

Ecological Analysis of Megabenthos in Coral Reef Ecosystems of The Waters Surrounding Bahoi Village, North Minahasa Regency

(Analisis Ekologi Megabentos pada Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Sekitar Desa Bahoi, Kabupaten Minahasa Utara)

Grathia Charity*, Indri S. Manembu, N. Gustaf F. Mamangkey, Antonius P. Rumengan, Farnis B. Boneka, Sandra O. Tilaar

Marine Science Study Program, Faculty of Fisheries & Marine Science, Sam Ratulangi University

(Received 5 Feb. 2026; Revised 15 Feb. 2026; Accepted 28 Feb. 2026)

ABSTRACT. Megabenthos are a group of organisms larger than 1 cm that inhabit the seafloor and are sensitive to environmental changes. Information regarding megabenthos in Bahoi Village has not yet been published; therefore, this study was conducted to fill the data gap related to benthic community structure in the area. Data were collected at three stations representing different levels of ecological pressure using the Benthos Belt Transect method, with a transect length of 70 m and an observation width of 2 m, resulting in a total surveyed area of 140 m² per station. Target megabenthos recorded included *Diadema* spp., *Linckia laevigata*, Tridacninae, and *Drupella cornus*. Based on the analysis, Station 1 (near settlement and non-MPA) showed densities of *Diadema* spp. of 2.11 ind/m², *Linckia laevigata* of 0.04 ind/m², Tridacninae of 0.03 ind/m², and *Drupella cornus* of 0.07 ind/m², with $H' = 0.29$, $C = 0.88$, and $E = 0.2$. Station 2 (MPA) recorded densities of *Diadema* spp. of 0.007 ind/m², *Linckia laevigata* of 0.029 ind/m², Tridacninae of 0.014 ind/m², and *Drupella cornus* of 0.014 ind/m², with $H' = 1.27$, $C = 0.30$, and $E = 0.9$. Station 3 (far from settlement and non-MPA) showed densities of *Linckia laevigata* of 0.19 ind/m² and *Diadema* spp. of 0.07 ind/m², with $H' = 0.58$, $C = 0.61$, and $E = 0.8$. The patterns of ecological indices indicate a strong relationship between the intensity of human intervention and habitat characteristics in determining the stability of megabenthic communities.

Keywords: megabenthos, coral reefs, community, benthos belt transect, Bahoi Village

ABSTRAK. Megabentos merupakan kelompok organisme yang hidup di dasar laut dan berukuran lebih dari 1 cm yang sensitif terhadap perubahan lingkungan. Informasi mengenai megabentos di Desa Bahoi hingga kini belum dipublikasikan sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengisi kesenjangan data terkait struktur komunitas bentik di wilayah tersebut. Pengumpulan data dilakukan pada tiga stasiun yang mewakili perbedaan tingkat tekanan ekologis menggunakan metode *Benthos Belt Transect* sepanjang 70 m dengan lebar pengamatan 2 m sehingga total area pengamatan 140 m² per stasiun. Megabentos target yang ditemukan meliputi *Diadema* spp., *Linckia laevigata*, Tridacninae, dan *Drupella cornus*. Berdasarkan analisis data, Stasiun 1 (dekat permukiman & non-DPL) memiliki kepadatan *Diadema* spp. sebesar 2,11 ind/m², *Linckia laevigata* sebesar 0,04 ind/m², Tridacninae sebesar 0,03 ind/m² dan *Drupella cornus* sebesar 0,07 ind/m² dengan $H'=0,29$, $C=0,88$, dan $E=0,2$. Stasiun 2 (DPL) memiliki kepadatan *Diadema* spp. sebesar 0,007 ind/m², *Linckia laevigata* sebesar 0,029 ind/m², Tridacninae sebesar 0,014 ind/m² dan *Drupella cornus* sebesar 0,014 ind/m² dengan $H'=1,27$, $C=0,3$ dan $E=0,9$. Stasiun 3 (jauh dari permukiman & non-DPL) memiliki kepadatan *Linckia laevigata* sebesar 0,19 ind/m² serta *Diadema* spp. sebesar 0,07 ind/m² dengan $H'=0,58$, $C=0,61$ dan $E=0,8$. Pola indeks ekologi menunjukkan hubungan kuat antara tingkat tekanan intervensi manusia dan karakteristik habitat terhadap stabilitas komunitas megabentos.

Kata kunci: megabentos, terumbu karang, komunitas, *benthos belt transect*, Desa Bahoi

PENDAHULUAN

Megabentos merupakan kelompok organisme berukuran lebih dari 1 cm yang hidup menempel, merayap, maupun meliang di dasar perairan laut, serta berperan penting dalam proses ekologis bentik, terutama dalam pemanfaatan dan dekomposisi bahan organik (Arbi & Sihalo, 2017; Barus *et al.*, 2019). Megabentos dikenal sensitif terhadap perubahan lingkungan seperti tekanan antropogenik, degradasi habitat, dan perubahan kualitas perairan, sehingga sering digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem laut, khususnya terumbu karang (Herawati *et al.*, 2017).

Desa Bahoi yang terletak di Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara, dikenal sebagai desa wisata bahari dengan ekosistem pesisir yang relatif lengkap, meliputi mangrove, padang lamun, dan terumbu karang. Kawasan ini juga memiliki Daerah Perlindungan Laut (DPL) yang dikelola secara partisipatif oleh masyarakat sebagai upaya konservasi sumber daya pesisir dan laut. Beberapa penelitian sebelumnya di Desa Bahoi telah mengkaji tentang ekosistem mangrove (Dien *et al.*, 2016), lamun (Fahrudin *et al.*, 2022), serta kondisi terumbu karang (Polimpung, 2025). Namun demikian, hingga saat ini belum publikasi tentang struktur komunitas megabentos pada ekosistem terumbu karang di wilayah ini.

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengisi kesenjangan data megabentos di perairan sekitar Desa Bahoi dengan mengidentifikasi jenis megabentos serta menganalisis kondisi ekologi komunitas megabentos yang meliputi kepadatan, keanekaragaman, dominansi, dan keseragaman pada ekosistem terumbu karang di perairan sekitar Desa Bahoi, Kabupaten Minahasa Utara agar

pemahaman terhadap struktur komunitas bentik dan kondisi ekologis terumbu karang di kawasan tersebut lebih komprehensif

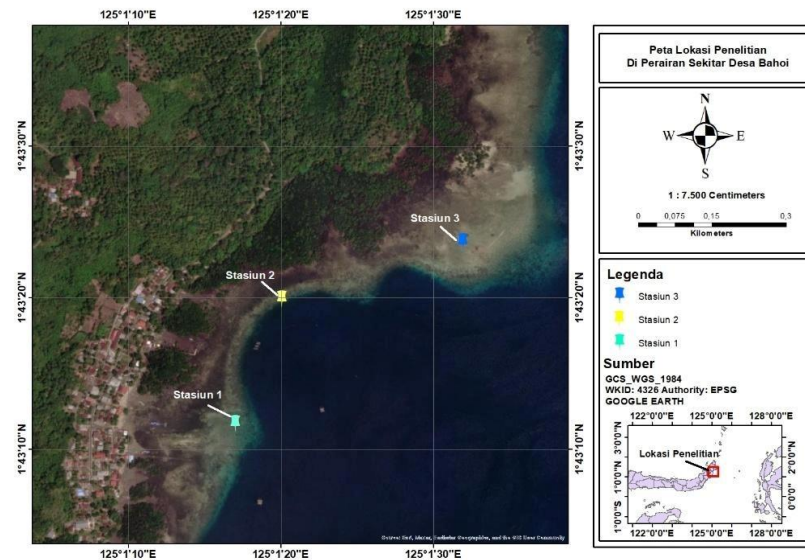
METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan sekitar Desa Bahoi, Kecamatan Likupang Barat, Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara. Penelitian dilaksanakan pada tiga stasiun yang mewakili tingkat tekanan ekosistem yang berbeda di perairan sekitar Desa Bahoi. Stasiun 1 (Non-DPL dan dekat area pemukiman), Stasiun 2 (Daerah Perlindungan Laut) dan Stasiun 3 (Non-DPL dan Non-Pemukiman). Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2025. Lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Pengambilan Data Megabentos

Pengambilan data dilakukan dengan metode *Benthos Belt Transect* sesuai dengan Panduan Pemantauan Megabentos (Arbi & Sihalo, 2017) dengan pengamatan secara langsung di lapangan menggunakan alat SCUBA. Sebelum penyelaman, ditentukan titik nol pada setiap stasiun kemudian dicatat dan dipetakan posisi koordinat menggunakan GPS. Pada setiap stasiun, roll meter sepanjang 70 m ditarik sejajar garis pantai pada kedalaman 7–12 m dengan lebar pengamatan 1 m di sisi kiri dan kanan transek sehingga total area pengamatan per stasiun adalah 140 m² (2 × 70 m). Selanjutnya, dilakukan pengamatan dan pencatatan jenis serta jumlah individu megabentos target monitoring di sepanjang garis transek.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Analisis Data

Identifikasi Megabentos

Metode identifikasi megabentos mengacu pada “Panduan Pemantauan Megabentos” yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian Oseanografi LIPI (2017). Pengamatan dilakukan secara langsung di lapangan dengan observasi visual yang dibantu oleh peralatan selam SCUBA dan dokumentasi foto bawah air. Beberapa kelompok megabentos yang menjadi fokus pengamatan terdiri atas delapan kategori utama, diantaranya Holothuroidea, Tridacninae, Trochidae, Palinuridae, *Acanthaster planci*, *Drupella* spp., Echinoidea, dan *Linckia laevigata*. Identifikasi jenis dan kelompok megabentos mengacu pada ciri morfologi utama seperti bentuk tubuh, ukuran, warna, struktur cangkang atau duri, dan habitat khas masing-masing jenis. Dokumentasi visual dengan kamera bawah air juga menjadi bagian dari metode identifikasi, terutama untuk mendukung verifikasi jenis di laboratorium atau kajian lebih mendalam.

Kepadatan Megabentos

Kepadatan (*abundance*) megabentos (Arbi dan Sihalo, 2017) dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$\text{Kepadatan } X = \frac{\text{Jumlah Individu } X}{\text{Luas Belt Transect}}$$

Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman dihitung menggunakan Shannon–Wiener Diversity Index (H') menurut Krebs (1994), yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

Di mana:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon–Wiener

S = Jumlah total spesies (*species richness*) yang ditemukan

p_i = Proporsi individu spesies ke- i

Nilai indeks keanekaragaman dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu:

$H' < 1$ = Keanekaragaman rendah

$1 \leq H' < 3$ = Keanekaragaman sedang

$H' > 3$ = Keanekaragaman tinggi

Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi dihitung dengan

menggunakan rumus *Index Of Dominance* dari Simpson (Odum, 1971) sebagai berikut:

$$D = \sum_{i=1}^s (p_i^2)$$

Di mana:

D = Indeks dominansi

P = Proporsi individu spesies ke-i

S = Jumlah total spesies (*species richness*) yang ditemukan

Nilai indeks dominansi dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu:

$0 < C \leq 0,5$ = Dominasi rendah

$0,5 < C \leq 0,7$ = Dominasi sedang

$0,7 < C \leq 1$ = Dominasi tinggi

Indeks Keseragaman (E)

Indeks Keseragaman (E) jenis dapat menggunakan rumus *Evenness Index* dari Shannon Index of Diversity dalam Alwi et al. (2020) sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Di mana:

E = indeks keseragaman

H' = indeks keanekaragaman

S = Jumlah total spesies (*species richness*) yang ditemukan

Nilai indeks keseragaman dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu:

$E < 0,4$ = Tingkat keseragaman populasi kecil

$0,4 < E < 0,6$ = Tingkat keseragaman populasi sedang

$E > 0,6$ = Tingkat keseragaman populasi besar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis Megabentos Target

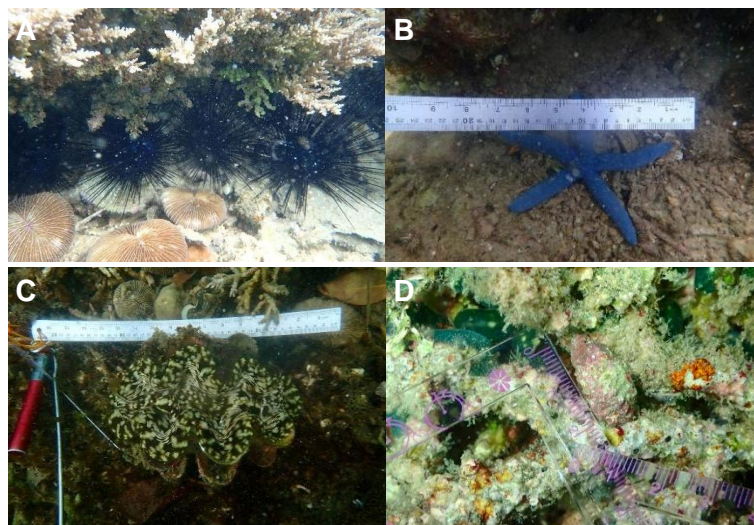
Jumlah individu masing-masing jenis megabentos pada setiap stasiun adalah *Diadema* spp. berjumlah 295 individu pada Stasiun 1, 1 individu pada Stasiun 2, dan 10 individu pada Stasiun 3; *Linckia laevigata* berjumlah 5 individu pada Stasiun 1, 4 individu pada Stasiun 2, dan 27 individu pada Stasiun 3; Tridacninae berjumlah 4 individu pada Stasiun 1, 2 individu pada Stasiun 2 dan tidak ditemukan pada Stasiun 3; *Drupella cornus* berjumlah 10 individu pada Stasiun 1, 2 individu pada Stasiun 2, dan tidak ditemukan pada Stasiun 3 (Tabel 1).

Deskripsi Megabentos Yang Ditemukan

Diadema spp. (Gambar 2A) merupakan taksa paling dominan, terutama pada Stasiun 1. *Diadema* diidentifikasi berdasarkan ciri morfologis berupa duri yang sangat panjang serta keberadaan garis aboral berwarna biru. Tingginya kelimpahan pada stasiun ini berkaitan dengan peningkatan ketersediaan alga sebagai sumber pakan akibat tekanan aktivitas manusia di wilayah pesisir (Chow, 2014; Samuel, 2016). *Linckia laevigata* (Gambar 2B) berperan

Tabel 1. Hasil observasi megabentos target yang terdapat di perairan sekitar Desa Bahoi

No	Megabentos Target	Jumlah Individu		
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	<i>Diadema</i> spp.	295	1	10
2	<i>Linckia laevigata</i>	5	4	27
3	Tridacninae	4	2	-
4	<i>Drupella cornus</i>	10	2	-
Total		314	9	37



Gambar 2. Megabentos yang ditemukan: A. *Diadema* spp., B. *Linckia laevigata*, C. Tridacninae, D. *Drupella cornus*

secara ekologis sebagai pemakan bangkai (*scavenger*). Spesies ini ditemukan paling banyak pada Stasiun 3 yang didominasi substrat karang keras dan rubble, sesuai dengan preferensi habitatnya pada substrat keras dan berbatu (Gaffar *et al.*, 2014). Tridacninae (Gambar 2C) ditemukan dalam jumlah terbatas pada Stasiun 1 dan 2, serta tidak dijumpai pada Stasiun 3, menunjukkan sifatnya yang sensitif terhadap perubahan kualitas lingkungan dan sangat dipengaruhi oleh kondisi habitat, ketersediaan substrat (Ishak *et al.*, 2023). Sementara itu, *Drupella cornus* (Gambar 2D) ditemukan pada Stasiun 1 dan 2 dengan jumlah yang rendah. Spesies ini memiliki karakter cangkang berbenjol dengan variasi warna akibat pertumbuhan alga, dan dikenal sebagai gastropoda pemakan polip karang yang cenderung menyerang karang bercabang seperti *Acropora* dan *Pocillopora* (Kamagi *et al.*, 2022). Keberadaannya berpotensi menyebabkan kematian jaringan karang di sekitarnya (Reef Resilience Network, 2025). Pola tingginya kepadatan *Drupella cornus* pada

Stasiun 1 dibandingkan kedua stasiun lainnya sejalan dengan hasil penelitian Boneka & Mamangkey (2013) yang menunjukkan peningkatan kelimpahan spesies ini pada area dengan intervensi manusia yang tinggi.

Analisis Ekologi Megabentos

Berdasarkan hasil pengamatan, kepadatan megabentos di tiga stasiun pengamatan menunjukkan variasi yang cukup signifikan. Berdasarkan Tabel 2, pola kepadatan megabentos di perairan Desa Baho menunjukkan gradien tekanan terhadap lingkungan akibat aktivitas manusia yang jelas. Stasiun 1 yang berdekatan dengan permukiman memiliki kepadatan *Diadema* spp. tertinggi (2,11 ind/m²), disertai kepadatan rendah *Linckia laevigata* (0,04 ind/m²), Tridacninae (0,03 ind/m²), dan *Drupella cornus* (0,07 ind/m²), yang mencerminkan dominasi spesies toleran pada habitat terdegradasi dengan tutupan karang hidup kategori “Poor” (14,02%) (Polimpung, 2025), akibat aktivitas manusia dan peningkatan ketersediaan alga sebagai sumber pakan

Tabel 2. Kepadatan megabentos di perairan sekitar Desa Bahoi

No	Megabentos Target	Kepadatan (ind/m ²)		
		Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	<i>Diadema</i> spp.	2,11	0,007	0,07
2	<i>Linckia laevigata</i>	0,04	0,029	0,19
3	Tridacninae	0,03	0,014	-
4	<i>Drupella cornus</i>	0,07	0,014	-

bulu babi (Samuel, 2016). Pola ini sejalan dengan temuan Nazar (2017), dan Hidayat *et al.* (2025) yang melaporkan populasi bulu babi meningkat pada terumbu karang berkualitas rendah. Sebaliknya, Stasiun 2 yang merupakan Daerah Perlindungan Laut (DPL) dengan tutupan karang hidup kategori "Fair" (42,87%) (Polimpung, 2025) menunjukkan kepadatan megabentos rendah namun merata, termasuk keberadaan spesies sensitif seperti Tridacninae dan *Linckia laevigata*, dengan nilai kepadatan yang hampir setara dengan kawasan konservasi di Gili Air, Gili Meno, dan Gili Trawangan (Salie, 2025). Stasiun 3 yang jauh dari permukiman dan memiliki tutupan karang hidup "Fair" (46,54%) (Polimpung, 2025) menunjukkan kepadatan *Linckia laevigata* tertinggi (0,19 ind/m²) serta masih ditemukannya *Diadema* spp. (0,07 ind/m²), dengan nilai yang lebih tinggi dibandingkan laporan Nurdiputra *et al.* (2024) di Taman Nasional Baluran, mengindikasikan kondisi habitat yang lebih optimal dari segi kualitas substrat, kejernihan perairan, dan

dinamika arus. Tidak ditemukannya *Drupella cornus* dan Tridacninae di Stasiun 3 diduga berkaitan dengan arus yang relatif kuat, yang dapat menghambat proses settlement larva dan menurunkan keberhasilan rekrutmen awal kedua kelompok tersebut (Istiqomah *et al.*, 2019; Aisyah, 2022; Wahyunita, 2025). Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa struktur komunitas megabentos sangat dipengaruhi oleh tekanan terhadap ngkungan akibat aktivitas manusia dan kondisi fisik perairan, dengan dominasi *Diadema* spp. pada area terdegradasi serta meningkatnya keberadaan Tridacninae dan *Linckia laevigata* pada habitat yang lebih terlindungi atau alami, sebagaimana juga dilaporkan oleh Mutaqin *et al.* (2020).

Perbedaan pola kepadatan megabentos antar stasiun berimplikasi langsung terhadap struktur komunitas, yang tercermin melalui variasi indeks keanekaragaman (H'), dominansi (C), dan keseragaman (E) (Tabel 3).

Tabel 3. Indeks keanekaragaman (H), dominansi (C) dan keseragaman (E) megabentos di perairan sekitar Desa Bahoi

Stasiun	H'	C	E
1	0,29	0,88	0,2
2	1,27	0,31	0,9
3	0,58	0,61	0,8

Stasiun 1 menunjukkan kondisi komunitas paling tidak seimbang dengan keanekaragaman rendah ($H' = 0,29$), dominansi tinggi ($C = 0,88$), dan keseragaman rendah ($E = 0,2$), didominasi kuat oleh *Diadema* spp. pada area yang berpotensi terpapar aktivitas manusia yang tinggi akibat dekatnya lokasi penelitian dengan permukiman serta aktivitas penangkapan ikan, dan lalu lintas perahu yang dapat menurunkan tutupan karang. Sejalan dengan laporan Kindangen *et al.* (2024) serta temuan lain yang menunjukkan bahwa degradasi habitat memicu penurunan biodiversitas dan peningkatan dominansi bulu babi (Rojas-Montiel *et al.*, 2024; Angellia & Nugrahapraja, 2023; Kusarini *et al.*, 2023). Sebaliknya, Stasiun 2 yang merupakan Daerah Perlindungan Laut (DPL) menunjukkan kondisi komunitas paling stabil dengan keanekaragaman tertinggi ($H' = 1,27$), dominansi rendah ($C = 0,31$), dan keseragaman tinggi ($E = 0,9$), mencerminkan distribusi individu yang relatif merata antar spesies dan efektivitas perlindungan habitat dalam menjaga keseimbangan ekosistem terumbu karang (Triwibowo, 2023; Salie, 2025), meskipun nilainya masih lebih rendah dibandingkan perairan Tanjung Jaha (Daryanto *et al.*, 2021). Namun demikian, masih ditemukannya aktivitas *compressor fishing* di wilayah DPL mengindikasikan bahwa tekanan antropogenik belum sepenuhnya hilang dan diperlukan penguatan pengawasan. Stasiun 3 yang berada di luar DPL tetapi jauh dari permukiman dengan arus yang cukup kuat menunjukkan keanekaragaman rendah ($H' = 0,58$), dominansi sedang ($C = 0,61$), dan keseragaman tinggi ($E = 0,8$), menggambarkan komunitas dengan jumlah spesies terbatas namun distribusi

individu yang relatif seimbang, dengan dominansi *Linckia laevigata* dan keberadaan *Diadema* spp.. *Linckia laevigata* memiliki daya cengkeram substrat melalui sistem ambulakral dan kekuatan otot sedangkan *Diadema* spp. dapat bertahan pada kondisi arus kuat melalui duri dan struktur tubuh yang memungkinkan mereka melekat kuat pada substrat di lingkungan berarus kuat (Zulfa, 2015; Triacha *et al.*, 2021). Kondisi ini menunjukkan bahwa selain tekanan antropogenik, faktor lingkungan alami juga berperan dalam membentuk struktur komunitas megabentos (Meyer *et al.*, 2015; Stratmann *et al.*, 2022). Secara keseluruhan, hasil analisis indeks ekologi menegaskan bahwa stabilitas komunitas megabentos di perairan Desa Bahoi dipengaruhi oleh kombinasi tekanan manusia dan karakter habitat, dengan kawasan DPL menunjukkan keseimbangan tertinggi dan area terdegradasi memperlihatkan dominansi spesies toleran.

KESIMPULAN

Kelompok megabentos target yang ditemukan dalam penelitian ini adalah *Diadema* spp., *Linckia laevigata*, Tridacninae, dan *Drupella cornus*. Secara keseluruhan, hasil analisis indeks ekologi menegaskan bahwa stabilitas komunitas megabentos di perairan Desa Bahoi dipengaruhi oleh kombinasi tekanan manusia dan karakteristik habitat. Stasiun 1 (dekat dengan pemukiman dan non-DPL) yang berpotensi terkena dampak terhadap lingkungan akibat aktivitas manusia menunjukkan ketidakseimbangan komunitas yang didominasi *Diadema* spp. yang toleran pada habitat terdegradasi. Stasiun 2 (DPL) menunjukkan komunitas

paling stabil dengan keanekaragaman tertinggi serta kepadatan yang merata yang mencerminkan distribusi individu yang relatif merata antar spesies. Stasiun 3 (jauh dari pemukiman & non-DPL) dengan kondisi arus yang kuat, menggambarkan komunitas dengan jumlah spesies terbatas namun distribusi individu yang lebih seimbang.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, A. D. 2022. Studi Preferensi Habitat Kerang Kima di Perairan Bama, Taman Nasional Baluran, Kabupaten Situbondo, Jawa Timur [Skripsi]. UIN Sunan Ampel Surabaya. 85 hal.
- Alwi, D., Muhammad, S. H., Herat, H. 2020. Keanekaragaman dan Kelimpahan Makrozoobentos pada Ekosistem Mangrove Desa Daruba Pantai Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Enggano*, 5(1), 64-77. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.1.64-77>
- Angellia, V., Nugrahapraja, H. 2023. Study of the Sea Urchins (Echinoidea) Influence on the Coral Reef Communities in the Nusa Dua Bali Conservation Area. *Environmental and Materials*, 1(1), 20-27. <https://doi.org/10.61511/eam.v1i1.2023.63>
- Arbi, U., Sihaloho, H.F. 2017. Panduan Pemantauan Megabenthos. Core Map CTI – LIPI. 55 hal.
- Barus, B. S., Aryawati, R., Putri, W. A. E., Nurjuliasti, E., Diansyah, G., Sitorus, E. 2019. Hubungan N-total dan C-Organik Sedimen dengan Makrozoobentos di Perairan Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2), 147-156. <https://doi.org/10.14710/jkt.v22i2.3770>
- Boneka, F. B., Mamangkey, N. G. F. 2013. Abundance of Coral-Polyp-Eating Gastropods *Drupella cornus* in Bunaken National Park, Indonesia: Indicating Anthropogenic Impact?. *Aquatic science & management*, 1(1), 17-20.
- Chow, S., Kajigaya, Y., Kurogi, H., Niwa, K., Shibuno, T., Nanami, A., Kiyomoto, S. 2014. On The Fourth Diadema Species (*Diadema*-sp) from Japan. *Plos one*, 9(7), e102376. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102376>
- Daryanto, A. A., Mamangkey, N. G., Manembu, I. S., Boneka, F. B., Sinjal, C. A., Kambey, A. D. 2021. Percentage of Coral Cover and Megabenthos Diversity in Tanjung Jaha, Tanjung Pulisan Waters, North Minahasa Regency. *Jurnal Ilmiah Platax*, 9(2), 328-332. <https://doi.org/10.35800/jip.v9i2.36426>
- Dien, A. M., Rembet, U. N., Wantasen, A. S. 2016. Profil Ekosistem Mangrove di Desa Bahoi Kabupaten Minahasa Utara (Profile of Mangrove Ecosystem in Bahoi Village North Minahasa Regency). *Jurnal Ilmiah Platax*, 4(1), 112-119. <https://doi.org/10.35800/jip.4.1.2016.12461>
- Fahrudin, M., Suriyadin, A., Abdurachman, M. H., Murtawan, H., Ilyas, A. P. 2022. Keanekaragaman Lamun di Pesisir Bahoi, Sulawesi Utara: Indonesia. *JURNAL LEMURU*, 4(3), 159-165. <https://doi.org/10.21107/jk.v16i3.19240>
- Gaffar, S., Zamani, N. P., Purwati, P. 2014. Preferensi Mikrohabitat Bintang Laut Perairan Pulau Hari, Sulawesi Tenggara Microhabitat Preference Of Seastar In Hari Island Waters, Southeast Sulawesi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6(1):1-15. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v6i1.8611>
- Herawati, P., Barus, T. A., Wahyuningsih, H. 2017. Keanekaragaman Makrozoobentos dan Hubungannya dengan Penutupan Padang Lamun (Seagrass) di Perairan Maindailing Natal Sumatera Utara. *Jurnal Biosains*, 3(2), 66-72. <https://doi.org/10.24114/JBIO.V3I2.7434>
- Hidayat, I. D. S., Candri, D. A., Ahyadi, H. 2025. Structure of Sea Urchin

- (Echinoidea) Community in The Tidal Zone of Kuta Mandalika Bay. *Jurnal Biologi Tropis*, 25(2), 2370-2378. <https://doi.org/10.29303/jbt.v25i2.8914>
- Ishak, M., Damar, A., Kurnia, R. 2023. Bioecology Studies of Giant Clam (Tridacninae) Community in Patani, Central Halmahera Regency. *Habitus Aquatica*, 4(2), 83-93. <https://doi.org/10.29244/HAJ.4.2.83>
- Istiqomah, I. I., Supratman, O., Syari, I. A. 2019. Hubungan Kepadatan Siput (Drupella) dengan Kondisi Ekosistem Terumbu Karang di Perairan Pulau Semujur Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. *Akuatik: Jurnal Sumberdaya Perairan*, 13(2), 152-161. <https://doi.org/10.33019/akuatik.v13i2.1498>
- Kamagi, J. W. A., Djamali, R., Towoliu, R. D., Polii, A. 2022. Tingkat Kesehatan Karang Berdasarkan Coral Health Chart di Tiga Daerah Penyelaman di Taman Nasional Bunaken. *Journal of Environmental Sustainability Management*, 6(3), 205-216. <https://doi.org/10.36813/jplb.6.3.205-216>
- Kindangen, R. G. L., Sangari, J. R., Wantasen, A. S., Rembet, U. N., Mandagi, S. V., Kambey, A. D. 2024. Direct Benefit Value of Coral Reefs Ecosystem in Bahoi Village West Likupang District North Minahasa Regency. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(1), 76-82. <https://doi.org/10.35800/jip.v12i1.50086>
- Krebs, C.J. 1994. Ecology The Eksperimental Analysis of Distribution and Abundance. Third edition. Haeper and Row Publisher. New york. p 801.
- Kusarini, P., Meylani, V., Husna, I. R., Wibowo, A. 2023. Ecological and Anthropological Impact on Diversity Echinodermata in the South Beach Area, Indonesia. *In Proc Intl Conf Trop Stud Appl*, 31, 99-105. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-180-7_13
- Meyer, K. S., Sweetman, A. K., Young, C. M., Renaud, P. E. 2015. Environmental Factors Structuring Arctic Megabenthos—a Case Study from a Shelf and Two Fjords. *Frontiers in Marine Science*, 2(22), 1-14. <https://doi.org/10.3389/fmars.2015.00022>
- Mutaqin, B. W., Yuendini, E. P., Aditya, B., Rachmi, I. N., Fathurrizqi, M. I., Damayanti, S. I., Ahadiah, S. N., Puspitasari, N. N. 2020. Kelimpahan Megabentos Sebagai Indikator Kesehatan Karang di Perairan Bilik, Taman Nasional Baluran, Indonesia. *Jurnal Enggano*, 5(2), 181-194. <https://doi.org/10.31186/jenggano.5.2.181-194>
- Nazar, M. 2017. Pola Distribusi Urchin (Echinoidea) pada Ekosistem Terumbu Karang (Coral Reefs) di Perairan Iboih Kecamatan Sukakarya Kota Sabang Sebagai Penunjang Praktikum Ekologi Hewan [Disertasi]. UIN Ar-Raniry Banda Aceh. 82 hal.
- Nurdyputra, I. G., Putra, I. N. G., Atmaja, P. S. P. 2024. Korelasi Kelimpahan Megabentos dengan Persentase Tutupan Terumbu Karang di Perairan Amed, Kabupaten Karangasem, Bali. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 24(1), 75-84. <https://doi.org/10.24843/blje.2024.v24.i01.p08>
- Odum, E.P. 1971. Fundamental of Ecology, 3 rd Edition, W.B Saunders Co, Philadelphia dan London, IPB, Bogor. 600 hal.
- Polimpung, A. B. H. 2025. Kondisi Tutupan Karang Keras (Scleractinia) di Perairan Sekitar Desa Bahoi [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. 60 hal.
- Rojas-Montiel, B., Reyes-Bonilla, H., Calderon-Aguilera, L. E. 2024. Predicting Functional Indices in Asteroidea and Echinoidea Assemblages of the Mexican Pacific from Measures of Structural and Taxonomic Diversity. *Journal of Sea Research*, 198, 102478. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2024.102478>
- Salie, R. L. 2025. Hubungan Antara Kondisi Tutupan Dasar Perairan dan

- Kepadatan Megabentos di Kawasan Konservasi Pulau Gili Air, Gili Meno dan Gili Trawangan Provinsi NTB [Skripsi]. Universitas Mataram. 61 hal.
- Samuel, P. D. 2016. Jenis Dan Kelimpahan Bulu Babi (Diadematidae): Coral Bioeroder pada Kondisi Tekanan Lingkungan Yang Berbeda [Disertasi]. Universitas Brawijaya. 56 hal.
- Stratmann, T., Simon-Lledó, E., Morganti, T. M., de Kluijver, A., Vedenin, A., Purser, A. 2022. Habitat Types and Megabenthos Composition from Three Sponge-Dominated High-Arctic Seamounts. *Scientific Reports*, 12(1), 20610.
- Triacha, Z. I. E. C., Pertiwi, M. P., Rostikawati, R. T. 2021. Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Cibuaya Ujung Genteng, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Dasar*, 22(1), 9-18.
- Triwibowo, A. 2023. Strategi Pengelolaan Ekosistem Terumbu Karang di Wilayah Pesisir. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan (JKPT)*, 1, 61-66. <https://doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12048>
- Wahyunita, F. 2025. Kepadatan Dan Preferensi Habitat Kerang Kima (Tridacnidae) di Perairan Pulau Nusa, Bawean, Kabupaten Gresik [Skripsi]. UIN Sunan Ampel Surabaya. 80 hal.
- Zulfa, U. 2015. Keanekaragaman Jenis Asteroidea di Zona Intertidal Pantai Pancur Taman Nasional Alas Purwo [Skripsi]. Universitas Jember. 31 hal.