



Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobentos pada Padang Lamun di Kampung Sima, Nabire

Composition and Abundance of Macrozoobenthos in a Seagrass Meadow at Sima Village, Nabire, Indonesia

Sefnat Marey¹, Frits Aripatra Maitindom², Margret Inggrit Solissa³, Irianty Tampubolon⁴, Yonavin M Titaley⁵, Satria Mandiangan⁶

^{1,2,3}Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Universitas Satya Wiyata Mandala Nabire, Papua Tengah, Indonesia

^{4,5,6}Program Studi Budidaya Perairan, Universitas Satya Wiyata Mandala Nabire, Papua Tengah, Indonesia

Email: miobokaipuri89@gmail.com

ABSTRAK

Padang lamun merupakan habitat penting bagi berbagai organisme bentik, termasuk makrozoobentos. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi dan kelimpahan makrozoobentos serta mendeskripsikan suhu, salinitas, dan pH perairan pada padang lamun di Kampung Sima, Distrik Yaur, Kabupaten Nabire. Penelitian dilakukan pada 26 Mei–2 Juni 2024 menggunakan transek garis sepanjang 100 m. Makrozoobentos dikoleksi pada tiga titik pengambilan sampel pada setiap transek dengan tiga kali pengambilan pada setiap titik menggunakan alat berukuran 30 × 40 cm. Sampel disaring, diawetkan menggunakan alkohol 70%, dan diidentifikasi berdasarkan karakter morfologi. Sebanyak 1.429 individu yang mewakili 13 taksa berhasil ditemukan. Gastropoda merupakan kelompok yang dominan, dengan *Cerithium rostratum* memiliki jumlah individu tertinggi, yaitu 240 individu (16,79%), sedangkan Ophiuroidea memiliki jumlah terendah, yaitu 30 individu (2,10%). Nilai kelimpahan yang dilaporkan dalam dataset berkisar antara 1,20–9,60 ind/m². Suhu perairan berkisar 33–34°C dengan rata-rata 33,3°C, sedangkan salinitas dan pH masing-masing sebesar 35‰ dan 7,0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komunitas makrozoobentos di lokasi penelitian didominasi oleh gastropoda. Temuan ini dapat menjadi informasi dasar untuk pemantauan komunitas makrozoobentos pada habitat padang lamun di wilayah pesisir Nabire.

INFO ARTIKEL

Article History:

Received 28/07/2026

Revised 15/08/2026

Accepted 23/08/2026

Published 29/08/2026

Kata Kunci:

- padang lamun,
- makrozoobentos,
- gastropoda,
- komposisi komunitas,
- Nabire

ABSTRACT

*Seagrass meadows provide important habitat for diverse benthic organisms, including macrozoobenthos. This study aimed to determine macrozoobenthos composition and abundance and to describe water temperature, salinity, and pH in a seagrass meadow at Sima Village, Yaur District, Nabire Regency, Indonesia. A descriptive field study was conducted from 26 May to 2 June 2024 using a 100-m line transect. Macrozoobenthos were collected at three sampling points per transect, with three sampling replicates at each point, using a 30 × 40 cm sampling device. Samples were sieved, preserved in 70% alcohol, and identified based on morphological characteristics. A total of 1,429 individuals representing 13 taxa were recorded. Gastropods were the dominant group, with *Cerithium rostratum* showing the highest number of individuals (240 individuals; 16.79%), whereas Ophiuroidea had the lowest number (30 individuals; 2.10%). The abundance values reported in the dataset ranged from 1.20 to 9.60 ind/m². Water temperature ranged from 33–34°C, with a mean of 33.3°C, while salinity and pH were 35‰ and 7.0, respectively. The findings indicate that the macrozoobenthos community in the study area was dominated by gastropods. These findings provide baseline information for future monitoring of macrozoobenthos communities in seagrass habitats in the Nabire coastal area.*

Key Words:

- Seagrass meadow,
- Macrozoobenthos,
- gastropods,
- community composition,
- Nabire

PENDAHULUAN

Padang lamun merupakan salah satu ekosistem penting di wilayah pesisir dangkal yang menyediakan habitat, tempat mencari makan, dan perlindungan bagi berbagai organisme laut. Vegetasi lamun juga berperan dalam menstabilkan sedimen, menghasilkan bahan organik, dan membentuk struktur habitat yang mendukung keberagaman biota bentik (Duarte et al., 2025; Nordlund et al., 2018). Di Indonesia timur, ekosistem lamun memiliki keterkaitan yang erat dengan perikanan pesisir serta ekosistem mangrove dan terumbu karang. Meskipun memiliki nilai ekologis yang tinggi, beberapa kawasan lamun di wilayah ini menghadapi tekanan lingkungan dan aktivitas manusia, sehingga pemantauan kondisi ekosistem dan biota yang berasosiasi dengannya menjadi semakin penting (Supriyadi et al., 2024).

Makrozoobentos merupakan salah satu kelompok biota yang umum ditemukan pada ekosistem lamun dan berperan dalam proses ekologis di dasar perairan. Kelompok ini meliputi gastropoda, bivalvia, krustasea, dan echinodermata yang memanfaatkan vegetasi, sedimen, detritus, dan organisme epifit sebagai habitat maupun sumber makanan. Karena sebagian besar makrozoobentos memiliki mobilitas yang relatif rendah, perubahan kondisi habitat dapat tercermin dalam komposisi dan kelimpahan komunitasnya. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa gastropoda merupakan salah satu kelompok yang sering mendominasi komunitas makrozoobentos pada padang

lamun di berbagai wilayah Indonesia (Ayu et al., 2023; Paulus et al., 2025). Namun, struktur komunitas tersebut dapat berbeda antar lokasi karena dipengaruhi oleh karakteristik vegetasi lamun, substrat, bahan organik, hidrodinamika, dan kondisi fisika-kimia perairan.

Keterkaitan antara makrozoobentos dan kondisi habitat menunjukkan bahwa data komunitas bentik dapat memberikan informasi penting dalam memahami ekosistem lamun. Sebuah studi menunjukkan bahwa makrozoobentos dapat digunakan sebagai salah satu komponen dalam menilai kesesuaian habitat lamun, meskipun interpretasinya tetap perlu mempertimbangkan karakteristik lingkungan setempat (Gräfnings et al., 2023). Penelitian di berbagai lokasi di Indonesia juga telah memberikan gambaran mengenai komposisi dan kelimpahan makrozoobentos pada padang lamun. Namun, hasil dari satu lokasi tidak selalu dapat mewakili lokasi lainnya karena kondisi habitat dan lingkungan pesisir dapat berbeda secara spasial.

Di Kampung Sima, Distrik Yaur, Kabupaten Nabire, ekosistem lamun merupakan bagian dari kawasan pesisir yang juga berasosiasi dengan mangrove dan terumbu karang serta dimanfaatkan masyarakat untuk kegiatan perikanan dan pengambilan biota. Meskipun demikian, data kuantitatif mengenai komunitas makrozoobentos pada padang lamun di kawasan ini masih terbatas. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya dokumentasi komunitas makrozoobentos sebagai dasar untuk memahami karakteristik biota bentik di wilayah pesisir Nabire.

Penelitian ini menyediakan data dasar mengenai komposisi dan kelimpahan makrozoobentos pada padang lamun di Kampung Sima, sekaligus menggambarkan kondisi suhu, salinitas, dan pH pada saat pengamatan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penyediaan baseline data komunitas makrozoobentos dari padang lamun Kampung Sima yang sebelumnya masih terbatas secara kuantitatif. Data tersebut diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemantauan selanjutnya dan mendukung penelitian ekologis yang lebih mendalam di wilayah pesisir Nabire.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komposisi dan kelimpahan makrozoobentos serta mendeskripsikan kondisi suhu, salinitas, dan pH pada padang lamun di Kampung Sima, Distrik Yaur, Kabupaten Nabire.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada 26 Mei–2 Juni 2024 pada kawasan padang lamun di Kampung Sima, Distrik Yaur, Kabupaten Nabire, Papua Tengah, Indonesia. Lokasi penelitian merupakan kawasan pesisir yang berasosiasi dengan ekosistem lamun, terumbu karang, dan mangrove.

Pengambilan Sampel Makrozoobentos

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode transek garis sepanjang 100 m yang ditarik dari batas awal keberadaan padang lamun ke arah

laut. Pada setiap transek ditetapkan tiga titik pengambilan sampel, dan pada setiap titik dilakukan tiga kali pengambilan sampel. Makrozoobentos dikoleksi menggunakan alat dengan luas bukaan 30×40 cm (1.200 cm^2).

Material hasil pengambilan sampel dimasukkan ke dalam kantong sampel dan selanjutnya disaring menggunakan *sieve net* berukuran 0,5 mm. Organisme yang tertahan pada saringan dipisahkan dari material lainnya dan diawetkan menggunakan alkohol 70%. Sampel kemudian dibawa untuk proses identifikasi berdasarkan karakter morfologi menggunakan panduan identifikasi yang digunakan dalam penelitian.

Pengukuran Parameter Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan secara langsung di lapangan. Parameter yang diukur meliputi suhu, salinitas, dan pH. Suhu diukur menggunakan termometer, salinitas menggunakan refraktometer, sedangkan pH diukur menggunakan kertas lakmus. Kondisi substrat diamati secara visual pada lokasi pengambilan sampel.

Analisis Data

Komposisi Jenis

Komposisi jenis dihitung berdasarkan proporsi jumlah individu setiap takson terhadap jumlah total individu yang ditemukan. Nilai komposisi dinyatakan dalam persentase menggunakan persamaan:

$$KJ = (n_i/N) \times 100\%$$

Keterangan:

KJ = komposisi jenis (%);

n_i = jumlah individu takson ke-i;

N = jumlah total individu yang ditemukan.

Kelimpahan Makrozoobentos

Kelimpahan makrozoobentos dihitung berdasarkan jumlah individu yang diperoleh dan luas bukaan alat sampling, kemudian dikonversi menjadi individu per meter persegi (ind/m^2). Persamaan yang digunakan adalah:

$$Y = (a \times 10.000) / b$$

Keterangan:

Y = kelimpahan makrozoobentos (ind/m^2);

a = jumlah individu yang diperoleh;

b = luas bukaan alat sampling (cm^2);

10.000 = faktor konversi cm^2 ke m^2 .

Nilai kelimpahan yang dilaporkan dalam artikel harus dihitung berdasarkan luas efektif sampling yang sebenarnya digunakan. Oleh karena itu,

perhitungan kelimpahan perlu diverifikasi kembali berdasarkan data mentah dan jumlah unit sampel sebelum naskah difinalkan.

Analisis Data Lingkungan

Data suhu, salinitas, pH, dan kondisi substrat dianalisis secara deskriptif dengan menyajikan nilai hasil pengukuran pada lokasi penelitian. Tidak dilakukan analisis statistik inferensial karena penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif. lingkungan pemeliharaan terkontrol yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobentos

Sebanyak 1.429 individu makrozoobentos yang terdiri atas 13 taksa ditemukan pada kawasan padang lamun Kampung Sima. Gastropoda merupakan kelompok yang paling dominan, terdiri atas delapan taksa dengan total 979 individu atau 68,51% dari seluruh individu yang tercatat. Bivalvia terdiri atas tiga taksa, sedangkan Ophiuroidea dan Malacostraca masing-masing diwakili oleh satu takson (Tabel 1).

Tabel 1. Komposisi Taksa dan Kelimpahan Makrozoobentos pada Ekosistem Padang Lamun di Kampung Sima

No.	Takson	Kelompok	Jumlah (ind.)	Komposisi (%)	Kelimpahan* (ind/m ²)
1	<i>Cerithium rostratum</i>	Gastropoda	240	16,79	9,60
2	<i>Cerithium eburneum</i>	Gastropoda	180	12,59	7,20
3	<i>Conus arenatus</i>	Gastropoda	32	2,24	1,28
4	<i>Conus lizardensis</i>	Gastropoda	37	2,59	1,48
5	<i>Vexillum vulpeculum</i>	Gastropoda	120	8,40	4,80
6	<i>Oliva-oliva</i>	Gastropoda	100	7,00	4,00
7	<i>Nassarius albecens</i>	Gastropoda	160	11,20	6,40
8	<i>Melampus tobogensis</i>	Gastropoda	110	7,70	4,40
9	<i>Timoclea marica</i>	Bivalvia	140	9,80	5,60
10	<i>Liochonca lorenziana</i>	Bivalvia	80	5,60	3,20
11	<i>Barbatia fusca</i>	Bivalvia	80	5,60	3,20
12	Ophiuroidea	Ophiuroidea	30	2,10	1,20
13	Stomatopoda	Malacostraca	120	8,40	4,80
Jumlah			1429	100,00	

Cerithium rostratum merupakan takson dengan jumlah individu tertinggi, yaitu 240 individu (16,79%), diikuti *Cerithium eburneum* sebanyak 180 individu (12,59%) dan *Nassarius albecens* sebanyak 160 individu (11,20%). Sebaliknya, Ophiuroidea memiliki jumlah individu terendah, yaitu 30 individu (2,10%). Pola

tersebut menunjukkan bahwa struktur komunitas makrozoobentos di lokasi penelitian terutama dibentuk oleh gastropoda.

Dominasi gastropoda pada ekosistem lamun juga dilaporkan pada beberapa lokasi di Indonesia. Atmaja et al. (2024) menemukan bahwa gastropoda merupakan kelompok yang menonjol dalam komunitas fauna bentik pada padang lamun di Bali dan Lombok. Namun, komposisi dan kelimpahan fauna berbeda antar lokasi, yang menunjukkan bahwa struktur komunitas bentik tidak hanya berkaitan dengan keberadaan lamun, tetapi juga dengan karakteristik habitat dan kondisi lingkungan setempat. Temuan serupa dilaporkan pada ekosistem lamun di Tablolong, Nusa Tenggara Timur, yang menunjukkan pentingnya komunitas makrozoobentos sebagai bagian dari struktur biotik ekosistem lamun (Paulus et al., 2025).

Dominasi gastropoda di Kampung Sima kemungkinan berkaitan dengan tersedianya permukaan habitat dan sumber daya yang dapat dimanfaatkan oleh kelompok tersebut. Vegetasi lamun dapat meningkatkan kompleksitas struktur habitat serta menyediakan ruang bagi organisme bentik untuk mencari makan dan berlindung. Meskipun demikian, penelitian ini tidak mengukur tutupan atau kerapatan lamun, kelimpahan epifit, maupun karakteristik sedimen secara kuantitatif. Oleh karena itu, hubungan antara dominasi gastropoda dan karakteristik vegetasi lamun belum dapat dibuktikan secara langsung.

Variasi komposisi fauna bentik antar lokasi juga menunjukkan pentingnya karakteristik habitat dalam menjelaskan pola komunitas. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa struktur komunitas makrofauna yang berasosiasi dengan lamun dapat berkaitan dengan karakteristik vegetasi dan kondisi lingkungan (Lawrence, 2024). Selain itu, penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa variasi substrat dapat memengaruhi struktur komunitas makrobentos pada habitat lamun (Puspitasari et al., 2025). Dengan demikian, dominasi gastropoda di Kampung Sima sebaiknya dipahami sebagai karakteristik komunitas pada lokasi dan periode pengamatan, bukan sebagai indikator tunggal kondisi ekologis padang lamun.

Selain gastropoda, keberadaan *Timoclea marica*, *Liochonca lorenziana*, dan *Barbatia fusca* menunjukkan bahwa komunitas juga mencakup kelompok bivalvia. Ophiuroidea dan Stomatopoda melengkapi komposisi komunitas yang ditemukan. Keberadaan beberapa kelompok taksonomi tersebut menunjukkan adanya variasi organisme yang berasosiasi dengan habitat lamun. Namun, penelitian ini belum menganalisis *feeding guild* atau fungsi ekologis masing-masing kelompok sehingga interpretasi berdasarkan fungsi trofik belum dapat dilakukan secara kuantitatif.

Berdasarkan nilai kelimpahan yang tercantum pada Tabel 1, *C. rostratum* memiliki kelimpahan tertinggi sebesar 9,60 ind/m², diikuti *C. eburneum* sebesar 7,20 ind/m² dan *N. albecens* sebesar 6,40 ind/m². Ophiuroidea memiliki nilai

terendah, yaitu 1,20 ind/m². Secara umum, pola kelimpahan mengikuti pola jumlah individu, dengan takson yang memiliki jumlah individu lebih tinggi juga menunjukkan nilai kelimpahan yang lebih tinggi.

Pola tersebut memperkuat posisi *C. rostratum* sebagai salah satu komponen dominan komunitas makrozoobentos di lokasi penelitian. Akan tetapi, kelimpahan suatu takson tidak dapat digunakan secara tunggal untuk menentukan kualitas ekosistem. Struktur komunitas fauna benthik merupakan hasil interaksi berbagai faktor biotik dan abiotik, sehingga interpretasinya perlu mempertimbangkan kondisi habitat secara keseluruhan. Studi pada ekosistem lamun di Indonesia juga menunjukkan bahwa hubungan antara kondisi lamun dan komunitas makrozoobentos dapat berbeda antar lokasi karena dipengaruhi oleh karakteristik lingkungan setempat (Atmaja et al., 2024; Paulus et al., 2025).

Dalam konteks tersebut, nilai kelimpahan yang diperoleh dalam penelitian ini perlu dibaca secara hati-hati. Berdasarkan metode, alat sampling memiliki bukaan 30 × 40 cm atau 1.200 cm² (0,12 m²), sedangkan nilai kelimpahan pada Tabel 1 tidak dapat diperoleh secara langsung dari luas tersebut jika hanya satu unit sampling digunakan sebagai dasar perhitungan. Oleh karena itu, luas efektif sampling dan tahapan konversi yang digunakan untuk memperoleh nilai ind/m² perlu diverifikasi kembali dengan data mentah sebelum manuskrip difinalkan. Konsistensi antara metode, rumus, luas sampling, dan nilai pada tabel merupakan aspek penting untuk menjamin validitas hasil penelitian.

Kondisi Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur menunjukkan kondisi yang relatif seragam antar transek. Suhu berkisar antara 33–34°C dengan rata-rata 33,3°C, sedangkan salinitas sebesar 35‰ dan pH sebesar 7,0 tercatat pada seluruh transek (Tabel 2). Variasi suhu antar lokasi hanya sebesar 1°C, sementara salinitas dan pH tidak menunjukkan variasi selama pengamatan.

Tabel 2. Kondisi suhu, salinitas, dan pH perairan pada ekosistem padang lamun di Kampung Sima

Parameter	Transek I	Transek II	Transek III	Rata-rata
Suhu (°C)	33	34	33	33,3
Salinitas (‰)	35	35	35	35
pH	7	7	7	7

Keseragaman parameter tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan spasial yang besar pada suhu, salinitas, dan pH selama periode pengambilan sampel. Namun, kondisi tersebut hanya menggambarkan keadaan perairan pada waktu penelitian dan belum dapat merepresentasikan dinamika lingkungan secara harian maupun musiman. Perubahan suhu dan parameter kualitas air pada ekosistem pesisir dapat dipengaruhi oleh waktu pengukuran, pasang surut, kondisi cuaca, kedalaman, dan karakteristik lokal perairan.

Karena pengukuran kualitas air dalam penelitian ini terbatas pada suhu, salinitas, dan pH, hubungan antara parameter tersebut dan kelimpahan makrozoobentos belum dapat diuji secara langsung. Penelitian mengenai komunitas fauna yang berasosiasi dengan lamun menunjukkan bahwa struktur komunitas dapat dipengaruhi oleh kombinasi karakteristik vegetasi dan kondisi lingkungan (Lawrence et al., 2024). Oleh sebab itu, keseragaman parameter yang ditemukan di Kampung Sima tidak dapat ditafsirkan sebagai satu-satunya faktor yang menjelaskan pola komunitas makrozoobentos.

Selain kualitas air, karakteristik habitat seperti tutupan dan kerapatan lamun, jenis serta ukuran butir sedimen, kandungan bahan organik, kedalaman, dan oksigen terlarut dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai faktor yang membentuk komunitas benthik. Penelitian terbaru di perairan Papua juga menunjukkan pentingnya kondisi vegetasi lamun dalam memahami struktur komunitas moluska yang berasosiasi dengan ekosistem tersebut. Dengan demikian, integrasi antara data komunitas makrozoobentos dan karakteristik habitat menjadi penting untuk penelitian lanjutan di Kampung Sima.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan baseline information mengenai komunitas makrozoobentos pada padang lamun Kampung Sima. Keberadaan 1.429 individu dari 13 taksa, dengan dominasi gastropoda, menunjukkan bahwa kawasan tersebut mendukung komunitas makrozoobentos yang cukup beragam secara taksonomi pada saat pengamatan. Temuan ini penting karena data kuantitatif mengenai komunitas makrozoobentos di wilayah tersebut masih terbatas.

Namun, hasil penelitian belum dapat digunakan untuk menyatakan status kesehatan ekosistem padang lamun secara menyeluruh. Penilaian kondisi ekosistem lamun memerlukan integrasi berbagai komponen, termasuk struktur vegetasi, komunitas fauna, karakteristik sedimen, dan kondisi lingkungan. Kajian terbaru mengenai ekosistem lamun juga menekankan bahwa fungsi ekologis dan keanekaragaman hayati lamun perlu dipahami melalui pendekatan ekosistem yang lebih terpadu (Duarte et al., 2025).

Oleh karena itu, penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai data dasar untuk pemantauan komunitas makrozoobentos di Kampung Sima. Survei pada musim atau periode yang berbeda, disertai pengukuran tutupan dan kerapatan lamun, karakteristik sedimen, bahan organik, serta parameter kualitas air tambahan, akan memberikan dasar yang lebih kuat untuk mengidentifikasi faktor lingkungan yang memengaruhi struktur komunitas makrozoobentos dan mengevaluasi perubahan ekologis kawasan tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Komunitas makrozoobentos pada ekosistem padang lamun Kampung Sima terdiri atas 13 taksa dengan total 1.429 individu dan didominasi oleh Gastropoda. *Cerithium rostratum* merupakan takson dengan jumlah individu dan kelimpahan

tertinggi, sedangkan Ophiuroidea memiliki nilai terendah. Kondisi perairan selama periode penelitian relatif seragam, dengan suhu 33–34°C, salinitas 35‰, dan pH 7,0. Temuan ini memberikan informasi dasar mengenai komposisi dan kelimpahan makrozoobentos pada ekosistem padang lamun Kampung Sima yang dapat digunakan sebagai baseline untuk pemantauan ekosistem pesisir di wilayah Yaur. Namun, hasil penelitian ini belum dapat digunakan untuk menentukan status kesehatan ekosistem padang lamun secara menyeluruh karena karakteristik vegetasi lamun, sedimen, dan beberapa parameter lingkungan lainnya belum dianalisis secara kuantitatif.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan pengamatan makrozoobentos dengan kerapatan dan tutupan lamun, jenis lamun, karakteristik sedimen, bahan organik, serta parameter kualitas air yang lebih lengkap. Pengambilan sampel pada musim dan kondisi pasang-surut yang berbeda juga diperlukan untuk memperoleh gambaran variasi komunitas secara temporal. Analisis struktur komunitas dan hubungan antara kondisi habitat dengan kelimpahan makrozoobentos dapat dilakukan untuk memperkuat interpretasi ekologis dan mendukung pemantauan perubahan ekosistem padang lamun di Kampung Sima. Sebelum publikasi, perhitungan kelimpahan juga perlu diverifikasi kembali agar luas efektif sampling, rumus, dan nilai yang disajikan dalam tabel konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti menyampaikan terima kasih kepada masyarakat Kampung Sima dan seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan penelitian, khususnya dalam proses pengambilan data di lapangan. Peneliti juga menyampaikan apresiasi kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan dan izin selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmaja, P. S. P., Laharjana, I. K. A. K., Suardana, A. A. Md. A. P., & Van Keulen, M. (2024). Comparisons of Benthic Associated Fauna Assemblages in Seagrass Meadows Across Conservation and Non-Conservation Areas in Bali and Lombok, Indonesia. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 29(1), 71–84. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.29.1.71-84>
- Ayu, A., Nursyahrana, N., & Hidayani, M. (2023). Community Structure of Macrozoobenthos in Seagrass Bed on Barrang Lompo Island. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 7, 53–58. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.7.1.53-58>
- Dawood, M. A. O., Koshio, S., Abdel-Daim, M. M., & Van Doan, H. (2019). Probiotic Application for Sustainable Aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 11(3), 907–924. <https://doi.org/10.1111/raq.12272>

- Duarte, C. M., Apostolaki, E. T., Serrano, O., Steckbauer, A., & Unsworth, R. K. F. (2025). Conserving Seagrass Ecosystems to Meet Global Biodiversity and Climate Goals. *Nature Reviews Biodiversity*, 1(3), 150–165. <https://doi.org/10.1038/s44358-025-00028-x>
- Gräfnings, M. L. E., Govers, L. L., Heusinkveld, J. H. T., Silliman, B. R., Smeele, Q., Valdez, S. R., & Van Der Heide, T. (2023). Macrozoobenthos as an Indicator of Habitat Suitability for Intertidal Seagrass. *Ecological Indicators*, 147, 109948. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.109948>
- Hai, N. V. (2015). The Use of Probiotics in Aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 119(4), 917–935. <https://doi.org/10.1111/jam.12886>
- Lawrence, C. M. (2024). Quantifying Direct and Indirect Linkages Between Seagrasses, Environment and Associated Macrofauna in a Temperate Lagoon. *Marine Ecology*, 45(2), e12804. <https://doi.org/10.1111/maec.12804>
- Nordlund, L. M., Jackson, E. L., Nakaoka, M., Samper-Villarreal, J., Beca-Carretero, P., & Creed, J. C. (2018). Seagrass Ecosystem Services – What’s Next? *Marine Pollution Bulletin*, 134, 145–151. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.09.014>
- Paulus, C. A., Ayubi, A. A., Boikh, L. I., Saraswati, S., & Azmanajaya, E. (2025). Population Density and Diversity of Macrozoobenthos in Seagrass Ecosystems in the Coastal Area of Tablolong Village. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 9(1), 53–61. <https://doi.org/10.24843/ATBES.2025.v09.i01.p09>
- Puspitasari, A., Rahma, N., Azzahra, N. B., Virgiawan, R., Hasanah, A. N., Saad, M., & Santoso, P. (2025). The Effect of Substrate Variation on the Structure of Macrobenthic Communities in the Seagrass Beds of Tarahan Island. *Jurnal Maronesia*, 2(1), 39. <https://doi.org/10.33512/jom.v2i1.33539>
- Ringø, E., Van Doan, H., Lee, S. H., Soltani, M., Hoseinifar, S. H., Harikrishnan, R., & Song, S. K. (2020). Probiotics, Lactic Acid Bacteria and Bacilli: Interesting Supplementation for Aquaculture. *Journal of Applied Microbiology*, 129(1), 116–136. <https://doi.org/10.1111/jam.14628>
- Ruan, C., Tang, J., Wang, J., & Tao, Y. (2026). Probiotic *Bacillus Subtilis* Enhances Production Efficiency in Biofloc-Raised *Cherax Quadricarinatus* Via Microbiome Remodeling and Host Antioxidant Capacity Upregulation. *Journal of the World Aquaculture Society*, 57(2), e70089. <https://doi.org/10.1111/jwas.70089>
- Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Rahmawati, S., Riniatsih, I., Suyarso, S., & Hafizt, M. (2024). Seagrass Ecosystems in Eastern Indonesia: Status, Diversity, and Management Challenges. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 29(4), 503–518. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.29.4.503-518>
- Zhang, Q., Li, L., Lu, H., Meng, L., Zeng, Q., Wang, R., Wang, D., Tong, T., Liu, Y., & Yang, H. (2025). Effects of *Lactobacillus Plantarum* Supplementation on Growth Performance, Digestive Enzyme Activity, Antioxidant Capacity, Immune Response, and Intestinal Health in Red Claw Crayfish (*Cherax Quadricarinatus*). *Aquaculture Reports*, 44, 103077. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2025.103077>
- Zhang, Z.-L., Li, J.-J., Xing, S.-W., Lu, Y.-P., Zheng, P.-H., Li, J.-T., Hao, C.-G., Xu, J.-R., Xian, J.-A., Zhang, L.-M., & Zhang, X.-X. (2024). A Newly Isolated Strain of *Bacillus Subtilis*



W2Z Exhibited Probiotic Effects on Juvenile Red Claw Crayfish, *Cherax*
Quadricarinatus. *Aquaculture*, 585, 740700.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2024.740700>