

Distribution of Megabenthos Associated with Seagrass Meadows at Batu Jimbar Beach, Sanur, Denpasar, Bali

Muji Wasis Indriyawan¹, I Gusti Ngurah Agung Dhananjaya¹, Constantein Petta¹, Edwin Jefri^{2*}

¹Balai Pengelolaan Kelautan (BPK) Denpasar - Direktorat Jenderal Pengelolaan Kelautan - Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. Jl Bypass Ida Bagus Mantra KM 16,7, Pering, Gianyar, Bali – 80581;

²Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Jl. Pendidikan No.36, Dasan Agung Baru, Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat. 83114;

Article History

Received : May 21th, 2026

Revised : June 02th, 2026

Accepted : June 05th, 2026

*Corresponding Author:

Edwin Jefri, Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email: ejefri@unram.ac.id

Abstract: Seagrass meadows are important coastal ecosystems that provide habitat, feeding grounds, and nursery areas for a wide range of marine organisms, particularly benthic taxa such as Mollusca, Arthropoda, Echinodermata, and Annelida. Batu Jimbar Beach, located in the eastern part of Denpasar, Bali, supports relatively extensive seagrass coverage. Despite its ecological importance, information on the spatial distribution of megabenthos associated with seagrass meadows in this area remains limited. This study aimed to assess the spatial distribution of megabenthos associated with seagrass meadows at Batu Jimbar Beach, Sanur, Denpasar, Bali. Seagrass coverage was estimated using remote sensing (Sentinel-2B imagery with water column correction) and megabenthos data were collected via quadrat transect method. A total seagrass area of 94.31 ha was recorded; the community comprised 28 genera from five phyla. Synapta was the most widely distributed genus, found at 11 of 13 stations. Seagrass meadows at Batu Jimbar Beach support a relatively diverse megabenthic community with heterogeneous spatial distribution patterns influenced by seagrass coverage and substrate variability. These findings provide baseline data essential for the management and conservation of coastal ecosystems in Bali.

Keywords: Batu Jimbar; Megabenthos; Seagrass Meadow; Remote Sensing.

Pendahuluan

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang memiliki peranan ekologis dan ekonomis penting. Secara ekologis, padang lamun berfungsi sebagai penghasil bahan organik, menstabilkan substrat dasar melalui sistem perakaran, menyediakan habitat dan daerah asuhan bagi berbagai biota laut, serta berperan dalam siklus karbon dan perlindungan garis pantai (Waycott *et al.*, 2009; Nordlund *et al.*, 2018; Utami *et al.*, 2025; Kurniawan & Hasan, 2025). Secara ekonomi, lamun mendukung produktivitas perikanan dan dimanfaatkan sebagai bahan obat tradisional serta kerajinan. Tingginya produktivitas organik pada padang lamun menjadikannya habitat utama bagi megabentos seperti Echinodermata, Mollusca, Arthropoda, Annelida, dan Cnidaria yang menggunakan struktur lamun sebagai

tempat hidup dan sumber makanan (Arbi *et al.*, 2020; Wijana *et al.*, 2019). Secara global, diperkirakan lebih dari 29% padang lamun telah hilang sejak akhir abad ke-19, dengan laju kehilangan yang semakin meningkat (Waycott *et al.*, 2009), sementara di Indonesia degradasi ekosistem lamun terus berlangsung akibat reklamasi, pengerukan, penambangan pasir, dan pencemaran (Rahmawati, 2017).

Biota bentik merupakan organisme yang hidup di dasar perairan, baik bersifat menetap (*sessile*) maupun yang mampu bergerak. Organisme ini berperan penting dalam menjaga kestabilan sedimen, mencegah erosi, dan mendukung siklus nutrisi melalui proses *bioturbation* dan *bioirrigation* (Tsikopoulou *et al.*, 2024). Sebagai *filter feeder*, biota bentik menyaring partikel organik dan anorganik dari kolom air, sehingga memiliki potensi mengakumulasi logam berat (Suryani *et al.*,

2014; Irawan *et al.*, 2022; Suryono & Indarjo, 2023) dan berperan sebagai bioindikator kualitas perairan (Jefri *et al.*, 2021; Jefri *et al.*, 2025). Megabentos, yaitu biota bentik berukuran besar yang dapat diamati secara visual, merupakan kelompok kunci dalam menilai kondisi ekosistem lamun karena responnya terhadap perubahan kualitas habitat dan ketersediaan substrat (Rosalina *et al.*, 2023).

Pantai Batu Jimbar, yang terletak di kawasan pesisir Sanur, Denpasar, Bali, merupakan salah satu lokasi dengan hamparan padang lamun yang relatif luas. Penelitian sebelumnya oleh Petta *et al.* (2021) telah mendokumentasikan struktur komunitas dan pola sebaran jenis lamun di lokasi ini, sementara Putra *et al.* (2025) memetakan kondisi ekosistem lamun di seluruh kawasan pesisir Bali. Namun, informasi mengenai distribusi spasial megabentos yang berasosiasi dengan padang lamun di Pantai Batu Jimbar secara khusus masih sangat terbatas. Kesenjangan informasi ini menjadi dasar dilakukannya penelitian ini, yang merupakan upaya pertama untuk mendokumentasikan distribusi megabentos secara sistematis di lokasi tersebut menggunakan pendekatan penginderaan jauh dan transek kuadrat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi spasial megabentos yang berasosiasi dengan padang lamun di Pantai Batu Jimbar, Sanur, Denpasar, Bali, sebagai dasar pengelolaan dan konservasi ekosistem pesisir.

Bahan dan Metode

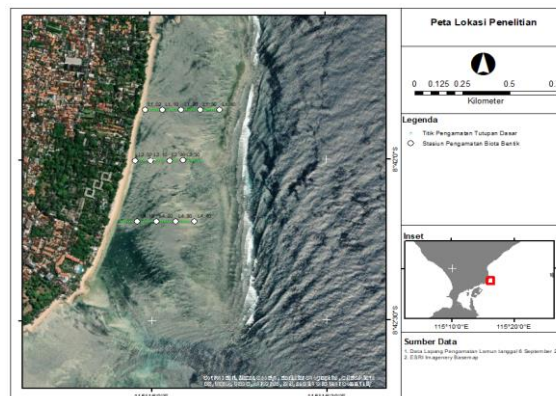
Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan data dilaksanakan pada Bulan September 2025 di Pantai Batu Jimbar, Desa Sanur, Kota Denpasar, Provinsi Bali. Lokasi penelitian berada pada kawasan pesisir timur Kota Denpasar yang memiliki hamparan padang lamun sepanjang kurang lebih 1 km sejajar garis pantai, dengan jangkauan ke arah laut sekitar 0,4 km (Petta *et al.*, 2021).

Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif eksploratif dengan pendekatan survei lapang dan penginderaan jauh. Variabel utama yang dikaji adalah (1) luasan dan distribusi spasial padang lamun menggunakan citra satelit Sentinel-2B, dan (2) distribusi spasial megabentos yang berasosiasi dengan padang lamun. Penelitian dilakukan pada tiga stasiun

pengamatan yang mewakili kondisi pantai sisi utara (Stasiun L1), tengah (Stasiun L2), dan selatan (Stasiun L3), dengan masing-masing stasiun terdiri atas empat hingga lima plot yang diletakkan tegak lurus garis pantai (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Pantai Batu Jimbar

Populasi, Sampel, dan Alat

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh megabentos yang terdapat di ekosistem padang lamun Pantai Batu Jimbar. Sampel ditetapkan berdasarkan pengamatan visual pada 13 titik pengamatan yang tersebar di tiga stasiun, dengan teknik *purposive sampling* berdasarkan keterwakilan kondisi habitat dan substrat. Setiap titik pengamatan menggunakan kuadrat berukuran 1×1 m yang diletakkan pada sisi kanan transek. Alat yang digunakan meliputi: roll meter 100 m, papan tulis bawah air, buku identifikasi megabentos (COREMAP-CTI LIPI, 2017), kamera digital bawah air, GPS, pelampung, dan patok besi sebagai tanda transek permanen.

Prosedur Penelitian

Pemetaan Padang Lamun dengan Penginderaan Jauh

Luasan substrat dasar perairan diperoleh melalui analisis citra satelit Sentinel-2B menggunakan metode Depth Invariant Indices (DII) (Karang *et al.*, 2019). Metode ini mengoreksi pengaruh variasi kedalaman terhadap nilai reflektansi piksel sehingga menghasilkan citra dasar laut yang bebas dari gangguan kedalaman. Persamaan DII adalah sebagai berikut:

$$DII = \ln \ln \left(\frac{R_{Bi}}{R_{Bj}} \right) + \left(\frac{k_i}{k_j} \ln \ln R_{Bj} \right)$$

di mana R_{Bi} dan R_{Bj} adalah reflektansi dari dua band spektral yang berbeda, sedangkan k_i

dan k_j adalah koefisien atenuasi untuk masing-masing band. Pengolahan citra dilakukan menggunakan perangkat lunak SNAP (Sentinel Application Platform). Nilai piksel hasil koreksi dikelompokkan berdasarkan jenis substrat dominan (lamun, pasir, pecahan karang, dan substrat lain) melalui korelasi dengan data pengamatan lapang (Indriyawan *et al.*, 2025). Justifikasi penggunaan metode DII didasarkan pada kemampuannya mengatasi permasalahan efek kedalaman pada perairan dangkal tropis yang bersifat optis heterogen, dan telah terbukti efektif untuk pemetaan habitat bentik di perairan Indonesia (Wicaksono *et al.*, 2019; 2020).

Uji Akurasi

Akurasi klasifikasi substrat diuji menggunakan metode Confusion Matrix dengan parameter Overall Accuracy (OA) dan koefisien Cohen's Kappa (κ) (Landis & Koch, 1977; Wicaksono *et al.*, 2019). Nilai OA dihitung sebagai rasio prediksi benar terhadap total data, sementara nilai Kappa mengukur konsistensi di luar faktor kebetulan (Persamaan 1 dan 2).

Pengambilan Data Megabentos

Data megabentos dikumpulkan melalui metode transek kuadrat (1×1 m) pada setiap titik pengamatan (COREMAP-CTI LIPI, 2017). Pengamatan dilakukan pada kondisi surut dengan kedalaman maksimum 50 cm. Setiap megabentos yang ditemukan dalam kuadrat diidentifikasi hingga tingkat genus menggunakan buku panduan taksonomi (Arbi & Sihalo, 2017), dan didokumentasikan melalui foto/video bawah air. Data dicatat langsung di papan tulis bawah air dan disalin ke lembar kerja *Microsoft Excel*. Metode transek kuadrat dipilih karena sesuai untuk inventarisasi megabentos di perairan dangkal berlamun tanpa memerlukan alat selam, dan meminimalkan gangguan terhadap habitat (Arbi *et al.*, 2020).

Analisis Data

Analisis Padang Lamun

Titik koordinat pengamatan ditentukan melalui ekstraksi titik tengah piksel citra Sentinel-2 (resolusi spasial 10 m) (Phinn *et al.*, 2018). Substrat dominan di setiap titik ditentukan berdasarkan jenis yang menempati lebih dari 50% area piksel (Green *et al.*, 2000; Wicaksono & Hafizt, 2013). Data substrat lapang yang dicatat meliputi pasir, terumbu karang, pecahan karang, lumpur, dan lamun pada area 10×10 m (Putra *et al.*, 2023). Luasan masing-masing kelas

substrat dihitung berdasarkan jumlah piksel yang terklasifikasi. Evaluasi akurasi menggunakan persamaan:

$$OA = \frac{\sum \text{Prediksi benar}}{\sum \text{Total data}} \quad (1)$$

Keterangan

OA = Overall Accuracy

m, n, o = jenis data yang diuji

Cohen's Kappa

$$\kappa = \frac{P_o - P_e}{1 - P_e} \quad (2)$$

Keterangan

P_o = OA = Observed agreement

P_e = Expected agreement by chance

Kategori interpretasi nilai κ mengacu pada skala Landis dan Koch (1977).

Analisis Megabentos

Seluruh genus megabentos yang terdeteksi diklasifikasikan ke tingkat filum. Untuk setiap stasiun, dihitung jumlah genus dan ditentukan genus yang paling dominan berdasarkan frekuensi kemunculan tertinggi. Analisis sebaran spasial mencakup identifikasi genus dengan distribusi paling merata (hadir di banyak stasiun) maupun paling terbatas (hanya satu stasiun). Seluruh pengolahan data dilakukan menggunakan *Microsoft Excel* (Rosalina *et al.*, 2023).

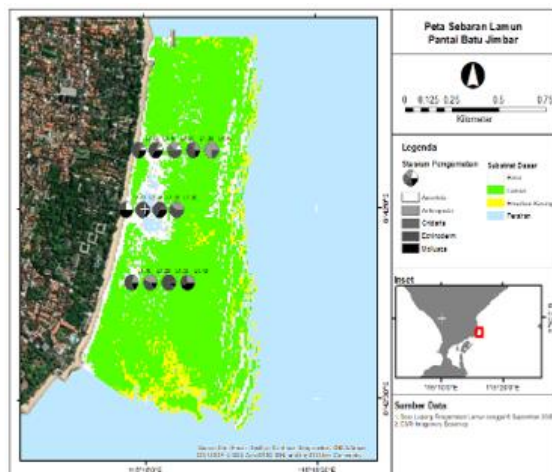
Hasil dan Pembahasan

Luasan dan Sebaran Tutupan Padang Lamun

Berdasarkan analisis citra satelit Sentinel-2B menggunakan metode DII, luas total padang lamun di Pantai Batu Jimbar tercatat sebesar 94,31 ha. Selain padang lamun, komposisi substrat lainnya meliputi pasir (15,97 ha), pecahan karang (10,01 ha), dan substrat lain (3,22 ha), sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Lamun terdistribusi hingga jarak maksimum 886 m ke arah laut, dengan tutupan terluas berada di sisi selatan pantai.

Luas padang lamun di Pantai Batu Jimbar (94,31 ha) lebih kecil dibandingkan total luas padang lamun Pantai Sanur sebesar 283,63 ha (Putra *et al.*, 2025), yang wajar mengingat Pantai Batu Jimbar merupakan bagian dari sistem padang lamun Sanur. Sebaran lamun yang mencapai 886 m ke arah laut lebih jauh dibandingkan Pantai Semawang (820 m) dan

Pantai Mertasari (720 m) (Putra *et al.*, 2025), kemungkinan disebabkan oleh kondisi morfologi pantai yang lebih landai atau pertumbuhan lamun ke arah laut yang lebih lanjut sejak studi sebelumnya.



Gambar 2. Sebaran Substrat Dasar di Pantai Batu Jimbar

Pola distribusi yang menipis ke arah laut konsisten dengan karakteristik umum padang lamun tropis yang kepadatannya menurun seiring

berkurangnya penetrasi cahaya (Waycott *et al.*, 2009). Kondisi ini sejalan dengan hasil studi struktur komunitas lamun di Pantai Sanur (Pratiwi & Ernawati, 2018) dan Pantai Pengastin Bali (Manurung, 2025) yang juga menunjukkan dominasi lamun pada zona perairan dangkal. Temuan ini mengonfirmasi bahwa Pantai Batu Jimbar merupakan kawasan dengan ekosistem lamun yang masih relatif baik dan perlu mendapat perhatian dalam pengelolaan pesisir.

Akurasi Pemetaan Substrat

Hasil uji akurasi terhadap 82 sampel lapang menunjukkan nilai Overall Accuracy (OA) sebesar 75,00% dan koefisien Cohen's Kappa (κ) sebesar 0,677, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 2. Nilai OA sebesar 75,00% telah memenuhi standar minimum akurasi tematik untuk pemetaan habitat bentik perairan dangkal, sementara nilai $\kappa = 0,677$ masuk kategori "substantial" (kuat) menurut skala Landis & Koch (1977), yang menunjukkan konsistensi klasifikasi di luar faktor kebetulan. Performa terbaik terlihat pada kelas Lamun (47 dari 63 titik lapang terklasifikasi benar) dan Pecahan Karang (9 dari 11 titik).

Tabel 2. Hasil Confusion Matrix

Lapang\Prediksi	Prediksi Lamun	Prediksi Pasir	Prediksi Pecahan Karang	Total Data Lapang
Data Lapang Lamun	47	11	5	63
Data Lapang Pasir	1	5	2	8
Data Lapang Pecahan Karang	0	2	9	11
Total Prediksi	48	18	16	82

Keterangan: OA = 75,00%; $\kappa = 0,677$ (kategori Substantial/Kuat)

Capaian ini sejalan dengan temuan Wicaksono *et al.* (2020) yang menekankan pentingnya validasi OA dan Kappa secara bersamaan untuk menjamin integritas data spasial pada ekosistem kompleks. Kesalahan klasifikasi yang terjadi, terutama antara lamun dan pasir, dapat disebabkan oleh variasi kerapatan lamun yang rendah di zona transisi, sehingga respons spektralnya mendekati substrat pasir (Wicaksono & Hafizt, 2013). Meskipun demikian, hasil ini cukup andal untuk dijadikan dasar analisis distribusi spasial megabentos dalam penelitian ini.

Komposisi dan Distribusi Megabentos

Survei pada 13 titik pengamatan berhasil mengidentifikasi 28 genus megabentos yang tergolong dalam 5 filum: Echinodermata (11 genus), Mollusca (10 genus), Arthropoda (5

genus), Annelida (1 genus), dan Cnidaria (1 genus). Data distribusi lengkap disajikan pada Tabel 3. Stasiun dengan genus terbanyak adalah L1.02 (14 genus), diikuti L1.10 (11 genus) dan L1.30 (10 genus), sedangkan stasiun dengan genus paling sedikit adalah L1.40 dan L2.02 (masing-masing 4 genus).

Dominannya filum Echinodermata dalam jumlah genus (11 genus) mengindikasikan bahwa ekosistem padang lamun di Pantai Batu Jimbar menyediakan kondisi habitat yang sesuai bagi kelompok ini, terutama substrat pasir berlamun yang stabil dan kaya bahan organik. Pola serupa juga ditemukan pada studi padang lamun di kawasan pesisir Indonesia, yang menunjukkan bahwa Echinodermata dan Mollusca merupakan komponen utama komunitas megabentos di

perairan dangkal tropis (Wijana *et al.*, 2019; Arbi *et al.*, 2020). Jumlah genus yang lebih tinggi dibandingkan studi Wijana *et al.* (2019) di Pantai Sindhur, Sanur, diduga berkaitan dengan cakupan spasial yang lebih luas dan jumlah stasiun yang

lebih banyak dalam penelitian ini (13 stasiun vs. lebih sedikit), karena peningkatan jumlah stasiun cenderung meningkatkan deteksi taksa baru akibat heterogenitas mikrohabitat (Dewiyanti *et al.*, 2021).

Tabel 3. Sebaran Megabentos di Tiap Stasiun Pengamatan

Filum	Kelas	Genus	Stasiun															
			L1.02	L1.10	L1.20	L1.30	L1.40	L2.02	L2.10	L2.20	L2.30	L3.10	L3.20	L3.30	L3.40			
Annelida	Polychaeta	<i>Spirobranchus</i>	+	+	+													
		<i>Clibanarius</i>	+	+			+											
		<i>Dardanus</i>			+	+							+	+				
Arthropoda	Malacostraca	<i>Diogenes</i>							+			+						
		<i>Gonodactylaceus</i>					+	+				+	+	+		+		
		<i>Stenopus</i>							+									
Cnidaria	Anthozoa	<i>Entacmea</i>	+		+	+			+			+						
		<i>Archaster</i>												+				
	Asteroidea	<i>Culcita</i>							+									
		<i>Henricia</i>														+		
		<i>Protoreaster</i>	+	+	+	+					+	+	+					
		<i>Arbacia</i>											+			+		
Echinodermata	Echinoidea	<i>Diadema</i>	+								+				+			
		<i>Echinometra</i>	+	+	+	+						+						
		<i>Echinotrix</i>	+	+		+							+					
			<i>Tripneustes</i>	+								+		+	+	+		
		<i>Holothuroidea</i>	<i>Synapta</i>	+	+	+	+			+	+	+	+		+	+	+	
		<i>Ophiuroidea</i>	<i>Ophiura</i>	+		+	+				+	+		+		+		
		<i>Bivalvia</i>	<i>Anadara</i>														+	
			<i>Austromitra</i>							+	+			+				
			<i>Canarium</i>	+	+													
			<i>Conus</i>					+					+				+	
Mollusca	Gastropoda	<i>Drupa</i>								+								
		<i>Morula</i>	+	+									+					
		<i>Phyllidia</i>	+	+														
		<i>Pleurobranchus</i>															+	
		<i>Rochia</i>	+	+		+							+			+		
		<i>Terebralia</i>											+					

Keterangan: (+) = ditemukan; (kosong) = tidak ditemukan

Genus *Synapta* (Echinodermata: Holothuroidea) merupakan genus paling merata, ditemukan di 11 dari 13 stasiun pengamatan, hanya absen di St. L1.40 dan L3.10. Kepadatan dan penyebaran *Synapta* yang tinggi berkorelasi positif dengan tutupan lamun, karena lamun menjebak sedimen organik yang menjadi sumber makanan utama kelompok timun laut ini (Naibaho *et al.*, 2025; Oktamalia *et al.*, 2016). Genus lain yang relatif merata adalah *Ophiura* dan *Protoreaster*, masing-masing ditemukan di 7 stasiun, yang juga mencerminkan ketergantungannya pada ketersediaan substrat lunak dan bahan organik di ekosistem lamun.

Sebaliknya, beberapa genus bersifat lokal dengan distribusi terbatas hanya pada satu stasiun, di antaranya *Stenopus* (Arthropoda, St. L1.40), *Archaster* (Echinodermata, St. L3.20), *Henricia* (Echinodermata, St. L3.30), *Anadara* dan *Pleurobranchus* (Mollusca, St. L3.40),

Drupa dan *Terebralia* (Mollusca, St. L2.20). Pola keterbatasan distribusi ini kemungkinan dipengaruhi oleh preferensi mikrohabitat yang spesifik, variasi substrat lokal, dan heterogenitas kerapatan lamun antarstasiun. Secara keseluruhan, pola distribusi megabentos yang heterogen di Pantai Batu Jimbar mencerminkan variabilitas kondisi habitat yang signifikan antarstasiun, dan menggarisbawahi pentingnya pendekatan berbasis distribusi spasial dalam penilaian biodiversitas ekosistem lamun (Rosalina *et al.*, 2023). Informasi distribusi ini dapat digunakan sebagai data dasar untuk pemantauan berkala, penentuan zona prioritas konservasi, dan pengembangan strategi pengelolaan ekosistem pesisir di kawasan Pantai Batu Jimbar.

Kesimpulan

Padang lamun di Pantai Watu Jimbar memiliki luas total sebesar 94,31 ha dengan sebaran memanjang hingga sekitar 886 m ke arah laut, yang menunjukkan perkembangan ekosistem lamun yang luas pada zona perairan dangkal. Komunitas megabentos yang teridentifikasi terdiri atas 28 genus yang tergolong ke dalam lima filum, yaitu *Echinodermata*, *Mollusca*, *Arthropoda*, *Annelida*, dan *Cnidaria*, dengan *Echinodermata* sebagai filum yang paling dominan mencakup 11 genus. Pola sebaran genus menunjukkan bahwa *Synapta* merupakan genus dengan distribusi paling merata karena ditemukan pada 11 dari 13 stasiun pengamatan, sedangkan beberapa genus lainnya hanya dijumpai pada satu stasiun, yang mengindikasikan adanya heterogenitas spasial dalam struktur komunitas bentik.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

Referensi

- Arbi, U. Y., & Sihaloho, H. F. (2017). *Panduan Pemantauan Megabentos*. Jakarta: COREMAP-CTI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). ISBN 978-602-6504-12-8.
- Arbi, U. Y., Harahap, A., & Cappenberg, H. A. W. (2020). *Fluktuasi kondisi megabentos di perairan Ternate, Maluku Utara*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1). <https://doi.org/10.14710/jkt.v23i1.5491>
- COREMAP CTI LIPI. (2017). *Panduan Pemantauan Megabentos* (Edisi 2). Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). ISBN 978-602-6504-12-8.
- Dewiyanti, I., Fersita, M., & Purnawan, S. (2016). Identifikasi makrozoobentos di perairan Krueng Sabee, Krueng Panga, dan Krueng Teunom, Aceh Jaya. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Teknologi dan Kependidikan*, 5(1), 212–224. <https://doi.org/10.22373/pbio.v5i1.1214>
- Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J., & Clark, C. D. (2000). *Remote sensing handbook for tropical coastal management*. Paris: UNESCO.
- Indriyawan, M. W., Widowati, I., Hartati, R., & Restiany, Y. H. (2025). Habitat preferences of the Banggai Cardinalfish (*Pterapogon kauderni*, Koumans, 1933) in Gilimanuk Bay, Bali, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 29(3), 27–42. <https://doi.org/10.21608/ejabf.2025.425700>
- Irawan S., Warsidah, Safitri, I., Sofiana, M. S. J., Nurdiansyah S. I. 2022. Kandungan Logam Berat Cadmium (Cd) Pada Kerang Kepah, Air, dan Sedimen di Mangrove Desa Peniti Kabupaten Menpawah. *Oceanologia*, Vol.1, No. 2, 2022, pp. 64-68 e-ISSN: 2830-7771
- Jefri, E., Lestariningsih, W.A., Nurliah, Damayanti, A.A., Astriana, B.H. 2025. Biodiversity and Distribution of Gastropods in Relation to Shrimp Pond Effluents in the Intertidal Zone of Sambelia, East Lombok. *Jurnal Biologi Tropis*. Vol. 25(1), 341-348. DOI: 10.29303/jbt.v25i1.8474
- Jefri, E., Paryono, Himawan, M.R., Astriana, B.H., Larasati, C.E. 2021. Biodiversitas gastropoda sebagai bioindikator kualitas perairan di kawasan wisata perairan Gili Air, Lombok Utara. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan*. Vol. 4(2), 371-379. DOI: 10.33387/jikk.v4i2.3876.g2491
- Karang, I. W. G. A., Adnyana, I. W. S., Dharmadi, A. A. K., & Dimas, G. (2019). Pemetaan habitat dasar perairan dangkal menggunakan citra Sentinel-2 di perairan Pantai Pandawa, Bali. *Journal of Marine Research*, 8(3), 253-261. <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i3.25055>
- Kurniawan, W., & Hasan, DA (2025). Tinjauan literatur bibliometrik dan sistematis tentang konservasi lamun untuk pengelolaan berkelanjutan. *Jurnal Biologi, Lingkungan, dan Edu-Pariwisata*, 1 (3), 165–173. <https://doi.org/10.65622/jbee.v1i3.183>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). *The measurement of observer agreement for categorical data*. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <https://doi.org/10.2307/2529310>.
- Manurung, P. Z. W. 2025. Kondisi Ekologis Padang Lamun Berdasarkan Jenis, Kerapatan dan Penutupan di Pantai Pengastin, Bali. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. Vol 13 (1). Hal. 1 - 5.
- Naibaho, A. N., Indrawan, G. S., & Ulinuha, D. (2025). Hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun di kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar.

- Journal of Marine Research and Technology*, 8(2), 180–189. <https://doi.org/10.24843.JMRT.2025.v08.i02.p09>
- Nordlund, L. M., Jackson, E. L., Naraoka, M., Samper-Villarreal, S., Beca-Carretero, P., Creed, J. C. 2017. Seagrass ecosystem services – What's next? *Marine Pollution Bulletin* 134 (2018) 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.014>
- Oktamalia, Purnama, D., Hartono, D. 2016. Studi Jenis dan Kelimpahan Teripang (Holothuroidea) di Ekosistem Padang Lamun Perairan Desa Kahyapu Pulau Enggano. *Jurnal Enggano*. 1 (1): 9- 17. <https://doi.org/10.31186/jenggano.1.1.9-17>
- Petta, C., Sudiarta, I K., Sudiarta, I G. 2021. Struktur Komunitas Dan Pola Sebaran Jenis Lamun Di Pantai Batu Jimbar Sanur Bali. *Gema Argo*. 26 (02): 144-157. <http://dx.doi.org/10.22225/ga.26.2.4077.144-157>
- Phinn, S., Roelfsema, C., & Mumby, P. J. (2018). Multi-scale, object-based image analysis for mapping geomorphic and ecological zones on coral reefs. *International Journal of Remote Sensing*, 39(3), 872–897. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1395970>
- Pratiwi, M. A., Ernawati, N. M., 2018. Struktur Komunitas Ekosistem Padang Lamun pada Daerah Intertidal di Pantai Sanur, Bali. *Ecotrophic*. Vol. 12 (1): 50 - 56. <https://doi.org/10.24843/EJES.2018.v12.i01.p06>
- Putra, A. A. G. S. W., Widyasari, N. L., Maharani, M. V., Putri, P. I. D., 2025. Kondisi dan Luas Sebaran Ekosistem Padang Lamun di Wilayah Pesisir Pulau Bali. *Jurnal Ecocentrism*. Vol 5 (1). Hal. 21 - 30.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I. H., & Azkab, M. H. 2017. Panduan Pemantauan Penilaian Kondisi Padang Lamun Edisi 2. Jakarta : COREMAP Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Rosalina, D., Sabilah, A. A., Arafat, Y., Amiluddin, M., & Syamsul, A. S. D. (2023). Abundance and potential of megabenthos in the Banda Sea Waters Tourism Park in Lonthoir Village, Banda Islands, Central Maluku. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(3), 222–230. <https://doi.org/10.21107/jk.v16i3.22140>
- Suryani, M., Nursal, Febrita, E. 2014. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Anadara granosa di Pantai Nongsa Kota Batam untuk Penyusunan Lembar Tugas Siswa Pada Konsep Pencemaran Air di SMA. *Jurnal Online Mahasiswa FKIP Universitas Riau*, 1(2), 1–11.
- Suryono, C. A. & Indarjo, A. 2023. Kontaminasi Logam Cr dan Fe pada Organisme Benthik Laut yang Ditangkap di Perairan Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 26(3):571-578. <https://doi.org/10.14710/jkt.v26i3.17567>
- Tsikopoulou, I., Nasi, F., & Bremner, J. 2024. Editorial: The Importance of Understanding Benthic Ecosystem Functioning. *Front. Mar. Sci.* 11:1470915. doi: 10.3389/fmars.2024.1470915.
- Utami, F. I., Nuraini, W. P. P., Cahyani, N. I., Muhsin, L. S., Rufaida, Z., & Sari, R. P. (2025). Exploring the Rich Diversity of Seagrass Species in Batu Kotak Coastal Ecosystem. *Journal of Biology, Environment, and Edu-Tourism*, 1(2), 56–60. <https://doi.org/10.65622/jbee.v1i2.76>
- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J. B., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., Calladine, A., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., Hughes, A. R., Kendrick, G. A., Kenworthy, W. J., Short, F. T., & Williams, S. L. 2009. Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12377–12381. <https://doi.org/10.1073/pnas.0905620106>
- Wicaksono, P., & Hafizt, M. (2013). Mapping seagrass from space: Addressing the complexity of seagrass LAI mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 46(1), 18–39. <https://doi.org/10.5721/EuJRS20134602>.
- Wicaksono, P., Aryaguna, P. A., & Lazuardi, W. (2019). *Benthic habitat mapping model and cross validation using machine-learning classification algorithms*. *Remote Sensing*, 11(11), 1279. <https://doi.org/10.3390/rs11111279>
- Wicaksono, P., Aryaguna, P. A., & Lazuardi, W. (2020). Analyses of inter-class spectral separability and classification accuracy of benthic habitat mapping using

- multispectral image. *Remote Sensing Asia*, 100335.
<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100335>
- Wijana, I. M. S., Ernawati, N. M., & Pratiwi, M. A., 2019. Keanekaragaman Lamun dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *ECOTROPHIC* 13(2): 238–247.
<https://doi.org/10.24843/EJES.2019.v13.i02.p11>