Indo Green Journal
https://idngreen.com/index.php/green

e-ISSN: 3025 – 4574, p-ISSN: 3025 – 2679
Volume 4 Nomor 2 Tahun 2026
Halaman: 1082 – 1087

RESEARCH ARTICLE

Dinamika dan Neraca Karbon Ekosistem Hutan Mangrove di Pesisir Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

Wiyarta[1], Indriyani Nur[2], La Rianda[3], Laode Afa[4], Surya Cipta Ramadhan Kete[5]
Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Sampara, Provinsi Sulawesi Tenggara,Indonesia[2,3,4,5]
Doktoral Ilmu Pertanian, Universitas Halu Oleo, Indonesia[1]

ketesurya@gmail.com[1]

Kata Kunci:
Ekosistem Pesisir, Emisi Karbon, Mangrove, Karbon Biru, Kota Kendari, Neraca Karbon

Abstrak

Ekosistem hutan mangrove berperan penting sebagai penyerap dan penyimpan karbon (blue carbon) dalam mendukung upaya mitigasi perubahan iklim. Namun, konversi hutan mangrove pada wilayah pesisir kota terus mengalami peningkatan yang berpotensi meningkatkan emisi karbon. Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika dan neraca karbon ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Metode penelitian yang digunakan berupa analisis spasial dengan teknik overlay, periode waktu 2012-2024. Data tutupan hutan Data aktivitas bersumber dari BPKH XXII Kendari, sedangkan Faktor emisi bersumber dari *Forest Reference Emission Level* (FREL) Nasional 2 Pulau Sulawesi. Hasil analisis menunjukkan bahwa luas mangrove mengalami dinamika fluktuatif. Pada periode 2012-2018 luas mangrove menurun 38,14 ha (34,13%), sedangkan periode 2018-2024 meningkat 29,17 ha (39,62%). Namun, Selama periode 2012-2024 masih terjadi penurunan bersih 8,98 ha (8,03%). Konversi mangrove menjadi tanah terbuka, tambak, dan permukiman menghasilkan total emisi 9.281,15 tonCO_2eq, sedangkan rehabilitasi mangrove seluas 44,54 ha menghasilkan serapan 8.843,95 tonCO_2eq. Neraca karbon sebesar 437,19 tonCO_2eq menunjukkan bahwa hutan mangrove di pesisir Kota Kendari masih berada pada kondisi emisi bersih (net carbon source). Hal ini dapat disimpulkan bahwa diperlukan upaya perlindungan ekosistem hutan mangrove dan peningkatan program rehabilitasi secara berkelanjutan guna memperkuat aksi mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir.

Key Word:
Blue Carbon, Carbon Balance, Carbon Emissions,, Coastal Ecosystem, Kendari City

Abstract

Mangrove forest ecosystems play an important role as carbon absorbers and stores (blue carbon) in supporting climate change mitigation efforts. However, mangrove forest conversion in coastal areas of the city continues to increase, potentially increasing carbon emissions. This study aims to analyze the dynamics and carbon balance of mangrove forest ecosystems in the coastal areas of Kendari City, Southeast Sulawesi Province. The research method used is spatial analysis with overlay techniques, for the period 2012-2024. Forest cover data and activity data are sourced from BPKH XXII Kendari, while emission factors are sourced from the National Forest Reference Emission Level (FREL) 2 of Sulawesi Island. The results of the analysis show that the area of mangroves experiences fluctuating dynamics. In the period 2012-2018, the area of mangroves decreased by 38.14 ha (34.13%), while in the period 2018-2024 it increased by 29.17 ha (39.62%). However, during the period 2012-2024 there was still a net decrease of 8.98 ha (8.03%). The conversion of mangroves into open land, fishponds, and settlements resulted in total emissions of 9,281.15 tons of CO_2eq, while the rehabilitation of 44.54 ha of mangroves resulted in the absorption of 8,843.95 tons of CO_2eq. The carbon balance of 437.19 tons of CO_2eq indicates that the mangrove forests on the coast of Kendari City are still in a net carbon source condition. This can be concluded that efforts are needed to protect the mangrove forest ecosystem and improve rehabilitation programs in a sustainable manner to strengthen climate change mitigation actions in coastal areas.

Information Production:
© 2026 *by the authors of this article. This work is licensed under an Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA*

PENDAHULUAN

Perubahan iklim global yang ditandai oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK), terutama karbon dioksida (CO_2), menjadi tantangan serius bagi keberlanjutan lingkungan dan pembangunan (Soares & Neng., 2025). Peningkatan emisi GRK umumnya sangat dipengaruhi oleh perubahan penggunaan lahan dan degradasi ekosistem alami (Kurniawasan et al., 2025) yang berfungsi sebagai penyerap karbon (carbon sink) (Ngasim, 2025).

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Ekosistem hutan mangrove memiliki peran penting dalam penurunan GRK karena mampu menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar melalui biomassa di atas permukaan (above-ground biomass), biomassa bawah permukaan (below-ground biomass), dan karbon organik tanah (soil organic carbon) (Basyuni et al., 2024) dengan rata-rata 313.52 ton per hektar atau empat kali lebih tinggi dibandingkan ekosistem daratan lainnya (Banerjee et al. 2021; Manan et al., 2025) sebagai komponen penting dalam mitigasi perubahan iklim.

Selain itu, hutan mangrove juga memiliki nilai ekologis dan sosial ekonomi yang tinggi (Diniariwisan et al., 2025), sebagai pelindung pantai dari abrasi dan gelombang, habitat berbagai jenis biota, penyangga produktivitas perikanan pesisir, serta penyedia jasa lingkungan bagi masyarakat sekitar (Maryani et al., 2025). Namun demikian, keberlanjutan fungsi tersebut menghadapi tekanan yang semakin besar akibat konversi lahan untuk permukiman, tambak, pembukaan lahan, dan pembangunan kawasan pesisir (Fedriansya & Rahman, 2025). Konversi dan degradasi mangrove tidak hanya menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati dan fungsi perlindungan pesisir, tetapi juga melepaskan karbon yang tersimpan dalam biomassa dan sedimen ke atmosfer sehingga meningkatkan emisi GRK (Manan et al., 2025).

Wilayah pesisir Kota Kendari merupakan salah satu kawasan yang mengalami dinamika penggunaan lahan pesisir yang cukup tinggi seiring perkembangan kawasan perkotaan dan aktivitas ekonomi masyarakat (Kete, 2021). Perubahan tutupan mangrove yang terjadi berpotensi memengaruhi keseimbangan karbon kawasan pesisir, baik melalui peningkatan emisi akibat kehilangan mangrove (Carong et al., 2024). Pemerintah Kota Kendari berkolaborasi dengan multipihak telah melakukan upaya rehabilitasi mangrove sebagai bagian dari pengelolaan pesisir dan mitigasi perubahan iklim. Namun demikian, efektivitas rehabilitasi dalam mengurangi emisi karbon akibat konversi lahan belum dilakukan studi. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting untuk memahami bagaimana perubahan tutupan mangrove memengaruhi emisi dan serapan karbon

Penelitian ini bertujuan menganalisis dinamika dan neraca karbon ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara, melalui analisis perubahan tutupan mangrove dan estimasi emisi dan serapan karbon. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah bagi pengelolaan mangrove yang berkelanjutan serta mendukung kebijakan mitigasi perubahan iklim dan pengelolaan wilayah pesisir.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menganalisis ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pemilihan lokasi ini, karena kota Kendari merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Tenggara yang memangami perkembangan fisik kota yang berpotensi mempengaruhi eksistensi ekosistem mangrove di wilayah pesisir tersebut.

Sumber data yang digunakan dalam penelitian seluruhnya berupa data sekunder yang diperoleh dari bebrbagai instansi. Data spasial sebaran mangrove diperoleh dari Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) XXII Kendari, sedangkan data faktor emisi mangrove menggunakan data *Forest Reference Emission Level* (FREL) Nasional 2 khusus Pulau Sulawesi.

Analisis data perubahan sebaran hutan mangrove dilakukan dengan teknik overlay peta penggunaan lahan selama periode 12 tahun yaitu Tahun 2012, 2018, dan 2024. Analisis perubahan tutupan lahan mangrove tahunan melibatkan perbandingan peta hutan mangrove dari dua periode pemantauan (T0 dan T1). Data tutupan lahan T_0 dan T_1 dioverlay untuk menghasilkan data akitivitas (LC T_0-T_1).

Estimasi emisi dan serapan karbon menggunakan pendekatan stock-difference antar kelas dalam satuan hektar (Manan et al., 2025). Data yang diperlukan untuk menghitung emisi/serapan Gas Rumah Kaca (GRK) berupa data aktivitas (DA) dan faktor emisi (FE). Data aktivitas adalah besaran kuantitatif dari aktivitas manusia yang dapat melepaskan dan/atau menyerap GRK, sedangkan faktor emisi adalah besaran emisi GRK yang dilepaskan ke atmosfer per satuan aktivitas tertentu. Dalam penelitian ini data aktivitas diperoleh dari perubahan luas hutan mangrove, sedangkan faktor emisi mengacu pada FREL Nasional-2, Khususnya Pulau Sulawesi (Tabel 2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dinamika Hutan Mangrove

Hasil penelitian menunjukkan bahwa luasan ekosistem hutan mangrove di pesisir kota Kendari menunjukan dinamika yang fluktuatif. Pada periode 2012-2018 terjadi penurunan luas mangrove sebesar 38,14 ha atau 34,13% dari luas hutan mangrove sebesar 111.77 Ha. Namun, pada periode 2018-2024 terjadi peningkatan kembali seluas 29,17 ha atau 39,62%. Meskipun dmikian, selam periode 12tahun (2012-20124)

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

luas hutan mangrove menglmi penurunan sebsar 8,98 ha atau 8,03% dibandingkan tahun awal (2012).

Tabel 1. Dinamika Kawasan Hutan Mangrove di Pesisir Kota Kendari

Periode	T_0 (Ha)	T_1 (Ha)	Perubahan	
			(Ha)	(%)
2012-2018	111.7654	73.62281	-38.1426	-34.13%
2018-2024	73.62281	102.7899	29.16711	39.62%
2012-2024	111.7654	102.7899	-8.9755	-8.03%

Sumber: BPKH XXII Kendari, (diolah, 2025)

Konversi Mangrove dan Peningkatan Emisi Karbon

Perubahan luasan hutan mangrove berimplikasi pada perubahan stok karbon, dimana penurunan luasan hutan mangrove menyebabkan peningkatan emisi karbon akibat berkurangnya biomassa vegetasi, sebaliknya peningkatan luasan mangrove menyebabkan penurunan emisi karbon melalui proses penyerapan dan penyimpanan karbon (carbon sequestration) yang berlangsung pada biomassa di atas permukaan, termasuk batang, cabang, dan daun, serta karbon organik yang terakumulasi pada sedimen mangrove.

Hasil analisis perubahan tutupan hutan mangrove pada periode 2012-2018 menunjukkan bahwa kawasan hutan mangrove mengalami konversi lahan yang didominasi oleh kelas lahan terbuka sebesar 7.63 ha. Konversi hutan mangrove menjadi tanah terbuka menghasilkan emisi tertinggi sebesar 1.520,16 tonCO_2eq dengan kehilangan karbon 414,59 ton C/ha, disusul perubahan menjadi permukiman seluas 5,75 ha dengan emisi 1.147,85 tonCO_2eq dan kehilangan karbon 313,05 ton C/ha. Perubahan menjadi tambak seluas 4,41 ha menghasilkan emisi 896,32 tonCO_2eq, sedangkan konversi menjadi pertanian lahan kering bercampur semak seluas 3,82 ha menghasilkan emisi 351,40 tonCO_2eq (Tabel 2).

Hal ini dapat disimpulkan bahwa perubahan tutupan mangrove selama 2012-2018 menghasilkan total emisi sebesar 3.915,77 tonCO_2eq. Hal ini menunjukkan bahwa konversi mangrove ke penggunaan lahan non-hutan menurunkan cadangan karbon dan melemahkan fungsi mangrove sebagai penyerap karbon (carbon sink) di wilayah pesisir Kota Kendari.

Tabel 2. Emisi Karbon pada Kawasan Hutan Mangrove Tahun 2012-2018

Tahun 2012	Tahun 2018	Luas (ha)	FE_12	FE_18	Delta FE (tonC/Ha)	Total Loss (tonC/Ha)	Total Emisi (tonCO2eq)
Mangrove	Mangrove	73.62	55.47	55.47	0.00	0.00	0.00
	Semak Belukar	0.00	55.47	28.38	27.09	0.00	0.00
	Permukiman	5.75	55.47	1.02	54.45	313.05	1,147.85
	Tanah Terbuka	7.63	55.47	1.13	54.34	414.59	1,520.16
	Danau	0.00	55.47	0.00	55.47	0.01	0.04
	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	3.82	55.47	30.38	25.09	95.84	351.40
	Tambak	4.41	55.47	0.00	55.47	244.45	896.32
Total		95.23					3,915.77

Sumber: BPKH XXII Kendari, (diolah, 2025)

Pada periode 2018-2024, juga memiliki pola yang sama dengan periode sebelumnya (2012-2018), meskipun luas kawasan mangrove mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2018, namun, konversi mangrove menjadi tanah terbuka meningkat signifikan sebesar 19.04 Ha. Hal ini menghasilkan emisi hampir sebanding dengan total emisi yang dihasilkan pada periode 2012-2018 yang mencapai 3,793.97 tonCO2eq. diikuti tambak sebesar 1.211,08 tonCO_2eq dan permukiman sebesar 352,39 tonCO_2eq, sedangkan pertanian lahan kering bercampur semak hanya sebesar 7.93 tonCO_2eq. Total emisi karbon pada periode ini mencapai 5,365.38 ton tonCO_2eq (Tabel 3).

Tabel 3. Emisi Karbon pada Kawasan Hutan Mangrove Tahun 2018-2024

Tahun 2018	Tahun 2024	Luas (Ha)	FE_18	FE_24	Delta FE (tonC/Ha)	Total Loss (tonC/Ha)	Total Emisi (tonCO2eq)
Mangrove	Mangrove	43.98	55.47	55.47	0.00	0.00	0.00
	Permukiman	1.77	5.47	1.02	54.45	96.11	352.39
	Tanah Terbuka	19.04	5.47	1.13	54.34	1,034.72	3,793.97
	Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak	0.09	5.47	30.38	25.09	2.16	7.93
	Tambak	5.95		0.00	55.47	330.30	1,211.08

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Total	70.82	5.47 277.35	88.00	189.35	1,463.28	5,365.38

Sumber: BPKH XXII Kendari, (diolah, 2025)

Rehabilitasi Mangrove dan Serapan Karbon

Dalam upaya menekan peningkatan emisi karbon di wilayah pesisir Kota Kendari, Pemerintah Kota Kendari bersama berbagai pihak melakukan program rehabilitasi ekosistem mangrove sebagai bagian dari pengelolaan pesisir berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim. Upaya rehabilitasi tersebut diarahkan pada kawasan mangrove yang mengalami degradasi maupun konversi lahan, khususnya area tambak dan lahan terbuka, melalui penanaman kembali dan pemulihan fungsi ekologis mangrove. Upaya rehabilitasi mulai dilakukan sejak lama, namun dapat dilihat progresnya pada pada periode 2018-2024.

Hasil analisis menunjukkan bahwa total area rehbilitasi mangrove mencapai 44,54 ha yang berasal dari konversi pertanian lahan kering seluas 8,82 ha dan tambak seluas 35,71 ha. Konversi tambak menjadi mangrove memberikan kontribusi serapan karbon terbesar dengan total serapan mencapai 1.980,99 ton C atau 7.263,62 tonCO_2eq, sedangkan perubahan pertanian lahan kering menjadi mangrove menyerap 431,00 ton C atau 1.580,33 tonCO_2eq. Hal ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan tutupan mangrove selama 2018-2024 menghasilkan total serapan sebesar 8.843,95 tonCO_2eq (Tabel 4).

Tabel 4. Penyerapan Karbon pada Kawasan Hutan Mangrove Tahun 2018-2024

Tahun 2018	Tahun 2024	Luas (Ha)	FE_18	FE_24	Delta FE (tonC/Ha)	Total Serapan (tonC/Ha)	Total Serapan (tonCO2eq)
Pertanian Lahan Kering	Mangrove	8.82	6.62	55.47	-48.85	-431.00	-1,580.33
Tambak		35.71	0.00	55.47	-55.47	-1,980.99	-7,263.62
Total		44.54					-8,843.95

Sumber: BPKH XXII Kendari, (diolah, 2025)

Neraca Karbon

Neraca karbon ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari menunjukkan bahwa dinamika tutupan mangrove memberikan pengaruh signifikan terhadap emisi dan serapan karbon. Total emisi yang dihasilkan akibat konversi hutan mangrove mencapai 9.281,15 tonCO_2eq, sedangkan total serapan karbon hanya mencapai -8.843,95 tonCO_2eq. Nilai neraca karbon hutan mangrove (*net carbon balance*) sebesar 437,19 tonCO_2eq (Tabel 5).

Tabel 5. Neraca Karbo Ekosistem Hutan Mangrove

Parameter	(tonCO2eq)
Total Emisi Hutan Mangrove	9281.15
Total Serapan Hutan Mangrove	-8,843.95
Netto	437.19

Sumber: BPKH XXII Kendari, (diolah, 2025)

Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari masih mengalami emisi bersih (*net carbon source*), meskipun relatif kecil dibandingkan kapasitas serapan yang dihasilkan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa rehabilitasi dan peningkatan tutupan mangrove telah memberikan kontribusi nyata dalam menekan emisi karbon, namun belum sepenuhnya mampu mengimbangi emisi yang berasal dari konversi mangrove menjadi penggunaan lahan non-hutan, terutama tanah terbuka, tambak, dan permukiman. Hasil ini menegaskan bahwa keberlanjutan program rehabilitasi, perlindungan kawasan mangrove eksisting, dan pengendalian konversi lahan menjadi faktor kunci dalam memperbaiki neraca karbon pesisir Kota Kendari. Dengan pengelolaan yang lebih efektif, ekosistem mangrove berpotensi bertransformasi dari sumber emisi bersih (net source) menjadi penyerap karbon bersih (net carbon sink) yang mendukung mitigasi perubahan iklim di wilayah pesisir (Natsir et al., 2025).

Dinamika ekosistem mangrove di pesisir Kota Kendari selama 2012-2024 menunjukkan pola fluktuatif yang dipengaruhi oleh tekanan perubahan penggunaan lahan dan upaya rehabilitasi. Pada periode 2012-2018 luas mangrove menurun sebesar 38,14 ha atau 34,13%, sedangkan periode 2018-2024 meningkat kembali sebesar 29,17 ha atau 39,62%. namun, secara umum luas mangrove masih mengalami penurunan sebesar 8,98 ha atau 8,03% dibandingkan tahun 2012. Pola ini menunjukkan bahwa pemulihan mangrove telah berlangsung, tetapi belum sepenuhnya mampu menggantikan kehilangan kawasan akibat konversi

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

lahan. Hal ini sejalan dengan penelitian di Desa Waworaha, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe (Indriyani & Kahirun, 2025)

Penurunan luas mangrove berkorelasi langsung dengan peningkatan emisi karbon (Setiyoko et al., 2026). Pada periode 2012-2018 total emisi mencapai 3.915,77 tonCO_2eq, meningkat menjadi 5.365,38 tonCO_2eq pada periode 2018-2024. Emisi terbesar terjadi pada kedua periode berasal dari konversi mangrove menjadi tanah terbuka, masing-masing sebesar 1.520,16 tonCO_2eq dan 3.793,97 tonCO_2eq. Konversi menjadi permukiman dan tambak juga memberikan kontribusi emisi yang signifikan. Tingginya emisi pada kelas tanah terbuka menunjukkan bahwa pembukaan kawasan mangrove menyebabkan kehilangan biomassa dan karbon organik sedimen yang selama ini berfungsi sebagai penyimpan karbon jangka panjang (Sundoko et al., 2026).

Di sisi lain, peningkatan tutupan mangrove pada periode 2018-2024 menunjukkan efektivitas rehabilitasi dalam memulihkan fungsi karbon ekosistem (Tahapary et al., 2026). Hal ini menunjukkan bahwa rehabilitasi tidak hanya memulihkan tutupan vegetasi, tetapi juga meningkatkan akumulasi biomassa dan karbon sedimen (Anjani & Dewi, 2026).

Neraca karbon menunjukkan bahwa ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari masih berada pada kondisi emisi bersih (net carbon source). Namun, nilai tersebut relatif kecil dibanding kapasitas serapan yang dihasilkan dari program rehabilitasi. Hal ini menegaskan bahwa perlindungan mangrove eksisting dan pengendalian konversi lahan perlu ditingkatkan melalui rehabilitasi untuk mendorong transformasi mangrove menjadi penyerap karbon bersih (net carbon sink) dalam mendukung mitigasi perubahan iklim.

KESIMPULAN

Ekosistem hutan mangrove di pesisir Kota Kendari mengalami penurunan bersih 8,98 ha selama 2012-2024. Konversi mangrove menghasilkan emisi 9.281,15 tonCO_2eq, sedangkan program rehabilitasi mampu menyerap karbon sebesar 8.843,95 tonCO_2eq. Neraca karbon sebesar 437,19 tonCO_2eq yang menunjukkan hutan mangrove masih berstatus *net carbon source*, sehingga perlindungan dan rehabilitasi berkelanjutan diperlukan untuk mendukung mitigasi perubahan iklim.

DAFTAR REFERENSI

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(01), 17–28.

Banerjee, K., Mitra, A., & Villasante, S. (2021). Carbon cycling in mangrove ecosystem of Western Bay of Bengal (India). Sustainability, 13(12), 6740. https://doi.org/10.3390/su13126740

Basyuni, M., Aznawi, A. A., Rafli, M., Tinumbunan, J. M. T., Gultom, E. T., Lubis, R. D. A., Sianturi, H. A., Sumarga, E., Mukhtar, E., Slamet, B., Jumilawaty, E., Pribadi, R., Sitinjak, R. R., & Baba, S. (2024). Harnessing biomass and blue carbon potential: Estimating carbon stocks in the vital wetlands of Eastern Sumatra, Indonesia. Land, 13(11), 1960. https://doi.org/10.3390/land13111960

Carong, S. R., Anwar, A., Ahmed, Y., Arbit, N. I. S., Mannan, A., Rusmidin, R., Anwar, T., & Rimbawan, F. (2024). Carbon stock and biomass of Baluno Mangrove Forest ecosystems in West Sulawesi, Indonesia. Biodiversitas, 25(9), 3067–3074. https://doi.org/10.13057/biodiv/d250928

Diniariwisan, D., Asri, Y., Rahmadani, T. B. C., Affandi, R. I., Dwiyanti, S., Alim, S., et al. (2025). Edukasi potensi ekologis dan ekonomi mangrove bagi masyarakat pesisir Dusun Ujung Betok, Jerowaru. Jurnal Pepadu, 6(1), 108–116.

Fedriansya, D. F., & Rahman, B. (2025). Analisis tren perubahan spasial fungsi lahan di kawasan pesisir. Jurnal Plano Buana, 6(1), 19–27.

[FREL/FRL] National 2nd Forest Reference Level for Deforestation, Forest Degradation and Enhancement of Forest Carbon Stock in the Context of Decision 12/CP.17 Para 12 UNFCCC. (2022).

Husain, P., Ihsan, M. S., Kuswara, R. D., Ihwan, K., Risfianty, D. K., Sanuriza, I. I., et al. (2025). Karbon biru pada ekosistem mangrove: Dinamika, kapasitas penyimpanan, dan implikasinya terhadap mitigasi perubahan iklim. Biocaster: Jurnal Kajian Biologi, 5(4), 1112–1127.

Indriyani, L., & Kahirun, K. (2025). Analisis sekuestrasi karbon dan stok karbon pada hutan mangrove di Desa Waworaha, Kecamatan Soropia, Kabupaten Konawe. MAKILA, 19(2), 370–382.

Kete, S. C. R., Tarigan, S. D., & Effendi, H. (2019). Land use classification based on object and pixel using Landsat 8 OLI in Kendari City, Southeast Sulawesi Province, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 284, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.

e-ISSN: 3025 – 4574
p-ISSN: 3025 – 2679

Kurniawan, F., Ardiansyah, M., & Anwar, S. (2025). Perkiraan emisi GRK berbasis perubahan penutupan/penggunaan lahan pada pola ruang Pulau Rupat. Journal of Soil Science & Environment/Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan, 27(2).

Manan, A., La Baco, Hasani, U. O., Kete, S. C. R., Gandri, L., Yasin, A., & Isabela. (2025). Diversity, carbon stock and economic value of the mangrove ecosystem in Wakatobi Biosphere Reserve, Indonesia. Biodiversitas Journal of Biological Diversity, 26(3).

Maryani, L., Mentari, R. D. P., Susilowati, R., Wihardi, Y., Hasibuan, Z. H., & Agustin, T. (2025). Peran dan manfaat ekosistem mangrove terhadap masyarakat wilayah pesisir Muara Sugihan. Jurnal Abdi Insani, 12(5), 2065–2072.

Natsir, N. A., Mulyawati, N. Y., AF, A. N. A., Jamdin, Z., Arifin, S., & Kilbaren, R. (2025). Carbon stock of mangrove vegetation derived from aboveground and belowground biomass in Tulehu Waters, Central Maluku. Jurnal Biologi Tropis, 25(4), 5540–5549.

Ngasim, M. I. (2025). Hutan dan masa depan iklim global: Dari penyerap karbon hingga penyelamat kehidupan. GreenWood: Buletin Ilmu Kehutanan, 1(1), 1–13.

Setiyoko, R., Situmorang, M. T. N., & Febriana, L. (2026). Estimasi nilai cadangan karbon di atas permukaan tanah pada hutan mangrove di Pulau Lancang: Estimation of above-ground carbon stock in mangrove forest on Lancang Island. Pena Akuatika: Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan, 25(1), 1–12.

Soares, Y., & Nenge, V. G. (2025). Tantangan dan strategi global menghadapi perubahan iklim: Analisis kebijakan dan manajemen strategik. JIMU: Jurnal Ilmiah Multidisipliner, 4(01), 1987–2003.

Sundoko, A., Yuliardi, A. Y., Saputra, H. K., Hutabarat, P. U. B., & Nuraya, T. (2026). Karbon biru pesisir: Mangrove, lamun, dan perubahan iklim. LSO Creative.

Tahapary, J., Sahari, S., Putriningtias, A., Tahang, H., Abubakar, S., Marus, I., et al. (2026). Blue carbon governance: Peran mangrove dalam mitigasi perubahan iklim. LSO Creative.