukung ketersediaan air tanah bagi masyarakat (Singarimbun, 2022). Karst memiliki peran yang unik dalam siklus karbon, terutama dalam proses penyerapan dan penyimpanan karbon (Zhang et al., 2022). Formasi karst yang terdiri dari batuan kapur berfungsi sebagai penyerap karbon dioksida dari atmosfer melalui proses pelapukan kimiawi (Zhao et al., 2024). Potensi ini membuka peluang bagi konservasi berbasis skema perdagangan karbon yang memungkinkan ekosistem karst Gunungkidul untuk dikonversi menjadi aset karbon yang bernilai ekonomi. Integrasi ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon dapat menjadi strategi inovatif untuk mencapai pembangunan berkelanjutan. Sementara itu, dalam konteks keberlanjutan, tata kelola ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi.

Pendekatan ekonomi hijau menjadi konsep yang sangat relevan dalam konteks ini, karena menekankan efisiensi dalam pemanfaatan sumber daya alam dengan tetap menjaga keseimbangan ekologi dan kesejahteraan sosial. Prinsip-prinsip ekonomi hijau seperti *resource efficiency*, *social equity*, *sustainable growth*, *responsibility*, dan *inclusive participation* perlu diinternalisasi dalam tata kelola perdagangan karbon berbasis ekosistem karst (Yakovleva & Subhonberdiev, 2019). Penerapan prinsip-prinsip ekonomi hijau dalam skema perdagangan karbon berbasis ekosistem karst dapat memaksimalkan manfaat lingkungan dan ekonomi secara simultan, sekaligus meminimalkan dampak negatif terhadap masyarakat lokal. Hal ini dapat dicapai melalui pengembangan model bisnis yang inovatif, yang mengintegrasikan nilai-nilai konservasi dengan kegiatan ekonomi produktif, seperti ekowisata, pertanian berkelanjutan, dan pemanfaatan sumber daya non-kayu. Selain itu, investasi dalam teknologi dan infrastruktur yang ramah lingkungan, serta peningkatan kapasitas masyarakat lokal dan partisipasi dalam pasar karbon.

Kerangka regulasi perdagangan karbon di Indonesia dibangun atas dasar hierarki hukum yang komprehensif, mencakup berbagai tingkatan peraturan. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pengembangan dan Penguatan Sektor Keuangan serta Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change* memberikan landasan hukum yang kuat. Implementasi lebih lanjut diatur melalui Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional, yang menjadi payung hukum bagi pengembangan mekanisme perdagangan karbon. Tingkat kementerian, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 21 Tahun 2022, Nomor 7 Tahun 2023, dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 16 Tahun 2022 mengatur tata laksana dan prosedur spesifik untuk sektor lingkungan hidup, kehutanan, dan energi. Sementara itu, Otoritas Jasa Keuangan (OJK) mengeluarkan Peraturan OJK Nomor 14 Tahun 2023 dan Surat Edaran OJK Nomor 12 Tahun 2023 yang mengatur perdagangan karbon melalui bursa karbon, dengan fokus pada aspek keuangan dan pengawasan pasar. Bursa Efek

Indonesia juga menerbitkan Surat Edaran yang mengatur biaya dan standarisasi unit karbon, melengkapi kerangka regulasi dengan panduan teknis operasional. Lebih lanjut, Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2023 pada 12 Januari 2023, yang memberikan landasan hukum bagi pengembangan sektor keuangan, termasuk perdagangan karbon. Langkah penting selanjutnya adalah kesepakatan perluasan kerja sama dan koordinasi antara Otoritas Jasa Keuangan (OJK) dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada 19 Juli 2023. Kemudian, puncak dari rangkaian ini adalah peluncuran Bursa Karbon Indonesia (IDX Carbon) pada 26 September 2023, yang menandai dimulainya era baru perdagangan karbon di Indonesia.

Beberapa studi sebelumnya telah memberikan kontribusi penting dalam memahami dinamika perdagangan karbon dan ekonomi hijau di Indonesia. Penelitian Sunarno et al. (2020) menyoroti potensi serapan karbon di kawasan hijau yang dikelola oleh perusahaan, menggarisbawahi peran sektor swasta dalam mitigasi perubahan iklim (Sunarno et al., 2020). Septyanun et al. (2023) menganalisis perubahan kebijakan perdagangan karbon dari skema sukarela menjadi wajib, menunjukkan evolusi kerangka regulasi menuju implementasi yang lebih terstruktur (Septyanun et al., 2023). Setiawan et al. (2020) berfokus pada perencanaan ekonomi hijau di sektor pertanian, mengidentifikasi strategi untuk mencapai pembangunan berkelanjutan di sektor vital ini (Setiawan et al., 2020). Sementara itu, Prihatiningtyas et al. (2023) mengkaji keadilan dalam kebijakan perdagangan karbon, menyoroti pentingnya mempertimbangkan dampak sosial dan ekonomi bagi masyarakat yang rentan (Prihatiningtyas et al., 2023). Meskipun semua penelitian tersebut memberikan wawasan berharga, terdapat kesenjangan penelitian yang signifikan, yaitu kurangnya eksplorasi ekosistem karst sebagai aset karbon dalam skema perdagangan karbon di Indonesia. Namun, belum ada penelitian yang secara khusus membahas integrasi ekosistem karst, khususnya di Gunungkidul, dalam skema perdagangan karbon. Kesenjangan ini menciptakan peluang penelitian yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan mengeksplorasi potensi, tantangan, dan model tata kelola yang berkelanjutan untuk mengoptimalkan manfaat perdagangan karbon bagi lingkungan dan masyarakat di ekosistem karst Gunungkidul.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan menjawab dua pertanyaan. Pertama, bagaimana potensi ekosistem karst Gunungkidul dalam upaya skema perdagangan karbon? Kedua, apa tantangan dan peluang dalam penerapan perdagangan karbon berbasis ekosistem karst di Gunungkidul, baik dari aspek ekologi, sosial, ekonomi, maupun regulasi? Ketiga, bagaimana model tata kelola yang baik dan berkelanjutan untuk mengintegrasikan ekosistem karst Gunungkidul dalam skema perdagangan karbon dan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat lokal? Selain itu, Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi potensi ekosistem karst Gunungkidul dalam skema perdagangan karbon, menganalisis tantangan serta peluang penerapannya, dan merancang model tata kelola yang berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode yuridis-normatif yang berfokus pada analisis mendalam terhadap norma hukum, kebijakan, dan konsep yang relevan dalam konteks tata kelola ekosistem karst Gunungkidul dalam skema perdagangan karbon. Pendekatan perundang-undangan (*statute approach*) digunakan untuk mengkaji regulasi terkait perdagangan karbon dan perlindungan ekosistem karst, baik di tingkat nasional maupun daerah. Pendekatan historis (*historical approach*) dan pendekatan konseptual (*conceptual approach*) untuk mengkaji teori dan konsep yang relevan, seperti ekonomi hijau, pembangunan berkelanjutan, dan tata kelola lingkungan. Sumber data dalam penelitian ini

bersifat sekunder, diperoleh melalui studi literatur yang komprehensif. Analisis regulasi dilakukan untuk memahami kerangka hukum yang berlaku, sedangkan kajian akademik menelaah jurnal ilmiah, buku, dan hasil penelitian terdahulu. Laporan resmi dari lembaga pemerintah, organisasi internasional, dan NGO digunakan untuk memperoleh data empiris. Teknik analisis data yang digunakan adalah kualitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis.

PEMBAHASAN

Ekosistem Karst Gunungkidul dalam Konteks Perdagangan Karbon

Pembahasan mengenai ekosistem karst Gunungkidul dalam konteks perdagangan karbon menjadi penting mengingat kawasan ini memiliki karakteristik ekologis yang unik sekaligus strategis dalam mitigasi perubahan iklim. Ekosistem karst Gunungkidul memiliki keunikan geologi dan hidrologi yang membedakannya dari ekosistem lainnya (Ikhsan et al., 2019). Secara geologis, kawasan ini tersusun atas batuan kapur yang terbentuk melalui proses pelarutan selama ribuan tahun, menciptakan lanskap khas dengan gua, dolina, dan sungai bawah tanah (Sitohang et al., 2024). Struktur ini menjadikan karst sebagai kawasan dengan kapasitas tinggi dalam menyimpan dan mengalirkan air, berperan penting dalam keseimbangan hidrologi wilayah (Sitohang et al., 2024). Selain sebagai penyimpan air, ekosistem karst juga memiliki kemampuan dalam menyerap karbon melalui proses kalsifikasi, di mana karbon dioksida di atmosfer berinteraksi dengan kalsium karbonat dalam batuan kapur. Sehingga dengan demikian, karst berpotensi menjadi salah satu penyerap karbon alami yang signifikan, meskipun kontribusinya masih jarang diperhitungkan dalam skema perdagangan karbon.

Penerapan prinsip ekonomi hijau menjadi relevan untuk menjaga keseimbangan antara pemanfaatan dan pelestarian ekosistem karst. Dalam konteks ini, Peraturan Daerah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2024 tentang Ekonomi Hijau memberikan dasar hukum yang komprehensif untuk mengarahkan pembangunan daerah menuju keberlanjutan. Peraturan ini mengatur kebijakan, strategi, indikator, hingga mekanisme lintas sektor yang mendorong partisipasi masyarakat dalam transisi menuju ekonomi rendah karbon. Sehingga dengan demikian perda ini memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur untuk implementasi ekonomi hijau di DIY, yang diharapkan dapat mendukung upaya mitigasi perubahan iklim dan peningkatan kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan, termasuk dalam konteks perdagangan karbon.

Adapun konsep Konsep ekonomi hijau dalam pengelolaan sumber daya alam menekankan prinsip keberlanjutan, yang esensinya adalah memastikan keseimbangan harmonis antara pemanfaatan lingkungan dan perlindungan ekosistem (Jamaledini and Khazaei, 2024). Kontekstualnya dalam ekosistem karst Gunungkidul, pendekatan ekonomi hijau dapat diimplementasikan melalui optimalisasi jasa ekosistem karst untuk meningkatkan nilai tambah ekonomi tanpa mengorbankan keberlanjutan ekologis. Hal ini dapat dicapai melalui pengembangan model bisnis yang inovatif, seperti ekowisata berbasis konservasi, pertanian berkelanjutan yang adaptif terhadap kondisi karst, dan pemanfaatan sumber daya non-kayu secara bijaksana. Implementasi ekonomi hijau di kawasan karst juga memerlukan investasi dalam teknologi ramah lingkungan, peningkatan kapasitas masyarakat lokal, dan kerangka regulasi yang mendukung praktik-praktik berkelanjutan.

Mekanisme perdagangan karbon, seperti *Cap and Trade*, *Carbon Offset*, dan REDD+, menawarkan instrumen ekonomi yang efektif untuk mendorong pengurangan emisi gas rumah kaca dan konservasi ekosistem (Begum, 2020). Implementasi perdagangan karbon telah diatur melalui Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Nilai Ekonomi Karbon, yang membuka peluang bagi berbagai ekosistem, termasuk hutan dan lahan gambut,

untuk mendapatkan manfaat ekonomi dari peran mereka dalam mitigasi perubahan iklim. Juga dalam Otoritas Jasa Keuangan (OJK) mengeluarkan Peraturan OJK Nomor 14 Tahun 2023 dan Surat Edaran OJK Nomor 12 Tahun 2023 yang mengatur perdagangan karbon melalui bursa karbon, dengan fokus pada aspek keuangan dan pengawasan pasar. Ekosistem karst meskipun memiliki potensi signifikan dalam penyerapan dan penyimpanan karbon, masih jarang dibahas dalam konteks perdagangan karbon.

Potensi ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon terletak pada kemampuannya untuk menyerap dan menyimpan karbon melalui proses kalsifikasi, serta peranannya dalam menjaga keseimbangan hidrologi regional. Namun, integrasi ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi, yang mempertimbangkan karakteristik unik karst, tantangan implementasi, dan kebutuhan masyarakat lokal. Valuasi karbon yang akurat dan transparan diperlukan untuk menentukan nilai ekonomi karbon karst, sementara model tata kelola yang efektif dan inklusif diperlukan untuk memastikan manfaat yang adil dan berkelanjutan bagi semua pemangku kepentingan. Selain itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang potensi karst dalam perdagangan karbon, serta mengembangkan kapasitas teknis dan kelembagaan untuk mendukung implementasi skema perdagangan karbon yang berbasis ekosistem karst.

Pengembangan skema perdagangan karbon berbasis ekosistem karst di Gunungkidul dapat diwujudkan melalui adopsi pendekatan konservasi yang berlandaskan insentif dan pembayaran jasa lingkungan. Pendekatan ini memerlukan keterlibatan aktif dari berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, masyarakat lokal, dan sektor swasta yang memiliki komitmen terhadap ekonomi hijau. Pemerintah daerah berperan dalam merumuskan kebijakan yang mendukung konservasi dan perdagangan karbon, serta menyediakan insentif bagi praktik-praktik berkelanjutan. Masyarakat lokal, sebagai penjaga tradisional ekosistem karst, perlu dilibatkan dalam pengambilan keputusan dan mendapatkan manfaat langsung dari skema perdagangan karbon. Sektor swasta dapat berinvestasi dalam proyek-proyek konservasi dan rehabilitasi karst, serta mengembangkan model bisnis yang ramah lingkungan.

Tantangan dan Peluang Perdagangan Karbon di Karst Gunungkidul

Pembahasan mengenai tantangan dan peluang perdagangan karbon di kawasan karst Gunungkidul penting dilakukan karena kawasan ini memiliki karakteristik geologis, ekologis, sosial, dan ekonomi yang khas sekaligus berpotensi besar dalam mendukung mitigasi perubahan iklim. Untuk memahami dinamika tersebut, diperlukan analisis multidimensional yang mencakup empat aspek utama, yakni ekologi, sosial, ekonomi, dan regulasi. Aspek ekologi berkaitan dengan fungsi dan kapasitas lingkungan karst dalam menjaga keseimbangan alam, termasuk kemampuannya menyerap karbon, menyimpan air, serta menopang keanekaragaman hayati (Rohmatin Agustina et al., 2025). Aspek sosial menitikberatkan pada hubungan antara masyarakat dan lingkungan karst, termasuk bagaimana pola hidup, kearifan lokal, serta struktur sosial-ekonomi komunitas sekitar memengaruhi dan dipengaruhi oleh kebijakan perdagangan karbon (Purmaningsih et al., 2024b). Selanjutnya, aspek ekonomi menyoroti potensi dan tantangan dalam menjadikan perdagangan karbon sebagai instrumen pemberdayaan ekonomi berkelanjutan (Purmaningsih et al., 2024b). Adapun aspek regulasi berperan sebagai fondasi hukum dan kebijakan untuk mengatur mekanisme perdagangan karbon serta memastikan perlindungan terhadap ekosistem karst (Permana, 2020).

Tabel 1. Tantangan Perdagangan Karbon di Kawasan Karst Gunungkidul

Aspek	Tantangan
Ekologi	Risiko eksploitasi sumber daya alam seperti penambangan batu kapur dan pembangunan industri yang mengancam daya serap karbon. Ancaman terhadap keanekaragaman hayati endemik akibat kegiatan ekonomi yang tidak terkendali.
Sosial	Konflik kepentingan antara kebutuhan ekonomi masyarakat dan pelestarian lingkungan. Kurangnya pengakuan terhadap peran adat dan kearifan lokal dalam tata kelola karst.
Ekonomi	Belum adanya model bisnis yang memastikan keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan konservasi lingkungan. Keterbatasan infrastruktur pendukung ekonomi hijau di tingkat lokal.
Regulasi	Ketidakharmonisan antara kebijakan perlindungan kawasan karst daerah dan regulasi perdagangan karbon nasional. Tantangan koordinasi antara pemerintah pusat dan daerah dalam implementasi kebijakan.

Tabel 2. Peluang Perdagangan Karbon di Kawasan Karst Gunungkidul

Aspek	Peluang
Ekologi	Implementasi mekanisme perlindungan berbasis ekosistem yang memadukan konservasi karbon dan keanekaragaman hayati. Potensi karst sebagai model konservasi karbon berbasis geologi.
Sosial	Integrasi kearifan lokal dan nilai-nilai adat dalam skema perdagangan karbon berbasis komunitas. Peningkatan kesejahteraan masyarakat melalui skema bagi hasil dan program pemberdayaan lokal.
Ekonomi	Pengembangan model bisnis berkelanjutan seperti ekowisata berbasis karbon dan sertifikasi karbon produk lokal. Mendorong transisi menuju ekonomi hijau yang inklusif dan berkeadilan.
Regulasi	Penguatan regulasi daerah (Perda DIY) agar selaras dengan Perpres No. 98 Tahun 2021 dan Permen LHK No. 21 Tahun 2022. Pengembangan mekanisme insentif daerah untuk mendorong partisipasi dalam ekonomi hijau berbasis karbon.

Model Tata Kelola Berkelanjutan dalam Integrasi Ekosistem Karst dengan Perdagangan Karbon

1. Prinsip Tata Kelola Berkelanjutan

Prinsip tata kelola berkelanjutan dalam ekosistem karst menekankan keseimbangan antara aspek ekologi, ekonomi, dan sosial guna memastikan bahwa pemanfaatan sumber daya alam tidak merusak lingkungan dan tetap memberikan manfaat bagi masyarakat (Hasibuan and Tumuyu, 2023). Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah *tata kelola berbasis ekosistem (ecosystem-based governance)*, yang mengedepankan strategi pengelolaan sumber daya karst dengan mempertimbangkan kapasitas ekosistem dalam menyerap karbon (Arif et al., 2022). Melalui pemetaan yang komprehensif, kawasan karst dapat diintegrasikan ke dalam skema perdagangan karbon dengan tetap menjaga keseimbangan ekologis. Selain itu, prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) harus diimplementasikan dalam setiap kegiatan eksploitasi sumber daya karst (Lauck et al., 2020). Kajian dampak lingkungan yang menyeluruh harus dilakukan sebelum pemanfaatan sumber daya agar tidak menimbulkan degradasi ekosistem yang berdampak jangka panjang.

Pendekatan partisipatif juga menjadi aspek penting dalam tata kelola berkelanjutan ekosistem karst, terutama dalam memastikan keterlibatan masyarakat lokal dalam upaya konservasi dan perdagangan karbon (Prawiranegara & Hidayat, 2024). Masyarakat yang telah lama hidup berdampingan dengan ekosistem karst memiliki kearifan lokal yang dapat berkontribusi dalam pengelolaan sumber daya secara berkelanjutan (Anawagis et al., 2024). Oleh karena itu, mereka perlu dilibatkan dalam perencanaan, implementasi, hingga evaluasi kebijakan terkait perdagangan karbon berbasis karst. Dengan mengintegrasikan pendekatan ekosistem, prinsip kehati-hatian, dan partisipasi aktif masyarakat, tata kelola berkelanjutan dapat diwujudkan guna mendukung perdagangan

karbon yang tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga selaras dengan upaya konservasi lingkungan.

2. Model Tata Kelola Berbasis Kolaborasi

Model tata kelola perdagangan karbon berbasis karst memerlukan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat lokal. Pemerintah memiliki peran strategis dalam menyediakan regulasi yang mendukung skema perdagangan karbon berbasis ekosistem karst (Deng et al., 2023). Kebijakan seperti pajak karbon, insentif fiskal bagi industri yang berinvestasi dalam konservasi karst, serta mekanisme yang memungkinkan penghitungan karbon dalam ekosistem karst perlu dikembangkan secara lebih terperinci. Tanpa regulasi yang jelas, integrasi ekosistem karst ke dalam skema perdagangan karbon akan menghadapi berbagai hambatan, baik secara administratif maupun teknis.

Selain pemerintah, sektor swasta juga berperan penting dalam mendukung perdagangan karbon melalui investasi hijau (Mas et al., 2024). Perusahaan dapat berpartisipasi dalam proyek restorasi dan konservasi ekosistem karst sebagai bagian dari tanggung jawab sosial dan lingkungan mereka. Kolaborasi antara pemerintah dan sektor swasta dapat meningkatkan efektivitas perdagangan karbon berbasis karst dengan menyediakan pendanaan, teknologi, serta inovasi dalam pemantauan karbon (Indrayati & Lestari, 2021). Di sisi lain, masyarakat lokal memiliki posisi strategis dalam menjaga kelestarian ekosistem karst melalui pemantauan partisipatif terhadap aktivitas eksploitasi yang tidak berkelanjutan. Dengan adanya skema insentif yang tepat, masyarakat dapat terdorong untuk aktif berkontribusi dalam konservasi ekosistem karst, sekaligus memperoleh manfaat ekonomi dari perdagangan karbon. Kolaborasi yang solid antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat menjadi kunci dalam membangun tata kelola perdagangan karbon yang inklusif dan berkelanjutan.

3. Strategi Implementasi dan Rekomendasi Kebijakan



Gambar 1. Strategi Implementasi dan Rekomendasi Kebijakan Perdagangan Karbon Karst Gunungkidul

Sumber: diolah oleh penulis.

Untuk memastikan keberhasilan integrasi ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon, diperlukan strategi implementasi yang terstruktur dan berbasis regulasi yang kuat. Regulasi khusus yang mengakomodasi perdagangan karbon berbasis karst harus segera dirancang guna memberikan kepastian hukum bagi para pemangku kepentingan yang terlibat. Selain regulasi, skema insentif bagi masyarakat lokal juga harus diperkuat untuk mendorong partisipasi aktif dalam upaya konservasi ekosistem karst. Program

Payment for Ecosystem Services (PES) dapat diterapkan untuk memberikan kompensasi kepada masyarakat yang menjaga keberlanjutan kawasan karst. Insentif ekonomi yang diberikan dapat berupa dukungan finansial, pelatihan, atau pengembangan usaha berbasis ekowisata yang mendukung konservasi lingkungan (Yu et al., 2020). Lebih lanjut, penguatan kapasitas kelembagaan dalam pengelolaan dan pengawasan perdagangan karbon berbasis karst juga menjadi aspek krusial yang harus diperhatikan. Lembaga yang bertanggung jawab perlu diperkuat dalam hal regulasi, sumber daya manusia, serta pemanfaatan teknologi guna memastikan implementasi perdagangan karbon berjalan secara optimal. Pemerintah daerah dapat memasukkan aspek konservasi karst dalam rencana strategis pembangunan guna menciptakan keseimbangan antara pemanfaatan ekonomi dan kelestarian lingkungan. Dengan pendekatan yang komprehensif dan berbasis kebijakan yang kuat, integrasi ekosistem karst dalam perdagangan karbon dapat memberikan manfaat yang optimal, baik dari segi ekologi, sosial, maupun ekonomi seperti Gambar 1.

Kesimpulan dan Saran

Model tata kelola berbasis ekosistem dalam perdagangan karbon menjadi strategi yang krusial dalam memastikan keberlanjutan ekonomi hijau di kawasan karst Gunungkidul. Keberhasilan integrasi ekosistem karst dalam skema perdagangan karbon sangat bergantung pada penerapan prinsip kehati-hatian, keterlibatan aktif masyarakat, serta penguatan regulasi dan kapasitas kelembagaan. Pendekatan kolaboratif antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat lokal menjadi elemen kunci dalam mengoptimalkan potensi karbon ekosistem karst sebagai aset mitigasi perubahan iklim sekaligus sumber pendapatan berkelanjutan. Untuk mewujudkan tata kelola perdagangan karbon yang efektif, inklusif, dan berkelanjutan di kawasan karst Gunungkidul, terdapat beberapa rekomendasi strategis yang perlu dilakukan. Pertama, Pemerintah Kabupaten Gunungkidul perlu merumuskan regulasi khusus yang mengintegrasikan ekosistem karst dalam kebijakan nilai ekonomi karbon, termasuk mekanisme insentif bagi masyarakat lokal, sistem pemantauan berbasis data, serta skema verifikasi transparan untuk menjamin akuntabilitas. Kedua, perlu dikembangkan skema pembayaran jasa ekosistem (*Payment for Ecosystem Services*) agar manfaat ekonomi dari perdagangan karbon dapat terdistribusi secara adil kepada komunitas yang berperan dalam konservasi. Ketiga, penguatan kapasitas kelembagaan daerah dan kolaborasi multi-pihak, melibatkan pemerintah, perguruan tinggi, sektor swasta, dan masyarakat sipil, harus menjadi prioritas guna menciptakan model tata kelola yang adaptif terhadap dinamika sosial-ekologis karst. Terakhir, Pemerintah D.I. Yogyakarta dan pemerintah pusat perlu mengintegrasikan perlindungan ekosistem karst dalam kebijakan ekonomi hijau nasional agar kawasan ini dapat diakui sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim dan pembangunan berkelanjutan Indonesia.

Daftar Pustaka

- Afriawan MDAA, Damayanti JT, Saputra AF, et al. (2024) Kajian Lingkungan dan Dinamika Sosial-Ekonomi Di Wilayah Karst Desa Pengkol, Gunungkidul, DI YOGYAKARTA. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)* 7(4): 18831–18841.
- Anawagis F, Hijang P, Yahya Y, et al. (2024) Socio-Cultural and Ecological Dynamics of Local Communities in the Face of Karst Transformation During the Anthropocene Era (Case Study Rammang-Rammang Area of Maros). In: *World Conference on Governance and Social Sciences (WCGSS 2023)*, 2024, pp. 853–860. Atlantis Press.

- Arif M, Behzad HM, Tahir M, et al. (2022) Nature-based tourism influences ecosystem functioning along waterways: Implications for conservation and management. *Science of the Total Environment* 842. Elsevier: 156935.
- Begum RA (2020) Economic Instruments to Control Greenhouse Gas Emissions: REDD+. In: *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*.
- Deng X, Xiong K, Yu Y, et al. (2023) A review of ecosystem service trade-offs/synergies: Enlightenment for the optimization of forest ecosystem functions in karst desertification control. *Forests* 14(1). MDPI: 88.
- Goldscheider N (2019) A holistic approach to groundwater protection and ecosystem services in karst terrains. *Carbonates and Evaporites* 34(4): 1241–1249.
- Husein ZA, Harahap AR and Surya RZ (2023) Analisa Potensi Carbon Trade Sebagai Sumber Pendapatan Daerah (Kasus: Kabupaten Indragiri Hilir). *Selodang Mayang: Jurnal Ilmiah Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Indragiri Hilir* 9(3): 182–192.
- Ikhsan FA, Astutik S, Kantun S, et al. (2019) The hazard of change landscape and hydrogeology zone south karst mountain impact natural and human activity in Region Jember. In: *IOP conference series: earth and environmental science*, 2019, p. 012036. IOP Publishing.
- Indrayati I and Lestari F (2021) Kajian Pengembangan Kelembagaan & Pembiayaan Geopark Di Indonesia. Institut Teknologi Indonesia. Epub ahead of print 2021.
- Jamaledini A and Khazaei E (2024) Green Economy: A Progression Towards Realizing Sustainable Development in the Realm of International Environmental Law. Epub ahead of print 2024.
- Junarto R and Salim MN (2022) Strategi membangun kemandirian dan kesejahteraan masyarakat desa: Bukti dari gunung Sewu Geopark, Indonesia. *Tunas Agraria* 5(2): 142–164.
- Lauck T, Clark CW, Mangel M, et al. (2020) Implementing the precautionary principle in fisheries management through marine reserves. In: *Fisheries Economics, Volume II*. Routledge, pp. 143–149.
- Permana RR (2020) *Hukum Lingkungan Dan Kebijakan Pembangunan Berkelanjutan Dalam Pemanfaatan Energi Geothermal Untuk Kesejahteraan Masyarakat*. Indramayu: Penerbit Adab.
- Prihatiningtyas W, Wijoyo S, Wahyuni I, et al. (2023) Perspektif Keadilan Dalam Kebijakan Perdagangan Karbon (Carbon Trading) Di Indonesia Sebagai Upaya Mengatasi Perubahan Iklim. *Refleksi Hukum: Jurnal Ilmu Hukum* 7(2): 163–186.
- Purmaningsih R, Pratiwi DN, Wulandari SD, et al. (2024a) Analisis Potensi Ekonomi Wilayah Karst Kecamatan Ponjong. *Excess: Jurnal Ekonomi, Manajemen dan Akuntansi* 1(1): 1–15.
- Rohmatin Agustina S, Aditiameri I, Asmita Ahmad S, et al. (2025) *Konservasi Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*. Padang: Azzia Karya Bersama.
- Septyanun N, Julmansyah J, Harun RR, et al. (2023) Regulasi Dan Tata Laksana Penerapan Nilai Ekonomi Karbon Berbasis Voluntary Dan Mandatory Di Nusa Tenggara Barat. *Geography: Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Pendidikan* 11(2): 399.
- Setiawan AB, Yudhistira, D, Dzikri RA, et al. (2020) Konservasi Kawasan Lereng Gunung Sumbing (Studi Green Economic Planning Pada Sektor Pertanian). *Jurnal Ekonomi-Qu* 10(1): 58.
- Sitohang LL, Budiyanto E, Hariyanto B, et al. (2024) Human and Nature: The Identification of Human Engagement with Karst Topography in Gunungkidul Regency, Yogyakarta's

- Special Province. In: *4th International Conference on Social Sciences and Law (ICSSL 2024)*, 2024, pp. 482–491. Atlantis Press.
- Sunarno S, Rahadian R, Suedy SWA, et al. (2020) Potensi dan Nilai Ekonomi Cadangan Karbon Pada Area Hijau Yang Dikelola oleh PT. Pertamina (Persero) Fuel Terminal Boyolali. *Media Bina Ilmiah* 15(3): 4201–4216.
- Yakovleva E and Subhonberdiev AS (2019) Implementation of “green” economy principles in the forest sector. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, p. 012016. IOP Publishing.
- Yu H, Xie W, Yang L, et al. (2020) From payments for ecosystem services to eco-compensation: Conceptual change or paradigm shift? *Science of The Total Environment* 700: 134627.
- Zhang M, Yang W, Yang M, et al. (2022) Guizhou Karst Carbon Sink and Sustainability—An Overview. *Sustainability* 14(18): 11518.
- Zhao R, Huang S, Pu J, et al. (2024) Effects of rainfall on the karst-related carbon cycle due to carbonate rock weathering induced by H₂SO₄ and/or HNO₃. *Journal of Hydrology* 630. Elsevier: 130664.