

POTENSI KARBON BIRU(*BLUE CARBON*) PADA EKOSISTEM MANGROVE BERDASARKAN BERBAGAI PENELITIAN DI INDONESIA

Donny Utama^{1*}, Kartika Anggraini², Dwi Puspitasari³, Reflis⁴, Satria Putra Utama⁵

¹⁻⁴Program Studi Pascasarjana Pengelolaan Sumber Daya Alam, Fakultas Pertanian,
Universitas Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

*Corresponding email: donnyutama27@gmail.com

Abstrak: Peningkatan emisi gas rumah kaca secara global telah memicu terjadinya perubahan iklim yang berdampak luas terhadap sistem lingkungan dan kehidupan manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi yang efektif, salah satunya melalui pemanfaatan ekosistem pesisir sebagai penyerap karbon alami. Dalam hal ini, konsep karbon biru (*blue carbon*) menjadi pendekatan penting dalam mengoptimalkan peran ekosistem seperti mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi karbon biru pada ekosistem mangrove di Indonesia berdasarkan berbagai hasil penelitian. Metode yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder dari jurnal ilmiah yang diperoleh melalui Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa ekosistem mangrove di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai penyerap dan penyimpan karbon biru (*blue carbon*) yang berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Kapasitas penyimpanan karbon mangrove tinggi, baik pada biomassa maupun sedimen, sehingga mampu memberikan kontribusi signifikan dalam menekan emisi gas rumah kaca.

Kata kunci: karbon biru, ekosistem mangrove, Indonesia.

Abstract: The increase in global greenhouse gas emissions has triggered climate change, which has significant impacts on environmental systems and human life. Therefore, effective mitigation efforts are needed, one of which is through the utilization of coastal ecosystems as natural carbon sinks. In this context, the concept of blue carbon serves as an important approach in optimizing the role of ecosystems such as mangroves. This study aims to analyze the potential of blue carbon in mangrove ecosystems in Indonesia based on various research findings. The method used is a quantitative descriptive approach utilizing secondary data obtained from scientific journals through Google Scholar. The results indicate that mangrove ecosystems in Indonesia have a very high potential as carbon sinks and storage systems, playing a crucial role in climate change mitigation. Mangroves exhibit high carbon storage capacity in both biomass and sediments, contributing significantly to reducing greenhouse gas emissions.

Keywords: blue carbon, mangrove ecosystem, Indonesia

PENDAHULUAN

Peningkatan total emisi gas rumah kaca di seluruh dunia telah menyebabkan perubahan iklim yang secara signifikan mempengaruhi sistem lingkungan serta kehidupan manusia. Dengan demikian, diperlukan tindakan mitigasi yang efisien, salah satunya dengan memanfaatkan ekosistem pesisir sebagai pengikat karbon alami. Dalam konteks ini, konsep karbon biru menjadi pendekatan yang sangat penting dalam mengembangkan fungsi ekosistem seperti hutan mangrove.

Ekosistem mangrove merupakan salah satu jenis ekosistem pesisir yang memiliki berbagai peran ekologis, termasuk sebagai penangkap dan penyimpan karbon biru. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengukur potensi penyerapan dan penyimpanan karbon di hutan mangrove, terutama mengingat Indonesia adalah salah satu negara dengan cadangan karbon biru mangrove terbesar di dunia. (Wigdati et al. , 2021).

Mangrove memainkan peran vital dalam siklus karbon di seluruh dunia. Ekosistem ini memiliki kemampuan yang signifikan sebagai salah satu cara untuk mengurangi dampak perubahan iklim berkat kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon, yang sering disebut sebagai *blue carbon*. (Yanuar dkk. , 2023).

Selanjutnya, ekosistem mangrove dan lamun tergolong dalam kategori ekosistem karbon biru yang berperan penting dalam mendukung upaya penurunan emisi gas rumah kaca di tingkat nasional. Maka dari itu, keberadaan kedua jenis ekosistem ini sangat signifikan dalam konteks kebijakan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan. (Irwanto, 2026). Ekosistem

mangrove dikenal memiliki kapasitas tinggi dalam menyimpan karbon karena kemampuan mereka untuk menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah yang besar, baik melalui biomassa maupun sedimen. Kemampuan ini menjadikan mangrove sebagai salah satu penyimpan karbon paling efisien di ekosistem pesisir. (Anjani dan Dewi, 2026).

Perubahan iklim yang saat ini terjadi disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂) di atmosfer sejak era revolusi industri. Gejala dari fenomena ini meliputi berbagai hal, seperti suhu global yang meningkat, kenaikan level air laut, perubahan dalam pola curah hujan, serta frekuensi yang lebih tinggi dari kejadian ekstrem seperti banjir, kekeringan, gelombang panas, dan badai. Jika kondisi ini berlanjut, maka konsekuensinya akan semakin besar bagi kelangsungan hidup di Bumi. Dalam konteks ini, blue carbon muncul sebagai salah satu solusi alami, di mana karbon diserap melalui fotosintesis oleh organisme autotrof dan disimpan sebagai biomassa atau sedimen di ekosistem pesisir dan laut. Salah satu ekosistem yang memainkan peran krusial dalam proses ini adalah mangrove (Kusuma et al. , 2022).

Selain itu, ekosistem mangrove dikenal memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, baik secara ekologis maupun ekonomis. Kemampuan mangrove dalam menyimpan karbon bisa mencapai tiga hingga empat kali lipat lebih banyak dibandingkan hutan daratan, dengan sebagian besar simpanan karbon berada di dalam tanah. Ini menunjukkan bahwa mangrove berperan sangat penting dalam usaha untuk menghindari perubahan iklim. Namun, tingkat efektivitasnya sangat tergantung pada kondisi dan kesehatan dari ekosistem mangrove itu sendiri (Melati, 2021).

Sejalan dengan itu, gagasan karbon biru juga memberikan kesempatan untuk melestarikan ekosistem pantai melalui tindakan perlindungan dan perbaikan. Dengan metode ini, keuntungan yang diperoleh dari ekosistem dapat terus bertahan dan dinikmati secara berkelanjutan oleh generasi yang akan datang. Di samping itu, karbon biru termasuk dalam implementasi tujuan pembangunan yang berkelanjutan (SDGs). (Listantia dan Al Idrus, 2024).

Berdasarkan sejumlah studi yang telah dilaksanakan di berbagai lokasi, potensi karbon biru pada ekosistem mangrove di Indonesia menunjukkan hasil yang bervariasi dan tidak konsisten di setiap daerah. Perbedaan ini tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi biofisik dari ekosistem, tetapi juga sangat terkait dengan struktur vegetasi, kepadatan, jenis-jenis yang ada, serta sifat-sifat sedimen di setiap tempat. Oleh karena itu, setiap area mangrove memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyimpan dan menyerap karbon, sehingga tidak bisa disederhanakan secara umum.

Selain faktor lingkungan, variasi dalam hasil penelitian juga dipengaruhi oleh pendekatan metode yang diterapkan. Beberapa studi menerapkan teknik pengukuran di lapangan seperti transek dan perhitungan alometrik, sedangkan studi lain menggunakan teknologi penginderaan jauh serta analisis spasial. Perbedaan dalam metode ini jelas mengakibatkan variasi pada estimasi biomassa, persediaan karbon, dan penyerapan karbon, sehingga berkontribusi pada ragam hasil yang diperoleh. Oleh karena itu, memahami metode yang digunakan juga sangat penting untuk menafsirkan hasil penelitian dengan akurat.

Di sisi lain, tekanan dari aktivitas manusia seperti pengalihan lahan, eksploitasi sumber daya, dan kerusakan ekosistem juga berperan penting dalam memengaruhi potensi karbon biru yang ada pada mangrove. Kegiatan-kegiatan ini tidak hanya mengurangi luas dan kualitas mangrove, tetapi juga berdampak langsung pada kemampuan penyimpanan karbon. Dalam situasi tertentu, ekosistem mangrove yang mengalami kerusakan dapat beralih fungsi dari penyerap karbon menjadi penghasil emisi karbon.

Seiring dengan kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi, metode penelitian mengenai karbon biru pada mangrove juga telah mengalami perkembangan yang penting. Integrasi antara teknik lapangan dan teknologi penginderaan jauh, seperti pemanfaatan citra satelit dan indeks vegetasi, telah memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dan

mendetail, baik dari segi ruang maupun waktu. Ini memberikan gambaran yang lebih utuh mengenai sebaran, dinamika, serta potensi karbon biru yang terdapat dalam ekosistem mangrove di berbagai lokasi di Indonesia.

Namun demikian, walaupun telah banyak penelitian yang dilakukan, masih ada kebutuhan untuk menyusun kajian yang bersifat sintesis dan integratif. Penting untuk mengumpulkan berbagai temuan yang terpisah, sehingga kita bisa mendapatkan pemahaman yang lebih lengkap dan teratur tentang potensi karbon biru mangrove di Indonesia. Tanpa adanya penggabungan tersebut, informasi yang ada cenderung tidak lengkap dan sulit dijadikan acuan untuk membuat keputusan.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu penelitian yang dapat menggabungkan berbagai temuan yang telah ada. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menyajikan pandangan menyeluruh tentang potensi karbon biru yang dihasilkan oleh mangrove, tetapi juga untuk mengenali faktor-faktor yang mempengaruhinya serta menilai metode yang digunakan. Dengan begitu, hasil analisis ini diharapkan bisa menjadi landasan ilmiah yang kokoh untuk mendukung rencana strategi pengelolaan, pelestarian, serta penanggulangan perubahan iklim yang berbasis ekosistem pesisir dengan cara yang berkelanjutan.

METODE

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang berasal dari berbagai jurnal akademis yang berkaitan dengan tema yang diteliti, dengan pencarian sumber dilakukan melalui Google Scholar. Kemudian, analisis data dilakukan dengan cara deskriptif kuantitatif. Metode ini dipilih untuk memaparkan dan menjelaskan fenomena secara objektif berdasarkan hasil observasi, sekaligus menarik kesimpulan dengan menggunakan data dalam format angka (Nurhabiba dan Misdalina, 2023).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Blue carbon (karbon biru)

Diva (2024) mengungkapkan bahwa karbon biru adalah karbon yang diserap dan disimpan oleh ekosistem pesisir, termasuk mangrove, rawa pasang surut, dan padang lamun, baik dalam bentuk biomassa maupun sedimen selama periode waktu yang cukup lama. Ekosistem mangrove memiliki fungsi yang sangat penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon, sementara padang lamun juga berperan dalam mitigasi perubahan iklim, perlindungan wilayah pesisir, serta penyediaan habitat bagi berbagai makhluk laut. Secara keseluruhan, kemampuan penyerapan karbon dari ekosistem karbon biru diketahui lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem di daratan, sehingga diperlukan langkah-langkah untuk manajemen, perlindungan, dan rehabilitasi yang berkelanjutan.

Pada intinya, karbon biru adalah simpanan karbon yang ada di ekosistem pantai dan laut. Tiga bagian utama yang diperhatikan dalam studi karbon biru adalah mangrove, padang lamun, dan rawa asin, ketiga bagian ini sangat baik dalam menyerap dan menyimpan karbon. Sebagian besar simpanan karbon ini ada di dalam lapisan tanah, mirip dengan cara yang terjadi di ekosistem gambut. Namun, bagian karbon yang ada di bawah permukaan ini belum sepenuhnya tercatat dalam laporan gas rumah kaca, terutama di sektor kehutanan dan penggunaan lahan. Hal ini membuat kontribusi sektor penggunaan lahan dan kehutanan dalam mencapai target pengurangan emisi gas rumah kaca di Indonesia tidak maksimal, baik untuk pengurangan sebanyak 26% secara mandiri maupun 41% dengan bantuan internasional, serta target 29% pada tahun 2030 jika dibandingkan dengan skenario biasa. (Policy Brief Blue Carbon, 2017 dalam Gyn, 2024).

Karbon biru dilihat sebagai salah satu cara terpenting untuk menyerap karbon di seluruh dunia. Istilah ini mencakup tidak hanya kemampuannya ekosistem daratan dalam menyerap

karbon tetapi juga meliputi ekosistem yang ada di tepi laut dan pulau kecil. Ekosistem itu termasuk fitoplankton, terumbu karang, padang lamun, dan mangrove yang semuanya berperan penting dalam siklus karbon dan menjaga keseimbangan lingkungan laut. (Subhan, 2023).

Penelitian Potensi Ekosistem Mangrove sebagai Penyimpan Karbon Biru di Indonesia

Mangrove adalah komponen vital di zona pantai yang berperan strategis dalam mengatasi perubahan iklim, khususnya lewat proses penyerapan serta penyimpanan karbon yang disebut karbon biru. Beragam studi di Indonesia mengindikasikan bahwa mangrove mampu mengakumulasi karbon dalam jumlah besar, baik pada biomassa di atas tanah maupun pada lapisan sedimen di bawahnya.

Potensi ini menjadikan mangrove salah satu ekosistem utama yang membantu mengurangi emisi gas rumah kaca sekaligus mempertahankan keseimbangan iklim global. Selain berfungsi sebagai penangkap karbon, mangrove juga menyediakan layanan ekologi penting lainnya, seperti melindungi pantai dari erosi, menjadi habitat bagi banyak spesies, serta mendukung mata pencaharian masyarakat pesisir. Karena itu, keberadaan mangrove memiliki nilai strategis yang meliputi dimensi ekologi, sosial, dan ekonomi.

Namun, kapasitas penyimpanan karbon pada mangrove tidak seragam di semua wilayah. Variabilitas ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kondisi lingkungan, struktur serta komposisi vegetasi, sifat tanah atau sedimen, serta tekanan manusia seperti perubahan penggunaan lahan dan penambangan sumber daya. Selain itu, perbedaan metodologi dan teknik pengukuran dalam berbagai penelitian juga berkontribusi pada variasi estimasi cadangan karbon yang dihasilkan.

Di sisi lain, kemajuan metode penelitian, baik melalui survei lapangan maupun pemanfaatan teknologi seperti citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG), telah memperluas pemahaman tentang distribusi, potensi, dan dinamika karbon biru di ekosistem mangrove. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih luas dan akurat, mendukung perencanaan pengelolaan mangrove yang berkelanjutan.

Berlandaskan hal tersebut, pembahasan ini disusun dengan mengacu pada beragam hasil studi untuk menelaah secara mendalam peran mangrove sebagai penyimpan karbon biru, sekaligus mengevaluasi temuan-temuan terkait kapasitas dan penyebaran cadangan karbon di dalam ekosistem tersebut.

1. Estimasi potensi penyerapan karbon biru (*blue carbon*) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. (Sondak, 2015).

Menurut Sondak (2015), ekosistem pesisir, terutama mangrove, berperan penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon sebagai bagian dari strategi mitigasi perubahan iklim. Namun, pemanfaatan yang tidak berkelanjutan dapat menurunkan kualitas mangrove dan bahkan mengubah perannya dari penyerap karbon menjadi sumber emisi karbon. Penelitian tersebut menemukan bahwa mangrove di Sulawesi Utara menyimpan total karbon sebesar 1.169.141 ton C (sekitar 100 ton C/ha), yang setara dengan 4.290.747 ton CO₂ ekuivalen (367,01 ton CO₂eq/ha). Temuan ini menegaskan kontribusi signifikan mangrove dalam penyimpanan karbon serta menekankan pentingnya pengelolaan berkelanjutan untuk menjaga fungsi ekologisnya.

2. Struktur komunitas, biomassa permukaan dan status simpanan karbon biru di Kawasan Mangrove Terdegradasi Kabupaten Kolaka. (Prasetya et al. 2022)

Menurut Prasetya et al. (2022), ekosistem mangrove memiliki potensi penting dalam penyerapan dan penyimpanan karbon melalui mekanisme karbon biru. Namun, kemampuan ini dapat berkurang jika ekosistem mengalami degradasi. Penelitian di wilayah pesisir Kolaka menerapkan metode transek kuadrat dan pendekatan alometrik untuk memperkirakan biomassa, cadangan karbon, serta laju penyerapan karbon. Hasilnya menunjukkan bahwa

mangrove di area tersebut terdiri dari delapan spesies dengan kepadatan yang baik dan mayoritas masuk dalam kategori tinggi. Biomassa total tercatat sebesar 1242,29 ton per hektar, cadangan karbon mencapai 583,85 ton per hektar, dan potensi penyerapan karbon sebesar 1362,46 ton per hektar. Nilai tertinggi diperoleh pada stasiun dengan kepadatan vegetasi paling tinggi.

Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara biomassa, cadangan karbon, dan tingkat penyerapan karbon, serta menegaskan bahwa kondisi mangrove yang relatif baik menjadi faktor utama yang menentukan kapasitas penyimpanan karbon.

3. Pemetaan potensi karbon biru pada kawasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara. (Raynaldo et al. 2024)

Raynaldo et al. (2024) meneliti potensi karbon biru pada hutan bakau di Kabupaten Kayong Utara dengan menekankan analisis persebaran, kondisi, serta distribusi stok karbon secara spasial. Penelitian tersebut menggunakan interpretasi citra false color, teknik hemispherical photography untuk mengukur tingkat tutupan kanopi, serta model regresi berbasis indeks vegetasi. Hasilnya menunjukkan bahwa luas bakau di daerah itu mencapai 20.543,40 ha, mayoritas berada pada kategori sedang hingga rapat. Kepadatan vegetasi berkisar antara 100 hingga 2.800 individu per hektar, dan potensi karbon di atas tanah (AGC) dapat mencapai 631,92 Mg/ha. Nilai puncak tercatat di Kecamatan Pulau Maya.

Temuan ini mengindikasikan bahwa hutan bakau di Kayong Utara menyimpan karbon dalam jumlah yang cukup tinggi, memberikan potensi besar bagi pengelolaan pesisir berkelanjutan serta membuka peluang pemanfaatan jasa lingkungan yang dapat mendatangkan nilai ekonomi bagi penduduk setempat.

4. Analisis Spatiotemporal Penyerapan Karbon Biru pada Aspek Kerapatan Hutan Mangrove di Teluk Kendari (2001-2023) dan (2025) Menggunakan Platform Google Earth Engine (Yasin, 2025)

Menurut Yasin (2025), ekosistem mangrove termasuk komponen karbon biru (blue carbon) yang mampu menyerap karbon secara signifikan, dengan kemampuan ini tergantung pada tingkat kepadatan vegetasinya. Penelitian tersebut menggunakan *Google Earth Engine* (GEE) bersama data citra Sentinel-2A dan MODIS untuk memetakan persebaran mangrove, mengukur kepadatan vegetasi (NDVI), serta memperkirakan penyerapan karbon di Teluk Kendari. Hasilnya menunjukkan bahwa total penyerapan karbon selama 2001-2023 mencapai 26.207 ton C, mayoritas berasal dari mangrove dengan kepadatan tinggi. Pada awal tahun 2025, perkiraan penyerapan karbon tercatat sebesar 635,3 ton C.

Temuan ini mengindikasikan adanya hubungan positif antara kepadatan vegetasi mangrove dan kemampuan menyerap karbon, yang juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Secara keseluruhan, penggunaan GEE terbukti efektif untuk pemantauan jangka panjang ekosistem mangrove. Selain itu, melestarikan mangrove berkepadatan tinggi menjadi strategi krusial dalam mitigasi perubahan iklim serta mendukung pencapaian target *Nationally Determined Contribution* (NDC) Indonesia.

5. Stok karbon dan struktur komunitas mangrove sebagai blue carbon di Tanjung Lesung, Banten. (Ati et al. 2014)

Menurut Ati et al. (2014), mangrove termasuk elemen penting dalam ekosistem karbon biru karena kemampuannya menyerap dan menyimpan CO₂ baik dalam biomassa maupun sedimen. Namun, tekanan pembangunan seperti alih fungsi lahan menjadi kolam tambak atau kawasan wisata di Tanjung Lesung meningkatkan ancaman degradasi mangrove. Penelitian ini memakai metode transek kuadrat, mengukur diameter batang pada ketinggian dada (DBH), serta melakukan analisis alometrik dan rasio C/N untuk menilai cadangan karbon dan struktur

komunitas mangrove. Hasilnya mengindikasikan bahwa cadangan karbon pada *Avicennia marina* berkisar 49,44-55,33 MgC/ha, sedangkan pada *Bruguiera gymnorhiza* mencapai 2,50 MgC/ha. Sedimen mangrove juga menyimpan karbon dalam jumlah signifikan, yaitu 4,43-27,92 MgC/ha, dengan nilai tertinggi pada kedalaman tertentu.

Temuan ini menegaskan bahwa tidak hanya vegetasi, melainkan juga sedimen mangrove berperan penting dalam penyerapan karbon, meskipun keduanya sangat rentan terhadap aktivitas manusia yang dapat mengganggu keseimbangan ekosistem secara keseluruhan.

6. Estimasi Serapan Karbon Biru pada Ekosistem Mangrove *Rhizophora mucronata* di Pulau Tidung Kecil: Kuantifikasi Potensi Penyimpanan Karbon Biru oleh Mangrove *Rhizophora mucronata* di Pulau Tidung Kecil. (Sartono et al. 2025)

Menurut Sartono et al. (2025), hutan bakau di Pulau Tidung Kecil memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap karbon biru sebagai bagian dari upaya mitigasi perubahan iklim. Penelitian ini mengaplikasikan teknik stratified random sampling yang dipadukan dengan analisis citra satelit Sentinel-2A, sedangkan estimasi biomassa serta cadangan karbon dilakukan melalui persamaan alometrik. Hasil menunjukkan bahwa luas hutan bakau di area tersebut mencapai 2,31 ha, dengan total biomassa sebesar 250,96 ton dan cadangan karbon mencapai 117,94 ton. Kapasitas penyerapan karbon tercatat sebesar 432,86 ton CO₂. Temuan ini menegaskan potensi signifikan hutan bakau di Pulau Tidung Kecil dalam menyimpan karbon, yang dapat menjadi landasan bagi perencanaan program rehabilitasi dan konservasi ekosistem pesisir yang berkelanjutan.

7. Potensi *blue carbon* pada tegakan pohon mangrove di pesisir Muna Barat. (Rahman et al. 2024)

Menurut Rahman et al. (2024), hutan mangrove berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim karena kemampuannya menyerap karbon. Studi yang dilakukan di pesisir Muna Barat memakai metode transek kuadrat dan pengukuran diameter batang (DBH) untuk memperkirakan biomassa serta cadangan karbon lewat persamaan alometrik. Hasilnya mengungkap bahwa biomassa mangrove mencapai 211,9 ton/ha, dengan cadangan karbon sebesar 99,21 ton C/ha dan potensi penyerapan karbon mencapai 363,77 ton CO₂ ekuivalen per hektar. Spesies *Rhizophora stylosa* dan *Sonneratia alba* tercatat menjadi penyumbang utama penyimpanan karbon, sedangkan *Bruguiera cylindrica* dan *Bruguiera gymnorhiza* memberikan kontribusi yang lebih kecil. Perbedaan ini dipengaruhi oleh struktur komunitas vegetasi, seperti kepadatan, ukuran diameter batang, dan karakteristik sistem perakaran. Secara umum, jenis-jenis *Rhizophora* dikenal memiliki kapasitas tinggi dalam menyerap karbon dan adaptasi baik terhadap kondisi pesisir, sehingga memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam upaya mitigasi perubahan iklim.

8. Potensi Karbon Biru Pesisir Kalimantan Barat oleh (Putri et al. 2023)

Menurut Putri et al. (2023), potensi karbon biru di pesisir Kalimantan Barat tersebar pada tiga ekosistem utama: hutan bakau, padang lamun, dan terumbu karang di berbagai wilayah pantai. Penelitian ini menggunakan metode non-destruktif untuk menilai luas area, keanekaragaman ekosistem, serta kemampuan masing-masing dalam menyerap karbon. Hasilnya menunjukkan nilai penyerapan karbon tertinggi terdapat di Kubu Raya sebesar 0,026 PgC, sementara nilai terendah tercatat di Singkawang sebesar 0,000032 PgC.

Perbedaan kapasitas ini dipengaruhi oleh luas ekosistem di tiap wilayah. Dari ketiga ekosistem, hutan bakau memiliki kemampuan penyerapan karbon paling tinggi dibandingkan lamun dan terumbu karang. Namun, tekanan aktivitas manusia tetap menjadi faktor yang menyebabkan degradasi ekosistem pesisir, sehingga berpotensi menurunkan kapasitas penyerapan karbonnya.

Peran Strategis Ekosistem Mangrove sebagai Penyimpan Karbon Biru dalam Mitigasi Perubahan Iklim

Mangrove berperan penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon biru, mendukung mitigasi perubahan iklim secara efektif. Tanaman ini dapat mengumpulkan karbon dalam jumlah signifikan, baik di biomassa di atas tanah maupun di sedimen bawah tanah. Di beberapa daerah, cadangan karbon yang tersimpan dapat melampaui 1,1 juta ton C atau setara lebih dari 4,2 juta ton CO₂ ekuivalen, menunjukkan kontribusi besar dalam mengurangi emisi gas rumah kaca. Selain itu, kemampuan mangrove menyerap karbon lebih tinggi dibandingkan ekosistem pesisir lain seperti padang lamun dan terumbu karang, menegaskan perannya yang dominan dalam siklus karbon pesisir serta menjadi elemen kunci dalam strategi pengelolaan karbon biru. Dengan demikian, mangrove tidak hanya berfungsi sebagai penyerap karbon, tetapi juga sebagai penyimpanan jangka panjang yang vital untuk menjaga keseimbangan iklim global.

Variasi Potensi Karbon Biru Berdasarkan Kondisi Ekosistem dan Struktur Vegetasi

Potensi karbon biru pada hutan bakau sangat dipengaruhi oleh kondisi ekosistemnya, terutama kerapatan vegetasi, biomassa, dan struktur komunitas. Biomassa yang tinggi berkorelasi secara linier dengan peningkatan stok dan penyerapan karbon, sehingga area dengan vegetasi yang sehat biasanya memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang lebih besar. Jenis mangrove yang berbeda juga memengaruhi kemampuan menyimpan karbon; misalnya, spesies dalam kelompok *Rhizophora* dan *Sonneratia* menyumbang lebih banyak dibandingkan spesies lain. Selain itu, tingkat kerapatan vegetasi menjadi faktor penting karena area dengan kepadatan tinggi umumnya memberikan kontribusi paling signifikan terhadap total penyerapan karbon. Dengan demikian, potensi karbon biru tidak semata-mestinya ditentukan oleh keberadaan mangrove, melainkan juga oleh kualitas serta struktur ekosistemnya. Kondisi ekosistem yang optimal menjadi kunci utama dalam memaksimalkan peran mangrove sebagai penyerap karbon.

Pendekatan Metodologis dalam Estimasi dan Pemetaan Karbon Biru Mangrove

Estimasi potensi karbon biru mangrove dilakukan dengan beragam pendekatan metodologis yang terus berinovasi. Metode lapangan biasanya memakai transek kuadrat, mengukur diameter batang, dan menghitung biomassa menggunakan persamaan alometrik. Sementara itu, pendekatan berbasis teknologi ruang semakin populer lewat penggunaan citra satelit serta indeks vegetasi. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan sebaran, kepadatan, dan distribusi karbon secara spasial dan temporal pada skala wilayah yang lebih luas. Penggabungan metode lapangan dengan penginderaan jauh memberikan analisis yang lebih komprehensif, sehingga menghasilkan estimasi yang lebih akurat dalam menilai potensi karbon biru pada ekosistem mangrove.

Implikasi Pengelolaan dan Tantangan Degradasi Ekosistem Mangrove

Walaupun memiliki potensi yang signifikan, ekosistem mangrove kini mengalami tekanan berat akibat kegiatan manusia seperti perubahan tata guna lahan dan eksploitasi yang tidak berkelanjutan. Situasi ini dapat memicu degradasi ekosistem yang tidak hanya mengurangi kemampuan menyimpan karbon, melainkan juga berpotensi menjadikan mangrove sumber emisi karbon. Di samping itu, nilai karbon yang terkandung dalam mangrove dapat dijadikan dasar bagi pengelolaan yang berorientasi pada jasa lingkungan, yang pada gilirannya mendukung peningkatan kesejahteraan ekonomi komunitas pesisir. Informasi mengenai potensi karbon ini juga dapat menjadi acuan penting dalam perencanaan rehabilitasi serta konservasi ekosistem mangrove.

Oleh karena itu, pengelolaan mangrove tidak boleh semata-mata menekankan aspek konservasi, melainkan harus menyatukan dimensi ekonomi dan mitigasi perubahan iklim. Pendekatan pengelolaan berbasis ekosistem menjadi faktor krusial untuk mempertahankan fungsi mangrove sebagai penyerap karbon sekaligus memperkuat upaya mitigasi perubahan iklim secara optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan berbagai penelitian yang dikaji, ekosistem mangrove di Indonesia memiliki potensi yang sangat besar sebagai penyerap dan penyimpan karbon biru (*blue carbon*) yang berperan penting dalam mitigasi perubahan iklim. Kapasitas penyimpanan karbon mangrove tinggi, baik pada biomassa maupun sedimen, sehingga mampu memberikan kontribusi signifikan dalam menekan emisi gas rumah kaca. Namun, potensi tersebut tidak merata di setiap wilayah karena dipengaruhi oleh kondisi ekosistem, struktur dan kerapatan vegetasi, komposisi jenis, serta karakteristik sedimen. Selain itu, perbedaan metode penelitian yang digunakan juga turut menyebabkan variasi dalam estimasi potensi karbon yang dihasilkan.

Namun, tekanan aktivitas manusia seperti konversi lahan dan degradasi ekosistem menjadi faktor utama yang dapat menurunkan kapasitas penyimpanan karbon mangrove. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan yang berkelanjutan melalui konservasi, rehabilitasi, serta pemanfaatan berbasis ekosistem untuk menjaga fungsi mangrove sebagai penyerap karbon. Selain itu, integrasi berbagai hasil penelitian menjadi penting sebagai dasar ilmiah dalam mendukung perumusan kebijakan dan strategi pengelolaan ekosistem pesisir yang efektif dalam mitigasi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, H. D., & Dewi, T. A. S. (2026). Dampak degradasi dan restorasi mangrove terhadap cadangan karbon biru di Indonesia: Studi literatur. *Horizon Transdisipliner: Jurnal Multidisipliner*, 1(1), 17–28.
- Ati, R. N. A., Rustam, A., Kepel, T. L., Sudirman, N., Astrid, M., Daulat, A., & Hutahaean, A. A. (2014). Stok karbon dan struktur komunitas mangrove sebagai blue carbon di Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara*, 10(2), 119–127.
- Diva, F. (2024). Peran blue karbon sebagai solusi berkelanjutan untuk penyerapan karbon di wilayah pesisir. *Maliki Interdisciplinary Journal (MIJ)*, 2(8), 377–382.
- Gyn, F. (2024). Upaya Pemerintah Untuk Mencapai Nationally Determined Contribution Dalam Kerangka Kebijakan Karbon Biru Indonesia. *Belli Ac Pacis (Jurnal Hukum Internasional)*, 10(1), 1-21.
- Irwanto, E. P., Wicaksono, P., & Dharmawan, I. W. S. (2026). Integrasi pajak karbon dan perdagangan emisi sektor karbon biru (mangrove dan lamun) untuk mendukung kebijakan iklim yang berkeadilan. Dalam *Proceeding Legal Symposium* (Vol. 4, No. 1).
- Kusuma, A. H., Effendi, E., Hidayatullah, M. S., & Susanti, O. (2022). Estimasi serapan karbon pada vegetasi mangrove register 15, Kecamatan Pasir Sakti, Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung. *Journal of Marine Research*, 11(4), 768–778.
- Listantia, N., & Al Idrus, A. (2024). Pengembangan ekowisata mangrove Gili Sulat sebagai upaya keberlanjutan ekosistem pesisir dan karbon biru (blue carbon) untuk bahan ajar pembelajaran IPA. *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu Pendidikan*, 5(1), 190–198.
- Melati, D. N. (2021). Mangrove ecosystem and climate change mitigation: A literature review. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 16(1), 1–8.
- Nurhabiba, F. D., & Misdalina, M. (2023). Kemampuan higher order thinking skill (HOTS) dalam pembelajaran berdiferensiasi SD 19 Palembang. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD STKIP Subang*, 9(3), 492–504.

- Prasetya, A., Maharani, M., Anisa, N., Utami, R. T., & Nadia, L. M. H. (2022). Struktur komunitas, biomassa permukaan, dan status simpanan karbon biru di kawasan mangrove terdegradasi Kabupaten Kolaka. *Journal of Marine Research*, 11(4), 667–675.
- Putri, A. A., Akbar, A. A., Romiyanto, R., Jati, D. R., & Saziati, O. (2023). Potensi karbon biru pesisir Kalimantan Barat. *Buletin Oseanografi Marina*, 12(3), 313–324.
- Rahman, R., Sirajuddin, N. T., Lokollo, F. F., Pasanea, K., Fendjalang, S. N. M., & Hulopi, M. (2024). Potensi blue carbon pada tegakan pohon mangrove di pesisir Muna Barat. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 118–131.
- Raynaldo, A., Saputra, R., & Zibar, Z. (2024). Pemetaan potensi karbon biru pada kawasan mangrove di Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 27(1), 139–149.
- Sartono, M. N. T., Nabillah, Q., Wirasena, A., Primasari, D., Kusuma, N. D., Hidayat, M. S., & Lestari, D. A. (2025). Estimasi serapan karbon biru pada ekosistem mangrove *Rhizophora mucronata* di Pulau Tidung Kecil: Kuantifikasi potensi penyimpanan karbon biru. *Jurnal Sains Geografi*, 3(1), 48–62.
- Subhan, F. M. (2023). *Restore project (RP) from carbon offset: Pemulihan krisis iklim dan pangan melalui perlindungan blue carbon di pesisir dan pulau-pulau kecil*. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Sondak, C. F. (2015). Estimasi potensi penyerapan karbon biru (blue carbon) oleh hutan mangrove Sulawesi Utara. *Journal of Asean Studies on Maritime Issues*, 1(1), 24–29.
- Wigdati, N., Sidik, F., & Pradisty, N. A. (2021). Monitoring mangrove untuk estimasi potensi karbon biru di Dumai, Riau. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*, 5(2), 459–469.
- Yanuar, F., Samadi, S., & Muzani, M. (2023). Penyerapan blue carbon di ekosistem mangrove Kepulauan Seribu, DKI Jakarta berbasis environment equity. *JIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(12), 10430–10437.
- Yasin, A. (2025). Analisis spatiotemporal penyerapan karbon biru pada aspek kerapatan hutan mangrove di Teluk Kendari (2001–2023) menggunakan platform Google Earth Engine. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 5695–5704.