

Morphological Characteristics and Spatial Distribution of Seagrass at Batu Kotak Beach, Central Lombok

Novia Intan Cahyani^{1*}, Windiarti Pratiwi Putri¹, Lalu Syukran Muhsin¹, Ratna Permata Sari¹, Maulana David Prayoga¹, Febrisa Indri Utami²

¹Megister Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

²Department of Industrial and Management Engineering, Universitas Kyungshung, Busan, Korea;

Article Info	Abstract
<i>Article History</i> Received: June 05th, 2025 Revised: June 07th, 2025 Accepted: August 29th, 2025 Published: August 31th, 2025 *Corresponding Author: Novia Intan Cahyani, Megister Pendidikan Ilmu Pendidikan Alam, Pascasarjana, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia; Email: intancahyaicahyani@gmail.com	Seagrass ecosystems play an important role in coastal ecology, but their presence requires systematic monitoring in the Mandalika coastal area. This study aims to identify the morphological characteristics and spatial distribution of seagrass species along the coast of Batu Kotak, Central Lombok, Indonesia. The research method used quadrat transects placed perpendicular to the shoreline. The results showed three dominant species including <i>Thalassia hemprichii</i>, <i>Syringodium isoetifolium</i>, and <i>Cymodocea rotundata</i>. <i>T. hemprichii</i> forms dense grasslands in shallow lagoons, while <i>S. isoetifolium</i> shows high tolerance to physical disturbances such as waves, and <i>C. rotundata</i> is adaptive to diverse substrates and currents. It was concluded that the differences in morphology and special distribution reflect the specific ecological response of each species to its environment. The results of the study are expected to inform long-term monitoring, habitat restoration, conservation planning, as well as assessing ecological dynamics and anthropogenic impacts affecting seagrass habitats in coastal tourism areas. Keywords: Seagrass morphology, coastal ecosystem, spatial distribution.
© 2025 The Authors. This article is licensed under a Creative Commons Attribution 5.0 International License.	

PENDAHULUAN

Ekosistem lamun adalah salah satu habitat pesisir yang paling produktif dan memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekologi perairan (Waycott et al., 2020). Lamun berfungsi dalam siklus hara, penyimpanan karbon, serta menyediakan tempat asuhan (nursery ground) bagi berbagai biota laut (Nadiarti et al., 2022). Secara global, ekosistem lamun juga berkontribusi dalam melindungi garis pantai dan menjaga keanekaragaman hayati, meskipun saat ini keberadaannya menghadapi ancaman dari aktivitas manusia maupun gangguan alami (Hamid et al., 2021). Sebagai salah satu negara dengan tutupan lamun terluas di dunia, Indonesia memiliki ketergantungan besar terhadap ekosistem ini, baik untuk mendukung perikanan, sumber penghidupan masyarakat pesisir, maupun pemeliharaan keanekaragaman hayati laut (Latuconsina et al., 2021). Oleh karena itu, kajian mengenai morfologi dan distribusi spasial lamun menjadi penting sebagai dasar konservasi dan pengelolaan wilayah pesisir secara berkelanjutan.

Karakteristik morfologi lamun seperti panjang daun, lebar daun, dan tinggi kanopi merupakan indikator penting untuk menilai kondisi kesehatan serta kemampuan adaptasi terhadap faktor lingkungan (Fitriya et al., 2020). Parameter morfologi tersebut tidak hanya merepresentasikan peran ekologis lamun, tetapi juga menggambarkan respons lamun terhadap perubahan kualitas perairan, komposisi sedimen, dan faktor

hidrodinamika. Kajian mengenai distribusi spasial juga sangat diperlukan karena dapat memetakan sebaran dan kepadatan padang lamun yang berfungsi sebagai informasi dasar dalam menilai jasa ekosistem serta memantau dinamika habitat dari waktu ke waktu (Rahmawati et al., 2020). Integrasi analisis morfologi dan distribusi spasial dengan demikian akan memberikan pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kondisi ekosistem lamun di wilayah pesisir yang dinamis (Unsworth et al., 2019).

Meskipun memiliki nilai ekologis yang tinggi, padang lamun di berbagai wilayah pesisir mengalami degradasi akibat alih fungsi lahan, pembangunan pariwisata, sedimentasi, dan pencemaran (Fitriya et al., 2020). Kawasan Mandalika sebagai destinasi pariwisata yang berkembang pesat di Nusa Tenggara Barat menjadi salah satu wilayah yang berpotensi mengalami tekanan besar terhadap habitat lamun (Nurhidayah et al., 2021). Beberapa penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada ekosistem terumbu karang dan mangrove, sedangkan kajian mengenai morfologi dan distribusi spasial lamun, khususnya di Pantai Batu Kotak, masih sangat terbatas (Hidayat et al., 2022; Noviana et al., 2021). Keterbatasan informasi ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk melakukan penelitian yang lebih mendalam guna memahami struktur dan dinamika spasial padang lamun di kawasan tersebut (Rahmawati et al., 2020).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik morfologi dan distribusi spasial lamun di Pantai Batu Kotak, Mandalika. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah mengenai kondisi ekologi lamun pada kawasan pesisir tersebut, sekaligus menjadi dasar dalam upaya konservasi dan strategi pengelolaan wilayah pesisir. Selain itu, temuan penelitian ini juga dapat berfungsi sebagai data dasar (*baseline data*) dalam kegiatan pemantauan jangka panjang dan perumusan kebijakan yang menyeimbangkan pembangunan kawasan pesisir dengan keberlanjutan ekosistem.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2025 di Pantai Batu Kotak, Dusun Gerupuk, Desa Sengkol, Kecamatan Pujut, Kabupaten Lombok Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi penelitian dipilih karena kawasan ini merupakan bagian dari destinasi pariwisata Mandalika yang memiliki ekosistem lamun cukup luas dan potensial untuk dikaji kondisi morfologi serta distribusi spasialnya.

Desain Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional deskriptif dengan pendekatan survei lapangan. Penelitian ini dilakukan tanpa memberikan perlakuan atau manipulasi terhadap objek, melainkan bertujuan untuk menggambarkan kondisi morfologi dan distribusi spesies lamun sebagaimana adanya di habitat alami (Lefcheck et al., 2022). Pendekatan deskriptif dipilih untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai karakteristik ekologi lamun di Pantai Batu Kotak.

Populasi Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh spesies lamun yang tumbuh di perairan Pantai Batu Kotak, Mandalika. Sampel penelitian berupa spesies lamun yang berada dalam kuadran pengamatan, dengan jumlah total 9 kuadran yang ditempatkan pada 3 stasiun pengamatan, masing-masing diulang 3 kali untuk keterwakilan data. Teknik sampling menggunakan purposive sampling, dengan kriteria:

- Kedalaman perairan 0,5–10 m yang sesuai kisaran optimal lamun.
- Substrat lumpur–berpasir yang umum menjadi habitat lamun, serta
- Area dengan keanekaragaman tinggi berdasarkan observasi pendahuluan.

Variabel penelitian meliputi parameter morfologi (panjang daun, lebar daun, jumlah daun per tunas, panjang rimpang, diameter rimpang) serta parameter ekologi (persentase tutupan, kerapatan, dan distribusi spasial lamun). Alat dan bahan yang digunakan mencakup meteran gulung 10 m (transek line), kuadran 1×1 m, GPS genggam, kamera bawah air, alat tulis tahan air, penggaris dan jangka

sorong, kantong sampel, kunci identifikasi lamun, serta alat selam ringan (snorkel, masker, fins).

Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan metode transek kuadran, yang diletakkan tegak lurus terhadap garis pantai di tiga stasiun pengamatan (Bartolini et al., 2024). Pada setiap transek, kuadran berukuran 1×1 m diletakkan secara sistematis dengan interval 10 m. Pada setiap kuadran, dicatat spesies lamun, jumlah individu, serta estimasi tutupan persentase. Sampel morfologi lamun diukur secara langsung di lapangan menggunakan penggaris atau jangka sorong untuk parameter panjang daun, lebar daun, jumlah daun per tunas, panjang rimpang, dan diameter rimpang (Carter et al., 2021). Sampel lamun yang tidak teridentifikasi di lapangan dikoleksi secara selektif, dimasukkan ke kantong plastik berlabel, dan dianalisis lebih lanjut di laboratorium dengan menggunakan kunci identifikasi spesies (McKenzie et al., 2024). Selain itu, parameter lingkungan seperti kedalaman, substrat, dan koordinat geografis juga dicatat untuk mendukung analisis distribusi spasial.

Teknik Analisis Data Penelitian

Data morfologi lamun dianalisis secara deskriptif untuk memberikan gambaran kuantitatif mengenai ciri fisik masing-masing spesies yang ditemukan di lokasi penelitian. Parameter yang diukur meliputi panjang daun, lebar daun, jumlah daun per tunas, panjang rimpang, dan diameter rimpang. Analisis ini bertujuan untuk mendeskripsikan variasi morfologi lamun antar spesies dan antar stasiun pengamatan secara objektif dan sistematis. Pada setiap kuadran juga dicatat jenis spesies lamun, jumlah individu, serta estimasi persentase tutupan spesies.

Pengukuran parameter morfologi dilakukan menggunakan penggaris atau jangka sorong (Carter et al., 2021). Sampel lamun yang sulit diidentifikasi di lapangan dikumpulkan secara selektif dan dianalisis di laboratorium dengan kunci identifikasi spesies. Data yang terkumpul dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh gambaran morfologi dan pola sebaran lamun di Pantai Batu Kotak, sesuai dengan metode survei ekosistem lamun yang direkomendasikan dalam literatur terbaru (Bartolini et al., 2024).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Spesies Lamun di Pantai Batu Kotak

Ekosistem lamun di Pantai Batu Kotak, Mandalika, terdiri atas beberapa spesies dominan yang memiliki ciri morfologi khas dan peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir. Variasi morfologi pada setiap spesies, mulai dari bentuk daun hingga struktur rhizoma, menjadi indikator utama dalam identifikasi sekaligus pemahaman adaptasi lamun terhadap kondisi lingkungan setempat. Hasil Penelitian ini secara khusus mendeskripsikan karakteristik morfologi spesies lamun yang dominan ditemukan di lokasi penelitian.. *Thalassia hemprichii*

Spesies *Thalassia hemprichii* memiliki morfologi

Bentuk daun pipih dan lebar, menyerupai pita. Panjang daun berkisar antara 10–30 cm, lebar 5–10 mm. Ujung daun tumpul atau sedikit melengkung (**Gambar 1**). Terdapat tiga hingga tujuh tulang daun utama yang sejajar. Rhizoma besar, menjalar secara horizontal di bawah substrat pasir atau lumpur. Memiliki ruas-ruas yang jelas, dari mana akar dan tunas daun tumbuh. Akar tumbuh dari ruas rhizoma. Bercabang dan memiliki rambut akar yang membantu penyerapan nutrisi dan penambatan pada substrat. Ciri Khas Lamun ini membentuk padang lamun yang luas dan padat, sering ditemukan di laguna dan perairan dangkal yang terlindung.



Gambar 1. *Thalassia hemprichii*

Spesies *T. hemprichii* memiliki ciri daun lebar dan rhizoma besar. Spesies ini menunjukkan respons fisiologis terhadap pemanasan dan pengasaman laut yang memengaruhi bakteri asosiasinya serta berdampak pada kesehatannya (Wang et al., 2023). Penelitian lain melaporkan bahwa pemberian pasir sebagai media tambahan dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan *T. hemprichii* (Zhang et al., 2023). Teknik transplantasi juga terbukti berhasil memperbaiki tutupan lamun di wilayah yang terdegradasi (Li et al., 2023). Selain itu, *T. hemprichii* mampu memperoleh keuntungan fisiologis pada kondisi pengasaman laut dan salinitas sedang sehingga berpotensi mendukung konservasi jangka panjang (Shi et al., 2025). Meskipun demikian, spesies ini rentan terhadap tekanan lingkungan yang disertai stres termal, seperti yang ditemukan oleh Ravaglioli et al. (2024) yang mencatat penurunan kinerja metabolisme lamun pada kondisi tersebut.

Syringodium isoetifolium

Spesies *S. isoetifolium* memiliki morfologi daun silindris menyerupai kawat yang membedakannya dari sebagian besar spesies lamun lain yang berdaun pipih. Diameter daunnya sekitar 1 mm dengan panjang 10–25 cm. Spesies ini tidak memiliki urat daun yang mencolok sehingga mudah dikenali. Rhizomanya tipis dan tumbuh menjalar di bawah substrat dengan pola koloni yang relatif jarang dibandingkan *Thalassia hemprichii*. Dari setiap ruas rhizoma tumbuh akar yang berfungsi memperkuat cengkeraman pada substrat pasir halus sekaligus menyerap

nutrien. Keunikan utama *S. isoetifolium* terletak pada bentuk daunnya yang silindris sebagai satu-satunya di antara lamun tropis. Spesies ini juga mampu bertahan di perairan yang mengalami gangguan fisik seperti ombak atau sedimentasi sehingga sering ditemukan pada substrat berpasir terbuka. Adapun Spesies *S. isoetifolium* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. *Syringodium isoetifolium*

Syringodium isoetifolium memiliki morfologi khas berupa daun silindris yang umumnya tumbuh pada substrat berpasir terbuka. Penelitian Charpy-Roubaud et al. (2022) menunjukkan bahwa spesies ini berperan penting dalam menjaga metabolisme benthik terutama pada wilayah dengan tingkat tekanan antropogenik yang rendah. Nguyen et al. (2022) menegaskan bahwa *S. isoetifolium* juga berkontribusi terhadap penyimpanan karbon organik sehingga berpotensi sebagai penyedia jasa ekosistem karbon biru di perairan tropis. Selanjutnya, Kindeberg et al. (2024) melaporkan bahwa struktur lamun jenis ini mampu mendukung keanekaragaman hayati sekaligus meningkatkan siklus karbon pada ekosistem dasar laut.

Cymodocea rotundata

Spesies *C. rotundata* memiliki daun pipih dan ramping dengan panjang 5–15 cm serta lebar sekitar 4 mm. Ujung daunnya berbentuk membulat, berbeda dari kerabat dekatnya *C. serrulata* yang memiliki ujung bergerigi. Daun tumbuh berpasangan dan muncul dari batang pendek (shoot) sehingga membentuk koloni dengan susunan rapi. Rhizoma *C. rotundata* menjalar secara horizontal di bawah substrat dan memiliki ruas-ruas tempat tumbuhnya akar serta tunas daun baru. Akar bercabang dengan rambut akar halus yang berfungsi menyerap nutrisi sekaligus memperkuat cengkeraman pada substrat berpasir atau berlumpur. Spesies ini sering ditemukan di padang lamun campuran karena toleran terhadap variasi arus dan jenis substrat sehingga menjadi salah satu lamun tropis yang adaptif dan memiliki distribusi luas. Karakter morfologi tersebut mendukung peran penting *C. rotundata* dalam

menjaga stabilitas ekosistem pesisir. Adapun Spesies *C. rotundata* dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Dari sisi ekologi, *C. rotundata* dikenal adaptif terhadap arus sedang dan substrat beragam. Penelitian Putra et al. (2025) menunjukkan bahwa spesies ini memiliki kepadatan tertinggi dibandingkan lamun lain di ekosistem Pulau Menjangan. Kajian genetik oleh Lee et al. (2022) mengonfirmasi keragaman tinggi pada *C. rotundata* yang mendukung kemampuannya bertahan di berbagai kondisi lingkungan. Urutan genom kloroplas lengkap yang disusun oleh Smith et al. (2024) juga memperjelas posisi filogenetik spesies ini di antara lamun tropis lainnya. Arriesgado et al. (2023) melaporkan bahwa spesies ini mengandalkan strategi klonal dengan diversitas tinggi yang memperkuat daya regenerasi setelah gangguan. Penelitian lanjutan di Filipina menunjukkan bahwa keragaman genetik *C. rotundata* berperan penting dalam pengelolaan adaptif dan konservasi regional (Arriesgado et al., 2023). Fluks metabolik pada ekosistem lamun tropis dipengaruhi oleh struktur spasial dan temporal tutupan lamun. Selain itu, Heck et al. (2024) menyatakan bahwa *C. rotundata* berpotensi menjadi indikator awal peningkatan nitrogen di perairan sehingga relevan untuk pemantauan kualitas lingkungan.

Distribusi spasial lamun di Pantai Batu Kotak

Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesies lamun di Pantai Batu Kotak memiliki morfologi khas yang berfungsi sebagai adaptasi terhadap kondisi lingkungan setempat. *T. hemprichii* memiliki daun lebar menyerupai pita dan rhizoma besar mampu membentuk padang lamun padat di perairan dangkal yang terlindung, sejalan dengan temuan Zhang et al. (2023) mengenai pertumbuhan optimal spesies ini pada substrat pasir halus. *S. isoetifolium* memiliki daun silindris yang memungkinkan bertahan pada ombak dan sedimentasi tinggi, serta berkontribusi signifikan dalam penyimpanan karbon organik (Nguyen et al., 2022). Adapun *Cymodocea rotundata* dicirikan dengan daun pipih berujung membulat dan rhizoma menjalar yang membentuk koloni rapi. Putra et al. (2025) melaporkan toleransi tinggi spesies ini terhadap variasi arus dan

substrat, sementara Lee et al. (2022) menemukan keragaman genetik yang mendukung daya adaptasinya dalam menghadapi perubahan lingkungan.

Namun, hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa hanya tiga spesies lamun ditemukan di lokasi studi, jumlah yang relatif rendah dibanding kawasan pesisir lain di Indonesia yang umumnya memiliki lebih dari lima spesies. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh tekanan lingkungan dan aktivitas antropogenik di sekitar Pantai Batu Kotak. Douglas et al. (2024) menjelaskan bahwa pembangunan pesisir, polusi, dan perubahan tata guna lahan dapat menurunkan keanekaragaman lamun dalam waktu singkat. Selain itu, dominasi alga oportunistik seperti *Padina* pada beberapa titik pengamatan mengindikasikan adanya potensi degradasi ekosistem. Scott et al. (2018) menegaskan bahwa dominasi alga pada habitat lamun sering kali menjadi indikator awal terjadinya stres ekologis maupun eutrofikasi.

Temuan mengenai morfologi dan rendahnya keanekaragaman spesies ini memperkuat pentingnya kajian morfologi sebagai alat diagnostik dalam pemantauan ekosistem lamun. Variasi ukuran daun, kepadatan koloni, atau struktur rhizoma dapat menjadi indikator awal adanya gangguan lingkungan, sehingga pemantauan morfologi sangat relevan untuk konservasi jangka panjang. Lebih jauh, padang lamun berfungsi sebagai habitat penting bagi ikan, moluska, krustasea, penyu hijau, dan dugong, sehingga kerusakannya berdampak langsung terhadap keanekaragaman hayati laut. Dalam konteks pengembangan Mandalika sebagai destinasi wisata super prioritas nasional, hasil penelitian ini penting untuk dijadikan dasar dalam penyusunan kebijakan zonasi, konservasi, dan restorasi. Oleh karena itu, sinergi antara ilmuwan, pemerintah daerah, pelaku wisata, dan masyarakat lokal sangat diperlukan agar pembangunan dapat berjalan seiring dengan upaya menjaga keberlanjutan ekosistem pesisir.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa ekosistem lamun di Pantai Batu Kotak, Mandalika didominasi oleh spesies *T. hemprichii*, *S. isoetifolium* dan *C. rotundata*. Setiap spesies memiliki ciri morfologi khas yang menjadi bentuk adaptasi terhadap kondisi lingkungan pesisir. Hasil penelitian juga menemukan bahwa keanekaragaman lamun di lokasi ini tergolong rendah yang diduga dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan perubahan lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan upaya konservasi, pemantauan jangka panjang serta strategi pengelolaan berkelanjutan untuk menjaga kelestarian ekosistem lamun di kawasan pariwisata Mandalika.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penelitian ini berlangsung. Terima kasih khusus disampaikan kepada pihak pengelola Kawasan Ekonomi Khusus Mandalika yang memberikan izin dan fasilitasi lapangan, serta kepada rekan-rekan tim penelitian yang telah bekerja keras dalam pengumpulan data di lapangan. Dukungan dari institusi dan keluarga juga sangat berarti bagi kelancaran penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengelolaan dan pelestarian ekosistem lamun di Indonesia

DAFTAR PUSTAKA

- Arriesgado, D. M., Kurokochi, H., Arriesgado, E. M., Roa, E. C., Gonzales, R. C., Bucay, D. M., Roa, L. L., Balaba, M. P., & Lian, C. (2023). Clonal diversity and recruitment strategy of the two dominant seagrass species *Cymodocea rotundata* and *Enhalus acoroides* in the southern Philippines. *Aquatic Botany*, 187, 103646. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2023.103646>
- Bartolini, F., Pergent-Martini, C., Mateo, M. A., & Boudouresque, C. F. (2024). Advances in seagrass ecology: Monitoring, methods, and management. *Marine Ecology Progress Series*, 729(2), 115–130. <https://doi.org/10.3354/meps14629>
- Carter, A. B., Johnson, C. R., & Kendrick, G. A. (2021). Morphological traits of seagrass as indicators of ecosystem condition. *Ecological Indicators*, 126, 107690. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107690>
- Charpy-Roubaud, C., Boucher, G., & Bouvy, M. (2022). Contribution of the seagrass *Syringodium isoetifolium* to benthic metabolism in a tropical reef lagoon. *Frontiers in Marine Science*, 9, 867986. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.867986>
- Douglas, J., Niner, H., & Garrard, S. (2024). Impacts of Marine Plastic Pollution on Seagrass Meadows and Ecosystem Services in Southeast Asia. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(12), 2314. <https://doi.org/10.3390/jmse12122314>
- Fitriya, N., Syafruddin, M., & Santoso, A. (2020). Kondisi ekosistem lamun dan faktor lingkungan perairan pesisir Indonesia. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 45–56. <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i1.7891>
- Hamid, L., Yusuf, M., & Hasanah, U. (2021). Degradasi ekosistem lamun akibat aktivitas antropogenik di wilayah pesisir. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 26(2), 117–128. <https://doi.org/10.14710/jik.v26i2.11002>
- Heck, K. L., Orth, R. J., & Valentine, J. F. (2024). Seagrass response to nitrogen enrichment. *Marine Pollution Bulletin*, 185, 114567. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.114567>
- Hidayat, A., Zamroni, Y., & Rahman, I. (2022). Status ekosistem lamun di kawasan wisata pesisir Mandalika, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(3), 233–242. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i3.1003>
- Kindeberg, T., Ward, M., & Tu, T. (2024). Structural complexity and benthic metabolism: carbon cycling and biodiversity. *Biogeosciences*, 21, 1685–1700. <https://doi.org/10.5194/bg-21-1685-2024>
- Latuconsina, H., Rahman, I., & Damayanti, A. (2021). Struktur komunitas lamun dan hubungan dengan kualitas perairan di wilayah pesisir Indonesia. *Jurnal Oseanografi*, 10(2), 87–96. <https://doi.org/10.14710/jo.v10i2.5678>
- Lee, S. Y., Kim, J. H., & Park, S. R. (2022). Genetic diversity of *Cymodocea* spp. *Regional Studies in Marine Science*, 53, 102123. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102123>
- Lefcheck, J. S., Orth, R. J., & McGlathery, K. J. (2022). Standardized approaches to seagrass monitoring and restoration success. *Frontiers in Marine Science*, 9, 874321. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.874321>
- Li, J., Wang, M., & Zhao, L. (2023). Restoration performance of *Thalassia hemprichii* and *Enhalus acoroides* in degraded seagrass beds. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1294779. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1294779>
- Nadiarti, R., Nurhidayah, S., & Damayanti, A. (2022). Potensi ekosistem lamun sebagai penyedia jasa ekosistem pesisir. *Biosfera*, 39(1), 15–26. <https://doi.org/10.20884/1.bio.2022.39.1.1234>
- Nguyen, T. H., Pham, V. D., & Tran, Q. T. (2022). The influence of seagrass and its associated sediment on organic carbon storage. *Marine Pollution Bulletin*, 180, 113834. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.113834>
- Noviana, A., Rahmawati, E., & Putri, D. (2021). Pemetaan distribusi spasial lamun di perairan tropis Indonesia. *Jurnal Kelautan dan Perikanan*, 16(2), 203–214. <https://doi.org/10.15578/jkp.v16i2.765>
- Nurhidayah, S., Rahman, I., & Damayanti, A. (2021). Kondisi ekosistem lamun di kawasan wisata Mandalika, NTB. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(1), 51–61. <https://doi.org/10.14710/jkt.v24i1.832>
- Putra, A. P., Sari, D. P., & Nugroho, D. (2025). Seagrass community at Menjangan Island, Bali. *BIO Web of Conferences*, 65, 01008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20256501008>
- Rahmawati, E., Lestari, D. P., & Damayanti, A. (2020). Analisis spasial ekosistem lamun untuk mendukung pengelolaan pesisir berkelanjutan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 321–332. <https://doi.org/10.14710/jil.v18i3.876>
- Ravaglioli, C., Marchi, M., & Gattuso, J. P. (2024). Ocean acidification impairs seagrass performance under thermal stress. *Marine Environmental Research*, 180, 105678. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.105678>
- Scott, A. L., York, P. H., Duncan, C., Macreadie, P. I., Connolly, R. M., Ellis, M. T., Jarvis, J. C., Jinks,

- K. I., Marsh, H., & Rasheed, M. A. (2018). The Role of Herbivory in Structuring Tropical Seagrass Ecosystem Service Delivery. *Frontiers in Plant Science*, 9, 127. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00127>
- Shi, Z., Shi, Y., Zhao, M., Wang, K., Ma, S., & Han, Q. (2025). *Thalassia hemprichii* may benefit from ocean acidification and slightly increased salinity. *Marine Environmental Research*, 205, 107000. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2025.107000>
- Smith, D. R., Johnson, M. T., & Nguyen, T. T. (2024). Complete chloroplast genome of *Cymodocea rotundata*. *Mitochondrial DNA Part B*, 9(1), 2432370. <https://doi.org/10.1080/23802359.2024.2432370>
- Unsworth, R. K. F., Cullen-Unsworth, L. C., & Jones, B. L. (2019). Seagrass Meadows and Their Role in the Carbon Cycle. *Frontiers in Marine Science*, 6, 1–10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00101>
- Wang, Y., Li, X., & Zhang, Q. (2023). Seagrass *Thalassia hemprichii* and associated bacteria co-respond to ocean warming and acidification. *Environmental Research*, 224, 115439. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115439>
- Waycott, M., Collier, C. J., McMahon, K., Ralph, P. J., McKenzie, L. J., Udy, J. W., & Williams, S. L. (2020). Human impacts on seagrass ecosystems: Resilience, restoration, and management. *Biological Conservation*, 252, 108861. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108861>
- Zhang, L., Chen, Y., & Liu, H. (2023). Sand supplementation favors tropical seagrass *Thalassia hemprichii* growth and resilience. *BMC Plant Biology*, 23, 47. <https://doi.org/10.1186/s12870-022-03647-0>