

## ANALISIS KANDUNGAN KARBON PADA TUMBUHAN LAMUN DI DESA TOROSIAJE LAUT, KABUPATEN POHUWATO

*(Analysis of Carbon Content in Seagrass Plants in Torosiaje Laut Village,  
Pohuwato Regency)*

Bambang Mamangkay<sup>1\*</sup>, Jalipati Tuheteru<sup>2</sup>, Yulin Podungge<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Ilmu Pendidikan dan Budaya, Universitas Bina Mandiri Indonesia

<sup>2</sup> Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Dan Lautan, Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan,  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Geologi, Jurusan Ilmu dan Teknologi Kebumihan,  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo

Corresponding author: [bambangmangkay@gmail.com](mailto:bambangmangkay@gmail.com)\*

Received: 17 September 2025, Revised: 17 Oktober 2025, Accepted: 30 Oktober 2025

**ABSTRAK:** Lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir penyumbang *blue carbon*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui simpanan kandungan karbon pada ekosistem lamun di perairan Desa Torosiaje laut, Kecamatan Popayato, Kabupaten Pohuwato. Estimasi simpanan karbon dilakukan berdasarkan komponen biomassa lamun yaitu rhizoma, akar dan daun. Pengambilan sampel dilakukan pada Juli-September 2025 dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel yang diperoleh dianalisa di laboratorium selama tiga hari dengan suhu 80-90°C. Selanjutnya dengan metode *Loss on Ignition*, dilakukan pembakaran untuk melihat sisa biomassa dari tanaman lamun. Hasil penelitian menunjukkan kandungan karbon organik pada setiap jenis lamun di lokasi penelitian menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh perbedaan spesies dan kondisi lingkungan lokal. *Enhalus acoroides* dengan nilai karbon tertinggi 37,67% memiliki potensi penyimpanan karbon yang tinggi dan relatif konsisten, sedangkan *Thalassia hemprichii* 32,87% dan *Cymodocea rotundata* hanya 29.00%. Hal ini menunjukkan nilai simpanan karbon yang lebih bervariasi. Variasi tersebut mencerminkan pengaruh faktor lingkungan, seperti hidrodinamika perairan, jenis substrat, dan karakteristik tegakan lamun. Hasil penelitian ini menegaskan peran penting ekosistem lamun sebagai penyerap karbon biru yang signifikan, serta menegaskan pentingnya upaya perlindungan dan pengelolaan ekosistem berbasis masyarakat di wilayah pesisir yang memiliki potensi karbon biru, guna mendukung keberlanjutan ekosistem dan mitigasi perubahan iklim di masa mendatang.

**Kata Kunci:** Lamun, karbon organik, karbon biru, ekosistem, aktivitas masyarakat

**ABSTRACT:** Seagrass is one of the coastal ecosystems that contributes to blue carbon. This study aims to estimate the carbon content in the seagrass ecosystem in the waters of Torosiaje Village, Popayato District, Pohuwato Regency. Carbon storage estimates were made based on seagrass biomass components, namely rhizomes, roots, and leaves. Sampling was conducted from July to September 2025 using purposive sampling. The samples obtained were analyzed in the laboratory for three days at a temperature of 80-90°C. Furthermore, using the Loss on Ignition method, combustion was carried out to see the remaining biomass from the seagrass



plants. The results showed that the organic carbon content in each type of seagrass at the study site varied depending on the species and local environmental conditions. *Enhalus acoroides*, with the highest carbon value of 37.67%, has high and relatively consistent carbon storage potential, while *Thalassia hemprichii* has 32.87% and *Cymodocea rotundata* only 29.00%. This shows more varied carbon storage values. These variations reflect the influence of environmental factors, such as hydrodynamics, substrate type, and seagrass stand characteristics. The results of this study confirm the important role of seagrass ecosystems as significant blue carbon sinks, as well as the importance of community-based ecosystem protection and management efforts in coastal areas with blue carbon potential, in order to support ecosystem sustainability and climate change mitigation in the future.

**Keywords:** Seagrass, organic carbon, blue carbon, ecosystem, community activities

---

## PENDAHULUAN

Lamun merupakan tumbuhan laut berbunga yang membentuk ekosistem di perairan pesisir dangkal dengan cahaya matahari yang cukup untuk melakukan proses fotosintesis (Risandi et al., 2023). Lamun umumnya tumbuh pada kedalaman sekitar 0,5–10 m dengan kondisi kualitas perairan yang baik (Angellica et al., 2024). Lamun memiliki peran ekologis yang sangat penting, baik sebagai penyedia habitat bagi berbagai biota laut, penstabil sedimen, maupun pelindung alami pantai dari abrasi (Valdez et al., 2020).

Dalam beberapa dekade terakhir, ekosistem lamun juga menjadi fokus perhatian dunia internasional karena kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam jumlah besar, yang dikenal sebagai karbon biru (*blue carbon*). sehingga berkontribusi signifikan terhadap mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (Liu et al., 2023). Sebagai salah satu ekosistem karbon biru, padang lamun berperan penting dalam siklus karbon global melalui proses fotosintesis dan akumulasi biomassa, baik pada bagian atas maupun bawah substrat. Padang lamun berperan penting dalam penyediaan layanan ekosistem pesisir, antara lain perlindungan pantai, stabilisasi sedimen, serta pembentukan habitat melalui proses fisik, kimia, dan biologis. Peran tersebut berkontribusi dalam mereduksi dampak kenaikan muka air laut dan pengasaman laut melalui stabilisasi sedimen dan penyimpanan karbon jangka panjang (Carlson et al., 2021; Potouroglou et al., 2017). Namun, peningkatan suhu permukaan bumi yang berkelanjutan telah memicu kenaikan muka air

laut dan degradasi habitat pesisir, yang berdampak langsung pada penurunan fungsi dan layanan ekosistem lamun (James et al., 2023).

Keberadaan dan keberlanjutan padang lamun saat ini menghadapi berbagai tekanan akibat aktivitas manusia, seperti perluasan kawasan perkotaan pesisir, eutrofikasi, peningkatan beban sedimen, perubahan iklim, invasi spesies asing, serta kerusakan fisik akibat eksploitasi sumberdaya laut dan aktivitas penambatan jangkar (Beca-carretero et al., 2024; Mustafa et al., 2023). Berbagai tekanan tersebut telah menyebabkan degradasi yang signifikan terhadap ekosistem lamun di berbagai wilayah pesisir dunia (Fern et al., 2022). Kondisi ini berpotensi menurunkan kapasitas serapan karbon lamun dan mengurangi perannya dalam mitigasi emisi gas rumah kaca. Seperti diketahui, kemampuan menyerap karbon pada ekosistem pesisir penting termasuk lamun dapat menurunkan fenomena rumah kaca di bumi (Fitria & Dwiyanoto, 2021; Jahan & Islam, 2025). Pemanasan global yang terjadi saat ini perlu menjadi perhatian karena dampak yang ditimbulkan bukan hanya bagi lingkungan pesisir namun juga kepada manusia. Oleh karena itu, salah satu solusi mengurangi efek pemanasan global yaitu dengan menjaga kelestarian ekosistem lamun (Namoua et al., 2022).

Indonesia sebagai negara kepulauan memiliki luasan padang lamun yang cukup besar dan tersebar di berbagai wilayah pesisir (Hartini & Lestarini, 2019; Saputro et al., 2018). Namun, luas dan kualitas ekosistem lamun di Indonesia terus mengalami penurunan akibat tekanan ekologis dan tingginya aktivitas manusia

(Hasibuan et al., 2025), seperti pengerukan, pengembangan tambak perikanan, serta aktivitas perahu dan jangkar (Putra, Gde et al., 2020; Riswati & Efendy, 2020). Salah satu wilayah yang memiliki ekosistem lamun adalah Provinsi Gorontalo, khususnya di Kabupaten Pohuwato, yang hampir sepanjang garis pantainya ditumbuhi padang lamun.

Desa Torosiaje Laut merupakan salah satu wilayah pesisir di Kabupaten Pohuwato yang memiliki ekosistem lamun cukup luas dan telah berkembang secara alami selama puluhan tahun. Namun, kondisi padang lamun di wilayah ini mulai menghadapi tekanan, antara lain akibat invasi spesies tertentu dan limbah aktivitas masyarakat. Selain itu, pemahaman masyarakat lokal mengenai peran lamun sebagai penyerap karbon dan kontribusinya terhadap mitigasi perubahan iklim masih relatif terbatas. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi simpanan kandungan karbon pada ekosistem lamun di perairan Desa Torosiaje Laut, Kecamatan Popayato, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan data ilmiah mengenai potensi serapan karbon lamun di wilayah pesisir Gorontalo, serta menjadi dasar bagi pengelolaan ekosistem lamun, pengembangan kebijakan pemerintah daerah, dan upaya mitigasi perubahan iklim berbasis ekosistem pesisir.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah Desa Torosiaje Laut, Kabupaten Pohuwato, Provinsi Gorontalo pada bulan Juli-September 2025 (Gambar 1). Lokasi penelitian ditentukan berdasarkan metode *purposive sampling* yang terdiri atas tiga stasiun pengamatan mewakili kondisi lingkungan yang berbeda, yaitu stasiun yang berdekatan dengan ekosistem terumbu karang, ekosistem mangrove, dan kawasan permukiman. Perbedaan tingkat interaksi dengan aktivitas masyarakat, baik yang intens maupun relatif rendah, menjadi dasar penentuan stasiun sebagai representasi kondisi ekosistem lamun di Desa Torosiaje Laut.

Pengambilan data dilakukan menggunakan metode *line transect quadrat* dengan pengamatan lapangan secara visual. Pada setiap stasiun penelitian dibuat transek kuadrat berukuran 20×20 m sebagai area pengambilan sampel. Komponen tumbuhan lamun yang diamati meliputi daun, rimpang (rhizoma), dan akar dari setiap jenis lamun yang ditemukan di lokasi penelitian. Sampel lamun yang telah dikumpulkan selanjutnya ditimbang untuk memperoleh berat basah.

Sampel lamun yang telah dikumpulkan dibersihkan dari sedimen dan organisme epifit, kemudian dibawa ke laboratorium untuk proses pengeringan menggunakan oven pada suhu 80–90°C selama  $\pm 72$  jam hingga mencapai berat konstan. Setelah proses pengeringan, sampel ditimbang untuk memperoleh berat kering, selanjutnya dibakar dalam furnace pada suhu tinggi hingga diperoleh sisa abu. Perbedaan antara berat kering dan berat abu digunakan untuk menghitung biomassa organik lamun. Estimasi biomassa dan kandungan karbon dilakukan menggunakan pendekatan *Loss on Ignition* (LOI) berdasarkan persamaan berdasarkan persamaan Helrich (1990) sebagaimana diacu dalam Pandiangan et al., (2023). Data hasil nilai akhir kandungan karbon dirata-ratakan sebagai nilai hasil kandungan karbon jaringan lamun.

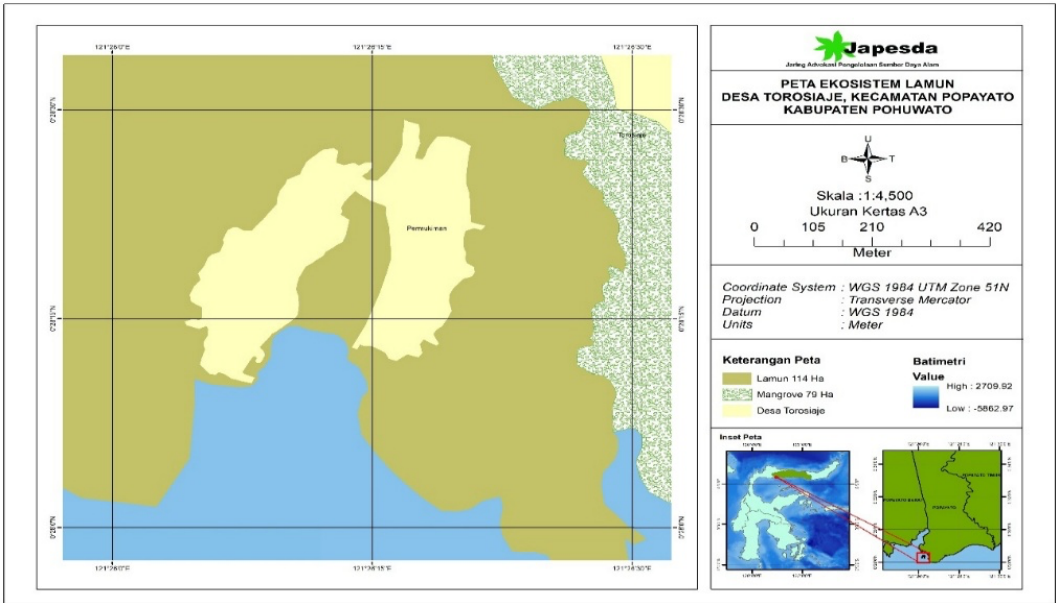
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terdapat terdapat tiga jenis lamun di yang secara umum mendominasi wilayah Desa Torosiaje Laut yaitu *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, dan *Cymodocea rotundata*. Hasil analisis kandungan karbon organik menunjukkan menunjukkan variasi dari setiap kandungan karbon yang ditemukan setelah dianalisis pada tiap stasiun pengamatan (Gambar 2). Nilai karbon organik tertinggi ditemukan pada Plot 3 Stasiun III (37,67%) yang didominasi oleh *Enhalus acoroides*, sementara nilai terendah karbon organik ditemukan pada Plot 2 Stasiun III (29,00%) yang didominasi oleh *Cymodocea rotundata*. Variasi ini mengindikasikan bahwa serapan dan penyimpanan karbon tidak hanya

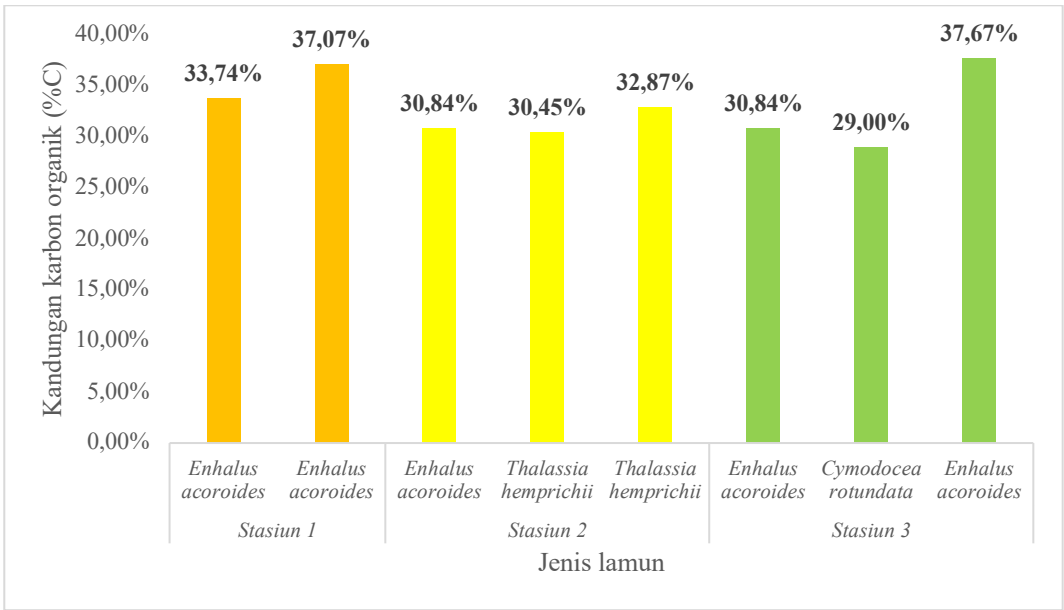
bergantung terhadap jenis spesies akan tetapi kondisi ekosistem dan lingkungan setempat (Fifianingrum et al., 2020).

Spesies lamun *Enhalus acoroides* secara konsisten menunjukkan kemampuan penyimpanan karbon yang relatif tinggi pada berbagai stasiun penelitian. Nilai kandungan karbon yang dihasilkan oleh spesies ini berkisar antara 30,84% hingga 37,67%. Tingginya kapasitas penyimpanan karbon tersebut berkaitan

dengan karakter morfologis *E. acoroides* yang memiliki rimpang tebal, daun lebar, dan kanopi yang rapat. Struktur morfologi ini tidak hanya menghasilkan biomassa yang tinggi, tetapi juga efektif dalam menjebak partikel organik tersuspensi di kolom air, sehingga meningkatkan akumulasi karbon baik pada jaringan tanaman maupun pada sedimen di sekitarnya (Rahmadanti et al., 2023).



Gambar 1. Lokasi penelitian Desa Torosiaje Laut  
(Sumber: Data primer, 2025)



Gambar 2. Diagram kandungan karbon organik pada setiap jenis lamun  
(Sumber: Data primer, 2025)

Spesies lamun lainnya, *Thalassia hemprichii*, menunjukkan nilai kandungan karbon yang relatif kompetitif, yakni berkisar antara 30,45% hingga 32,87%. Meskipun memiliki ukuran morfologi yang lebih kecil dibandingkan *Enhalus acoroides*, *T. hemprichii* memiliki densitas tegakan yang tinggi serta sistem perakaran yang kompleks. Karakteristik tersebut menciptakan mikro lingkungan sedimen yang lebih stabil, sehingga mendukung akumulasi dan retensi bahan organik, yang pada akhirnya meningkatkan kapasitas penyimpanan karbon pada ekosistem lamun (Fitri et al., 2022).

Kemunculan *Cymodocea rotundata* pada Plot 2 Stasiun III dengan nilai karbon hasil analisis sebesar 30.00% memberikan perspektif tambahan terkait variasi penyimpanan karbon antar spesies lamun. Spesies ini umumnya memiliki struktur yang cenderung lebih kecil dan beberapa kali ditemukan dalam kondisi berjarak dan kurang padat dibandingkan dua spesies lainnya. Kondisi tersebut berimplikasi pada biomassa yang relatif lebih kecil dan kemampuan retensi bahan organik yang terbatas. Hal ini sejalan hasil penelitian yang menyatakan bahwa morfologi dan pola sebaran lamun merupakan faktor penting yang memengaruhi kapasitas penyimpanan karbon dalam ekosistem lamun (Lefaan et al., 2023).

Perbedaan nilai kandungan karbon antar stasiun pada spesies yang sama, khususnya *Enhalus acoroides*, terlihat cukup mencolok, yaitu sebesar 37,07% pada Stasiun I dan 30,84% pada Stasiun II. Perbedaan ini mengindikasikan adanya pengaruh faktor lingkungan lokal terhadap kapasitas penyimpanan karbon lamun. Faktor seperti kedalaman perairan, gelombang laut, kualitas air dan karakteristik substrat sedimen memiliki peranan penting dan cukup berpengaruh dalam proses dekomposisi dan stabilitas karbon, sehingga mempengaruhi kemampuan karbon untuk diserap dan disimpan dalam ekosistem (Kristiana et al., 2021). Sebaliknya lokasi yang lebih cenderung terbuka dapat mengalami resuspensi sedimen, yang berdampak pada pelepasan karbon kembali ke wilayah air dan mempengaruhi penyimpanan karbon (Rios-yunes et al., 2023). Disisi lain tekstur dan komposisi substrat merupakan salah

satu faktor penting. Kedalaman substrat dalam stabilitas sedimen berperan penting untuk perlindungan tanaman dari arus air laut (Tebaiy et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan stasiun 2 memiliki tekstur sedimen berpasir serta dekat dengan pemukiman masyarakat.

Lamun yang hidup pada substrat berlumpur umumnya menghasilkan simpanan karbon yang cenderung lebih tinggi dibanding dengan yang berpasir (Kaplale et al., 2024; Tupan et al., 2021). Kondisi tersebut terlihat pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 yang didominasi oleh substrat berlumpur. Selain itu, hasil analisis juga menunjukkan bahwa perbedaan komposisi dan sebaran spesies lamun, serta karakteristik struktur dan morfologi tumbuhan, turut memengaruhi besarnya kandungan karbon organik yang dihasilkan. Sedimen berlumpur menghasilkan kondisi anaerobik (rendah oksigen) yang memperlambat laju dekomposisi bahan organik, sehingga *facilitating sequestrasi* karbon dalam kurun waktu yang lama.

Tingginya nilai pada Plot 3 Stasiun III sebesar 37,67% yang didominasi oleh jenis *Enhalus acoroides* meskipun berada di stasiun yang sama dengan nilai terendah, menunjukkan bahwa faktor spesies lokal berinteraksi secara sinergis dan struktur morfologi yang cenderung lebih besar memiliki pengaruh dalam penyimpanan karbon organik (Tupan & Wawo, 2020). Selain itu pengaruh mikroorganisme lingkungan dan kondisi perairan tenang mendorong input bahan organik yang lebih tinggi. Hal ini menjadi potensi dasar penyimpanan karbon spesies *Enhalus acoroides*.

Hasil penelitian ini memiliki implikasi langsung sebagai dasar penetapan lokasi strategis untuk upaya konservasi dan restorasi karbon biru. Kawasan padang lamun di Desa Torosiaje Laut berpotensi menjadi prioritas perlindungan yang melibatkan peran aktif masyarakat dan dukungan pemerintah daerah, mengingat pentingnya lamun dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir. Namun, potensi tersebut menghadapi berbagai ancaman serius, antara lain limbah domestik, perubahan iklim, serta aktivitas transportasi perahu masyarakat. Tekanan tersebut berpotensi menurunkan keberlanjutan ekosistem padang lamun dan memicu pelepasan

karbon yang telah tersimpan selama puluhan hingga ratusan tahun kembali ke atmosfer, sehingga berkontribusi terhadap peningkatan krisis iklim global.

Pemantauan berkelanjutan dan pengelolaan ekosistem yang efektif sangat diperlukan untuk menjaga fungsi padang lamun sebagai penyerap karbon biru. Penelitian lanjutan terkait akumulasi dan estimasi stok karbon, serta dampak aktivitas perikanan tangkap masyarakat, perlu dilakukan sebagai upaya penguatan dan pelengkap data yang telah diperoleh. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar ilmiah bagi strategi konservasi karbon biru di wilayah Desa Torosiaje Laut serta memperkaya pengembangan ilmu pengetahuan terkait ekosistem karbon biru.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, dapat disimpulkan bahwa kandungan karbon organik pada setiap jenis lamun di lokasi penelitian menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh perbedaan spesies dan kondisi lingkungan lokal. *Enhalus acoroides* memiliki potensi penyimpanan karbon yang tinggi dan relatif konsisten, sedangkan *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* menunjukkan nilai yang lebih bervariasi. Variasi tersebut mencerminkan pengaruh faktor lingkungan, seperti hidrodinamika perairan, jenis substrat, dan karakteristik tegakan lamun. Hasil penelitian ini menegaskan peran penting ekosistem lamun sebagai penyerap karbon biru yang signifikan, serta menekankan pentingnya upaya perlindungan dan pengelolaan ekosistem berbasis masyarakat di wilayah pesisir yang memiliki potensi karbon biru, guna mendukung keberlanjutan ekosistem dan mitigasi perubahan iklim di masa mendatang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Angellica, Septiya, C. A., Klarisa, F. T., Mulyaningsih, L., Huzaifi, M., Reza, H., Safinatunnaja, N., Nuraulia, R., Putri, V. K., Agustina, A. D., Rasyid, F. M., Razan, H. F., & Kelana, S. A. (2024). Interspecific Association of Seagrass *Enhalus Acoroides* with Macrozoobenthos in Seagrass Meadow Ecosystems in The Eastern Part of Pramuka Island. *Jurnal Kelautan*, 17(2), 138–151.
- Beca-carretero, P., Winters, G., Teichberg, M., Procaccini, G., Schneekloth, F., Zambrano, R. H., Chiquillo, K., & Reuter, H. (2024). Climate Change and The Presence of Invasive Species will Threaten The Persistence of The Mediterranean Seagrass Community. *Science of the Total Environment*, 910(June), 2–16. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168675>
- Carlson, R. R., Evans, L. J., Foo, S. A., Grady, B. W., Li, J., Seeley, M., Xu, Y., & Asner, G. P. (2021). Synergistic Benefits of Conserving Land-sea Ecosystems. *Global Ecology and Conservation*, 28, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01684>
- Fern, E., Bara, C., Villasante, S., & Gonzalo, M. (2022). Historical Evolution of The Social Perception on Ecosystem Services Provided by Seagrasses Through Analysis of The Written Press in North West. *Ocean and Coastal Management*, 216, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.105983>
- Fifianingrum, K. P. N. D., Endrawati, H., & Riniatsih, I. (2020). Simpanan Karbon pada Ekosistem Lamun di Perairan Alang – Alang dan Perairan Pancuran Karimunjawa, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 289–295.
- Fitri, K., Astuti, S. P., Jupri, A., & Faturrahman. (2022). In Vitro Evaluation of Seagrass Extracts as a Prevention of Microfouling Formation. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(4), 1098–1107.
- Fitria, A., & Dwiyanto, G. (2021). Ekosistem Mangrove dan Mitigasi Pemanasan Global. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 2(1), 29–34.
- Hartini, H., & Lestarini, Y. (2019). Pemetaan Padang Lamun Sebagai Penunjang Ekowisata di Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1), 1–7.
- Hasibuan, Z. H., Savira, V., Endrawati, H., & Taufiq-Spj, N. (2025). Persepsi Masyarakat Lokal Terhadap Pemanfaatan Lamun Untuk Ekowisata di Perairan Pantai Pancuran, Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Marine Research*, 14(2), 311–319. <https://doi.org/10.14710/jmr.v14i2.27683>
- Jahan, F., & Islam, R. (2025). Carbon Sequestration in Coastal Ecosystems : A Review of Modeling Techniques and Applications. *American Journal of Advanced Technology and Engineering Solutions*, 01(01), 41–70.



- <https://doi.org/10.63125/4z73rb29>
- James, R. K., Keyzer, L. M., Velde, S. J. Van De, Herman, P. M. J., Katwijk, M. M. Van, & Bouma, T. J. (2023). Climate Change Mitigation by Coral Reefs and Seagrass Beds at Risk: How Global Change Compromises Coastal Ecosystem Services. *Science of the Total Environment*, 857, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159576>
- Kaplale, N., Kesaulya, I., Lokollo, F. F., & Yamko, A. K. (2024). Struktur Komunitas dan preferensi Substrat Lamun di Pantai Negeri Siri-Sori Islam, Pulau Saparua, Maluku. *Jurnal Kelautan*, 17(1), 1–8.
- Kristiana, K., Lestari, F., & Nugraha, A. H. (2021). Produksi Serasah dan Laju Dekomposisi *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* di Perairan Malang Rapat, Kabupaten Bintan. *Jurnal Akuatiklestari*, 4(2), 58–70.
- Lefaan, P. T., Peday, M., Duwit, B., Orisu, D., Yoku, S. N., Baab, Y., Manumpil, A. W., Mardiyadi, Z., Manangkalangi, E., & Sembel, L. (2023). Kepadatan, Karakter Morfologi, dan Pertumbuhan Lamun *Cymodocea rotundata* di Pantai Yankarwar, Maokwari, Papua Barat: Apakah ada Perbedaan di Antara Zona Intertidal? *Jurnal Perikanan Pantura*, 6(1), 315–332.
- Liu, S., Luo, H., Jiang, Z., Ren, Y., Zhang, X., Wu, Y., Huang, X., & Macreadie, P. I. (2023). Nutrient Loading Weakens Seagrass Blue Carbon Potential by Stimulating Seagrass Detritus carbon Emission. *Ecological Indicators*, 157(November), 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111251>
- Mustafa, A., Y, A. M., & Syafrialdi. (2023). Kondisi Ekosistem Padang Lamun di Perairan Pantai Gunung Cindakir dan Pantai Nirwana Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *SEMAH: Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Perairan*, 7(1), 1–8.
- Namoua, D. J., Wantasen, A. S., Kondoy, K. I. F., Kepel, R. C., Menajeng, F. S. I., & Pelle, W. (2022). Serapan Karbon Pada Lamun Di Perairan Pantai Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara (Carbon. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 10(2), 433–440.
- Pandiangan, J. K., Munasik, M., & Riniatsih, I. (2023). Estimasi Serapan Karbon Lamun di Pulau Kelapa Dua, Taman Nasional Kepulauan Seribu. *Journal of Marine Research*, 12(2), 258–266.
- <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i2.35572>
- Potouroglou, M., Bull, J. C., Krauss, K. W., Kennedy, H. A., Fusi, M., Daffonchio, D., Mangora, M. M., Githaiga, M. N., Diele, K., & Huxham, M. (2017). Measuring the Role of Seagrasses in Regulating Sediment Surface Elevation. *Scientific Reports*, 7(11917), 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-12354-y>
- Putra, Gde, S. W., Widyasari, N. L., Maharani, M. V., & Putri, P. I. D. (2020). Kondisi dan Luas Sebaran Ekosistem Padang Lamun di Wilayah Pesisir Pulau Bali. *Jurnal Ecocentrism*, 5(1), 21–30.
- Rahmadanti, K. L., Santosa, G. W., & Pramesti, R. (2023). Penyerapan Karbon Pada Vegetasi Lamun di Pantai Legon Bajak. *Journal of Marine Research*, 12(3), 474–482. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i3.37564>
- Rios-yunes, D., Grandjean, T., Primio, A., Tiano, J., Bouma, T. J., Oevelen, D. Van, & Soetaert, K. (2023). Sediment Resuspension Enhances Nutrient Exchange in Intertidal Mud Flats. *Front. Mar. Sci.*, 10(March), 1–15. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1155386>
- Risandi, J., Rifai, H., Lukman, K. M., Sondak, C. F. A., Hernawan, U. E., Quevedo, J. M. D., Hidayat, R., Ambo-rappe, R., Lanuru, M., McKenzie, L., Kohsaka, R., & Nadaoka, K. (2023). Hydrodynamics Across Seagrass Meadows and Its Impacts on Indonesian Coastal Ecosystems: A review. *Front. Earth Sci.*, February, 1–16. <https://doi.org/10.3389/feart.2023.1034827>
- Riswati, M., & Efendy, M. (2020). Analisis Persebaran Lamun Menggunakan Teknik Pengineraan Jauh di Pulau Sapudi, Kabupaten Sumenep. *Juvenil*, 1(2), 250–259.
- Saputro, M. A., Ario, R., & Riniatsih, I. (2018). Sebaran Jenis Lamun di Perairan Pulau Lirang Maluku Barat Daya Provinsi Maluku. *Journal of Marine Research*, 7(2), 97–105.
- Tebaiy, S., Alianto, Suruan, S. S., Karubaba, S., Manangkalangi, E., Sembel, L., & Manuputty, A. (2024). The Relationship of Substrate Types and Density of Seagrass Species in The Waters of Mount Botak, South Manokwari Regency, West Papua Province. *AACL Bioflux*, 17(5), 1908–1919.
- Tupan, C. I., Sangur, F., & Lailossa, G. W. (2021). Potensi Karbon pada Lamun *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Waai Pulau Ambon. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 5(3), 293–302.

- <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2021.Vol.5.No.3.169>  
Tupan, C. I., & Wawo, M. (2020). Carbon Stock of The Seagrass *Enhalus acoroides* and *Thalassia hemprichii* in Tanjung Tiram Coastal Waters, Poka, Ambon Island. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 517, 1–8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/517/1/012008>
- Valdez, S. R., Zhang, Y. S., Heide, T. Van Der, Vanderklift, M. A., Tarquinio, F., Orth, R. J., & Silliman, B. R. (2020). Positive Ecological Interactions and the Success of Seagrass Restoration. *Front. Mar. Sci.*, 7(91), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00091>