



Hubungan Struktur Komunitas Echinodermata Dengan Habitat Bentik di Pantai Nyang Nyang, Pulau Bali

Yenny Agustina Sudarto^a, Gede Surya Indrawan^{a*}, I Gusti Ngurah Putra Dirgayusa^a, Ni Luh Putu Ria Puspitha^a

^aProgram Studi Sarjana Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: surya.indrawan@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received: January 8, 2026

Received in revised form: January 15, 2026

Accepted: February 23, 2026

Available online: February 28, 2026

Keywords: Benthic Cover, Community Structure, Echinoderms, Nyang Nyang Beach, Pearson Correlation

ABSTRACT

Echinoderms play an important role in maintaining the balance of benthic ecosystems through bioturbation, nutrient recycling, and regulating populations of other marine organisms. Substrate types and benthic cover, including seagrass, sand, rocks, and macroalgae, influence the distribution of echinoderms. This study aimed to analyze the community structure of Echinoderms at Nyang Nyang Beach, Bali Island, assess the condition of benthic cover and water quality, and examine the relationship between echinoderm community structure and benthic cover. The study employed a quantitative descriptive method with sampling conducted in the intertidal zone using 1×1 m² quadrat transects along a 50-meter line. The results showed that the Echinoderm community was dominated by the class Ophiuroidea, particularly Ophiocoma scolopendrina and O. erinaceus. The diversity index (H') value of 0.75 indicated a low level of diversity, the evenness index (E) of 0.42 indicated a moderate level, and the dominance index (C) of 0.49 showed moderate dominance. Macroalgae and sand-dominated benthic cover, while water quality parameters remained within standard limits for marine biota. The rubble category had a strong positive correlation with echinoderm community structure (r = 0.6), whereas rock showed a strong negative correlation (r = -0.6). These findings indicate that substrate conditions and water stability influence Echinoderm distribution, providing essential baseline information for the sustainable management of benthic ecosystems at Nyang Nyang Beach.

ABSTRAK

Echinodermata memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem bentik melalui bioturbasi, daur ulang nutrisi, dan pengendalian populasi organisme laut lain. Distribusi Echinodermata dipengaruhi oleh jenis substrat dan tutupan bentik seperti lamun, pasir, batuan, serta makroalga. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas Echinodermata yang ditemukan di Pantai Nyang Nyang, Pulau Bali, untuk menganalisis kondisi tutupan bentik dan kualitas perairan, serta untuk menganalisis hubungan antara struktur komunitas Echinodermata dengan tutupan bentik. Metode yang digunakan ialah deskriptif kuantitatif dengan pengambilan sampel pada zona intertidal menggunakan transek kuadrat berukuran 1×1 m² sepanjang 50 meter. Hasil penelitian menunjukkan komunitas Echinodermata didominasi oleh kelas Ophiuroidea, khususnya *Ophiocoma scolopendrina* dan *O. erinaceus*. Nilai indeks keanekaragaman (H') sebesar 0.75 tergolong rendah, keseragaman (E) 0.42 sedang, dan dominansi (C) 0.49 menunjukkan dominansi sedang. Tutupan bentik didominasi makroalga dan pasir, dengan kualitas perairan yang masih sesuai baku mutu biota laut. Kategori *rubble* memiliki korelasi positif kuat terhadap struktur komunitas Echinodermata (r = 0,6), sedangkan *rock* menunjukkan korelasi negatif kuat (r = -0,6). Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi Echinodermata dipengaruhi kondisi substrat dan stabilitas perairan, serta dapat menjadi dasar pengelolaan ekosistem bentik secara berkelanjutan di Pantai Nyang Nyang.

Kata Kunci: Echinodermata, Korelasi Pearson, Pantai Nyang Nyang, Struktur Komunitas, Tutupan Bentik

2026 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Keberadaan Echinodermata memiliki peran ekologis yang penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut melalui aktivitas bioturbasi, daur ulang nutrisi, serta pengendalian populasi organisme lain. Echinodermata juga berkontribusi dalam

proses bioerosi pada terumbu karang, yang penting untuk regenerasi dan pembentukan substrat baru (Idami dan Nasution, 2019).

Echinodermata secara ekologis berperan penting dalam ekosistem laut. Keberadaan Echinodermata sangat berpengaruh penting terhadap tingkat kesuburan substrat dasar perairan di

sekitarnya. Echinoidea sebagai salah satu kelas dari Echinodermata juga berkontribusi dalam proses bioerosi pada terumbu karang, yang penting untuk regenerasi dan pembentukan substrat baru (Idami dan Nasution, 2019). Habitat mereka biasanya terkait erat dengan kondisi substrat bentik, seperti terumbu karang, pasir, atau padang lamun, yang menyediakan makanan dan tempat perlindungan. Echinodermata menghuni berbagai habitat bentik, mulai dari zona intertidal hingga laut dalam (Reich *et al.*, 2015).

Habitat bentik di wilayah pesisir merupakan ekosistem yang rentan terhadap perubahan lingkungan, terutama akibat aktivitas manusia (Abubakar *et al.*, 2024). Pengembangan pariwisata, pembangunan wilayah pesisir, aktivitas perikanan, serta peningkatan tekanan antropogenik lainnya dapat menyebabkan perubahan komposisi substrat, penurunan tutupan vegetasi bentik, dan degradasi kualitas perairan. Perubahan kondisi habitat bentik tersebut berpotensi mengurangi kompleksitas habitat, sehingga hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi dan bertahan, sementara spesies lain mengalami penurunan kepadatan bahkan menghilang dari suatu ekosistem.

Ketiadaan Echinodermata dalam suatu ekosistem pesisir akibat degradasi habitat bentik dapat menimbulkan dampak ekologis yang signifikan. Echinodermata berperan dalam proses bioturbasi, penguraian bahan organik, serta menjaga kestabilan sedimen dasar perairan (Malensang *et al.*, 2025). Hilangnya kelompok organisme ini dapat menghambat proses daur ulang nutrisi, meningkatkan akumulasi bahan organik, dan menyebabkan terganggunya fungsi ekosistem bentik. Kondisi tersebut berpotensi mempercepat degradasi lingkungan dan menurunkan kualitas habitat bagi organisme bentik lainnya.

Hubungan antara Echinodermata dan habitat bentik sangat erat, karena jenis dan kelimpahan Echinodermata dipengaruhi oleh struktur dan jenis substrat yang ada. Habitat bentik seperti karang hidup, lamun, atau alga menjadi faktor utama yang menentukan distribusi dan komposisi komunitas Echinodermata di suatu ekosistem (Miala *et al.*, 2015). Echinodermata juga memiliki sensitivitas terhadap kualitas perairan, seperti suhu, salinitas, dan tingkat pencemaran. Echinodermata dapat dijadikan salah satu bioindikator lingkungan, beberapa spesies menyukai habitat yang mempunyai lingkungan kualitas perairan yang baik dan struktur komunitas yang stabil (Indrawan *et al.*, 2025).

Pantai Nyang Nyang yang terletak di wilayah Kuta Selatan, Bali, merupakan kawasan pesisir dengan karakteristik lingkungan yang khas. Kawasan ini memiliki bentang alam berupa tebing dengan ketinggian 500 meter (Yudasuara, 2015) serta perairan laut dengan tutupan bentik yang bervariasi. Kondisi lingkungan di kawasan pesisir ini terus mengalami tekanan akibat aktivitas manusia. Salah satu masalah utama yang muncul adalah degradasi habitat bentik. Habitat bentik berpotensi mengalami perubahan sebagai akibat dari faktor alami maupun adanya aktivitas pemanfaatan sehingga menyebabkan tekanan terhadap habitat bawah laut (Siregar *et al.*, 2020).

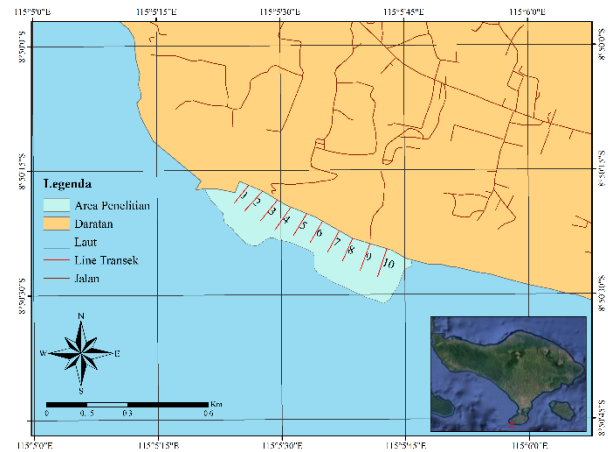
Informasi mengenai keanekaragaman biota yang ditemukan di Pantai Nyang Nyang diantaranya adalah keanekaragaman dan kelimpahan gastropoda (Gildania, 2018), studi kelimpahan bintang mengular (Purnomo *et al.*, 2023), diversitas invertebrata (Istiqlal *et al.*, 2018). Penelitian Purnomo *et al.*, (2023) memberikan informasi awal mengenai kondisi habitat dan struktur komunitas Ophiuroidea pada tingkat genus. Kajian mengenai Echinodermata di Pantai Nyang Nyang masih terbatas pada satu kelas dan belum mencakup analisis komunitas Echinodermata secara menyeluruh. Informasi mengenai keanekaragaman Echinodermata pada Pantai Nyang Nyang masih sangat minim inilah menunjukkan perlunya penelitian yang bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas Echinodermata yang ditemukan di Pantai Nyang Nyang, untuk menganalisis kondisi tutupan bentik dan kualitas perairan, serta

untuk menganalisis hubungan antara struktur komunitas Echinodermata dengan tutupan bentik.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025. Lokasi pengambilan data dilaksanakan di Pantai Nyang Nyang, Kuta Selatan Bali (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Pantai Nyang Nyang

2.2 Pelaksanaan Penelitian

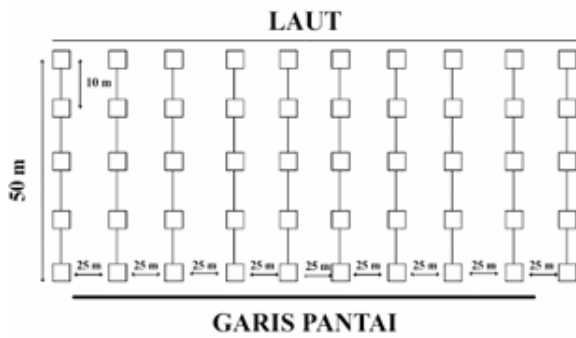
2.2.1 Penentuan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dibagi menjadi 10 *line* yang mana setiap *line* berjarak 25 meter. Lokasi penelitian ini memiliki kriteria masing-masing. *Line* 1 dan 2 merupakan zona berbatu dan tidak ada aktivitas manusia. *Line* 3 dan 4 merupakan zona berbatu dan terdapat sedikit aktivitas manusia. *Line* 5 dan 6 merupakan zona tengah. *Line* 7 dan 8 merupakan zona dengan aktivitas perhotelan. *Line* 9 dan 10 merupakan zona perbatasan antara Pantai Nyang Nyang dengan Pantai Nunggalan.

2.2.2 Pengambilan Data Echinodermata dan Tutupan Bentik

Pengambilan data Echinodermata dilakukan dengan metode *purposive sampling* dengan bantuan *line transect* atau transek garis yang dibentangkan secara tegak lurus sejajar garis pantai sepanjang 50 m dengan jumlah sepuluh *line* pengamatan. Pengambilan sampel Echinodermata dilakukan dengan menggunakan transek kuadran berukuran 1x1 m². Penelitian ini akan dilakukan pada saat kondisi surut untuk memastikan aksesibilitas lokasi dan akurasi pengambilan data. Pada setiap titik data diambil dengan jarak 10 m antar transek. Plot yang digunakan berukuran 1x1 m² diletakkan sepanjang transek garis dengan jarak interval sejauh 25 m. Skema transek garis yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. Seluruh individu Echinodermata yang ditemukan dalam transek kuadrat (plot) dicatat jumlah jenis dan jumlah individunya.

Proses identifikasi dilakukan dengan merujuk pada buku identifikasi spesies yang relevan, seperti “*Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderm*” karya Clark dan Rowe (1971) yang menyediakan panduan tentang morfologi spesies Echinodermata. Selain itu, proses identifikasi juga didukung dengan penelusuran basis data daring melalui *World Register of Marine Species* (WoRMS) sebagai sumber rujukan untuk memastikan kesesuaian nama spesies yang digunakan.



Gambar 2. Skema Transek Garis Penelitian

Pengambilan data habitat bentik dilakukan dengan metode *line transect* atau transek garis yang dibentangkan secara tegak lurus sejajar garis pantai sepanjang 50 m dengan jumlah sepuluh *line* pengamatan. Penerapan metode ini mengacu pada prosedur yang digunakan oleh Fitriyah *et al.*, (2020), dengan beberapa penyesuaian yang disesuaikan dengan kondisi fisik dan karakteristik habitat di lokasi penelitian. Pengukuran sampel kualitas air dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali pada setiap *line* pengamatan. Prosedur pengukuran kualitas air dilakukan secara insitu dan eksitu, untuk pengukuran parameter suhu, pH, salinitas, dan substrat dilakukan secara insitu di Pantai Nyang Nyang. Sedangkan, untuk pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan secara eksitu di Laboratorium Ilmu Kelautan Fakultas Kelautan dan Perikanan Universitas Udayana. Parameter kualitas perairan yang diukur meliputi suhu, pH, salinitas, dan oksigen terlarut (DO) sebagai faktor lingkungan yang memengaruhi keberadaan dan distribusi Echinodermata.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Kepadatan Echinodermata

Kepadatan Echinodermata dihitung dengan persamaan Brower & Zar (1997) dalam (Noviana *et al.*, 2019) dengan rumus sebagai berikut :

$$K = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan :

K : Kepadatan individu

n_i : Jumlah tiap jenis Echinodermata

A : Luas transek penelitian

2.3.2 Indeks Struktur Komunitas Echinodermata

Indeks ekologi Shannon-Wiener (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi Simpson (C) untuk menggambarkan struktur komunitas Echinodermata. Persamaan yang digunakan untuk menghitung keanekaragaman Echinodermata adalah persamaan Shannon-Wiener (H') (Bilmona *et al.*, 2023).

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

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan :

H' : Indeks Keanekaragaman

n_i : Jumlah individu dari suatu spesies ke-i

N : Jumlah seluruh individu

Perhitungan nilai indeks keseragaman (E) (Futri *et al.*, 2025) menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

E : Indeks keseragaman

H' : Indeks keanekaragaman

S : Jumlah spesies

Perhitungan nilai indeks dominansi menggunakan indeks Simpson dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Keterangan :

C : Indeks dominansi

n_i : Jumlah individu dari suatu spesies ke-i

N : Jumlah seluruh individu

2.3.3 Persentase Tutupan Bentik

Penghitungan persentase tutupan komunitas Echinodermata dihitung dengan rumus tutupan karang berdasarkan English *et al.*, (1997) sebagai berikut:

$$Pc = \frac{L_i}{L_{total}} \times 100\%$$

Keterangan:

Pc : Persentase tutupan (%)

L_i : Panjang tutupan kategori-i

L_{total} : Panjang transek (m)

2.3.4 Hubungan Habitat Bentik dengan Kepadatan Echinodermata

Analisis hubungan antara struktur komunitas Echinodermata dan tutupan bentik menggunakan uji korelasi Pearson. Perhitungan nilai korelasi menggunakan persamaan:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\}} \sqrt{\{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

Keterangan:

r_{xy} : Koefisien korelasi

n : Jumlah pengamatan

X : Jumlah habitat bentik

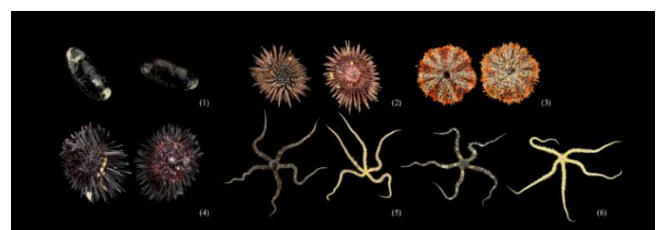
Y : Jumlah kepadatan Echinodermata

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil

3.1.1 Kepadatan Echinodermata

Penelitian yang dilakukan pada sepuluh *line* pengambilan sampel di Pantai Nyang Nyang, ditemukan Echinodermata dari enam spesies yang tergolong dalam kelas Echinoidea, Holothuroidea, dan Ophiuroidea. Spesies-spesies tersebut meliputi *Holothuria atra*, *Echinometra mathaei*, *Triplaneustes gratilla*, *Echinometra oblonga*, *Ophiocoma erinaceus*, dan *Ophiocoma scolopendrina* (Gambar 3).



Gambar 3. Spesies Echinodermata Pantai Nyang Nyang (1) *Holothuria atra*, (2) *Echinometra mathaei*, (3) *Tripneustes gratilla*, (4) *Echinometra oblonga*, (5) *Ophiocoma erinaceus*, (6) *Ophiocoma scolopendrina*

Tabel 1. Kepadatan Echinodermata Pantai Nyang Nyang

No.	Spesies	Kepadatan Echinodermata (ind/m ²)
1.	<i>T. gratilla</i>	0.2
2.	<i>E. mathaei</i>	0.6
3.	<i>E. oblonga</i>	0.4
4.	<i>H. atra</i>	0.3
5.	<i>O. erinaceus</i>	70.9
6.	<i>O. scolopendrina</i>	83.7

Penelitian yang dilakukan pada sepuluh line pengambilan sampel di Pantai Nyang Nyang, ditemukan total 1.561 individu. Perhitungan kepadatan Echinodermata menggunakan satuan individu per meter persegi (ind/m²). Kepadatan masing-masing spesies dapat dilihat pada Tabel 1.

3.1.2 Indeks Struktur Komunitas Echinodermata

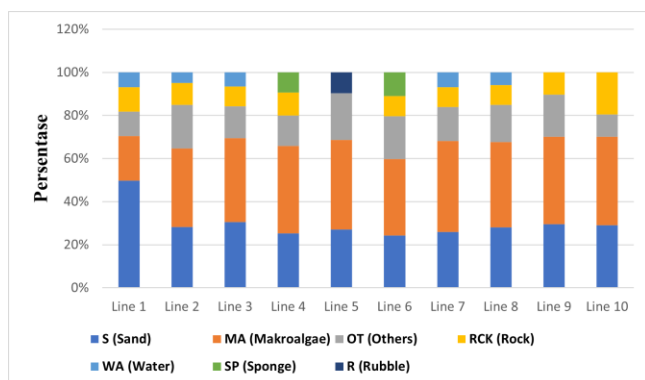
Struktur komunitas Echinodermata di Pantai Nyang Nyang dianalisis berdasarkan tiga parameter utama, yaitu indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi Simpson (C). Nilai indeks struktur komunitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Struktur Komunitas Echinodermata

No.	Indeks Struktur Komunitas	Nilai
1.	Keanekaragaman (H')	0.75
2.	Keseragaman (E)	0.42
3.	Dominansi (C)	0.49

3.1.3 Persentase Habitat Bentik dan Kualitas Perairan

Pengamatan terhadap habitat bentik pada sepuluh garis transek (Line 1–Line 10) menunjukkan hasil variasi komposisi substrat di setiap lokasi (Gambar 5). Secara umum, kategori substrat yang paling mendominasi adalah makroalga (MA) dan pasir (S), diikuti oleh jenis substrat lainnya seperti organisme lain/lamun (OT), batu (RCK), *sponge* (SP), *rubble* (R), dan air (WA). Nilai persentase habitat bentik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Tutupan Bentik Pantai Nyang Nyang

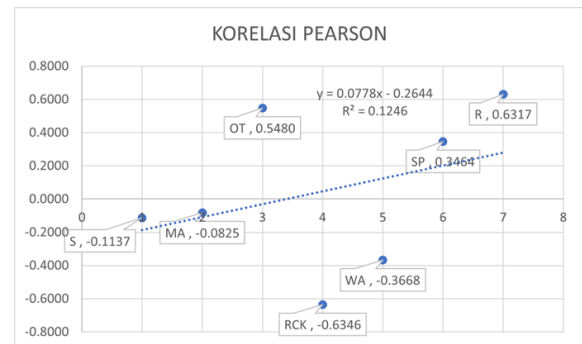
Parameter kualitas perairan masih berada dalam kisaran baku mutu biota laut dengan nilai pH 7,61; suhu 29,2°C; salinitas 32,46‰; dan DO 6,69 mg/L. Nilai kualitas perairan di Pantai Nyang Nyang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kualitas Perairan Pantai Nyang Nyang

No.	Indeks Perairan	Rata-Rata ± SD	Standar Baku Mutu (PP RI No. 22 Thn. 2021)
1.	pH	7.16 ± 0.279	7-8.5
2.	DO	6.69 ± 1.130	>5
3.	Suhu	29.20 ± 1.524	28-30
4.	Salinitas	32.46 ± 2.606	Alami

3.1.4 Hubungan Tutupan Bentik dengan Kepadatan Echinodermata

Berdasarkan hasil analisis korelasi Pearson antara struktur komunitas Echinodermata dengan berbagai jenis tutupan bentik, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) yang bervariasi untuk setiap jenis tutupan (Gambar 5).



Gambar 5. Hasil Korelasi Kepadatan Echinodermata dengan Tutupan Bentik

3.2 Pembahasan

3.2.1 Kepadatan Echinodermata

Pantai Nyang-Nyang yang terletak di Kuta Selatan, Bali, merupakan salah satu pantai yang relatif masih alami dan minim gangguan antropogenik. Letaknya yang tersembunyi di balik tebing dan sulit diakses menjadikan kawasan ini memiliki karakteristik ekosistem pesisir yang cukup terjaga. Studi sebelumnya mencatat bahwa kawasan ini memiliki komposisi invertebrata intertidal yang cukup beragam, dengan dominasi dari kelas Ophiuroidea seperti *Ophiotrix* spp. dan *Ophiocoma* spp (Purnomo *et al.*, 2023).

Kepadatan Echinodermata di lokasi penelitian didominasi oleh dua spesies dari kelas Ophiuroidea, yaitu *Ophiocoma scolopendrina* dengan kepadatan sebesar 83.70 individu/m² dan *Ophiocoma erinaceus* sebesar 70.90 individu/m². Dominasi dua spesies ini menandakan bahwa kondisi habitat di lokasi penelitian sangat sesuai bagi keberlangsungan hidup Ophiuroidea. Ketersediaan substrat keras berupa batuan dan pecahan karang mati, keberadaan celah sebagai tempat perlindungan, serta melimpahnya bahan organik sebagai sumber makanan menjadi faktor utama yang mendukung tingginya kepadatan Ophiuroidea. Hal ini sejalan dengan penelitian Setiawan *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa persebaran spesies Ophiuroidea cenderung mengelompok pada substrat batu berpasir, makroalga, dan lamun yang menyediakan perlindungan serta sumber pakan yang memadai.

Tingginya kepadatan Ophiuroidea juga berkaitan dengan kemampuan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan pesisir. Bintang mengular memiliki adaptasi unik untuk bertahan hidup di lingkungan yang berubah-ubah di wilayah perairan laut (Setiawan *et al.*, 2019). Organisme ini cenderung bergerak aktif dan melindungi diri dengan masuk ke dalam pasir atau bersembunyi di sela-sela batuan apabila menghadapi tekanan

lingkungan, seperti keberadaan predator atau kondisi cuaca ekstrem. Selain itu, organisme ini mampu melakukan autotomi dengan memutuskan lengannya sebagai mekanisme pertahanan diri. Menurut Hafiz (2025), bintang mengular banyak ditemukan di bawah batu karang maupun di celah-celah batu karang dengan memperlihatkan sedikit lengannya, dan apabila bintang mengular itu merasa terancam bahaya maka ia akan memutuskan salah satu lengannya.

Sebaliknya, spesies Echinodermata lainnya menunjukkan kepadatan yang jauh lebih rendah. *Holothuria atra* hanya tercatat sebesar 0.30 individu/m², *Echinometra oblonga* dan *Echinometra mathaei* masing-masing sebesar 0.40 individu/m² dan 0.60 individu/m², sedangkan *Tripneustes gratilla* hanya sebesar 0.20 individu/m². Rendahnya kepadatan ini dapat disebabkan oleh faktor lain seperti kompetisi dengan spesies dominan, dinamika reproduksi dan musim, serta kemungkinan adanya tekanan ekologis lain yang belum teridentifikasi, atau adanya predasi alami (Budiman *et al.*, 2014).

Rendahnya nilai kepadatan Holothuroidea dapat terjadi dikarenakan oleh beberapa faktor, seperti habitat yang kurang mendukung dan kelas Holothuroidea yang tidak mampu mentolerir kondisi lingkungan (substrat), sehingga diduga bahwa spesies yang ditemukan hanyalah spesies yang mampu mentolerir tipe substrat patahan karang mati dan berbatu (Mustafa *et al.*, 2022). Holothuroidea umumnya merupakan organisme *deposit feeder* yang lebih menyukai substrat pasir halus dengan kandungan bahan organik tinggi (Abubakar dan Salim, 2021). Dominasi substrat batuan, pasir kasar, dan patahan karang mati di Pantai Nyang Nyang diduga menjadi faktor pembatas bagi kelompok ini.

Rendahnya kepadatan Echinodermata dari kelas Echinoidea di Pantai Nyang Nyang juga berkaitan erat dengan karakteristik habitat dan kondisi lingkungan perairan. Kondisi lingkungan ini diperkirakan kurang mendukung keberadaan bulu babi, mengingat secara umum bulu babi lebih memilih permukaan yang stabil dan keras sebagai tempat melekat dan mencari makan. Meskipun Pantai Nyang Nyang memiliki substrat keras, sebagian besar substrat tersebut berupa karang mati, pasir liat, dan patahan karang yang relatif tidak stabil. Penelitian oleh Hidayat *et al.*, (2025) menyebutkan bahwa substrat berlumpur yang dominan dapat menyebabkan ketidakstabilan dan menyulitkan pergerakan bulu babi, sehingga membatasi aktivitas dan distribusinya. Kondisi substrat seperti ini kurang optimal bagi beberapa spesies di kelas Echinoidea, seperti *Echinometra oblonga*, *Echinometra mathaei*, dan *Tripneustes gratilla*, yang membutuhkan substrat stabil untuk aktivitas berlindung, menggali, dan memperoleh sumber makanan, sehingga kepadatannya di lokasi penelitian relatif rendah.

3.2.2 Indeks Struktur Komunitas Echinodermata

Nilai indeks keanekaragaman (H') Echinodermata di Pantai Nyang Nyang berada pada kategori rendah. Kondisi ini sejalan dengan hasil kepadatan individu yang memperlihatkan bahwa komunitas Echinodermata didominasi oleh dua spesies dari kelas Ophiuroidea, yaitu *Ophiocoma scolopendrina* dan *Ophiocoma erinaceus*, sedangkan spesies lain hanya ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil. Ketimpangan komposisi individu antar spesies inilah yang menyebabkan rendahnya nilai keanekaragaman di lokasi penelitian. Hal tersebut bersesuaian dengan pendapat Melvia *et al.*, (2017) yang menyatakan bahwa selain dipengaruhi oleh banyaknya jumlah spesies, nilai keanekaragaman juga ditentukan oleh penyebaran individu dari setiap spesies.

Dominasi substrat pasir yang disertai keberadaan makroalga dan keterbatasan tutupan karang keras menyebabkan hanya spesies tertentu yang mampu beradaptasi dan berkembang dengan baik,

terutama dari kelas Ophiuroidea. Spesies *Ophiocoma scolopendrina* dan *Ophiocoma erinaceus* diketahui berasosiasi dengan area bermakroalga karena struktur makroalga mampu menyediakan mikrohabitat yang mendukung aktivitas berlindung serta menjebak partikel organik sebagai sumber makanan. Kondisi ini tercermin dari hasil penelitian yang menunjukkan tingginya kepadatan Ophiuroidea pada lokasi dengan tutupan makroalga yang cukup dominan, sehingga turut berkontribusi terhadap rendahnya keanekaragaman akibat dominasi spesies tertentu. Penelitian oleh Indrawan *et al.*, (2025) yang dilakukan pada Pantai dengan dominasi substrat makroalga menunjukkan bahwa kondisi tersebut memberikan faktor pendukung terhadap peningkatan hidup bintang mengular.

Tingkat keanekaragaman yang rendah biasanya disebabkan oleh faktor lingkungan yang kurang mendukung keberagaman spesies, seperti karakteristik substrat, ketersediaan sumber pakan, serta kondisi oseanografi setempat. Tingkat keanekaragaman dapat menunjukkan jumlah kekayaan spesies yang ada pada suatu wilayah, dimana semakin banyak spesies yang ditemukan menunjukkan semakin tinggi tingkat keanekaragaman yang ada (Abidin, 2023).

Nilai indeks keseragaman (E) berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa penyebaran individu antarspesies belum sepenuhnya merata, meskipun masih terdapat kecenderungan beberapa spesies memiliki kelimpahan lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya. Nilai keseragaman yang berada pada kategori sedang ini sejalan dengan hasil penelitian Hidayat *et al.*, (2025) yang melaporkan nilai indeks keseragaman Echinodermata sebesar 0,57 di zona intertidal Pantai Serinting. Nilai tersebut menunjukkan tingkat keseragaman sedang, yang mencerminkan distribusi individu antar spesies cukup merata meskipun masih terdapat beberapa spesies dominan. Kondisi yang sama juga terlihat pada komunitas Echinodermata di Pantai Nyang Nyang, di mana spesies Ophiuroidea memiliki kelimpahan lebih tinggi dibandingkan spesies lainnya, namun kelompok Echinodermata lain masih tetap ditemukan meskipun dalam jumlah terbatas.

Karakteristik habitat di Pantai Nyang Nyang turut berperan dalam membentuk nilai indeks keseragaman tersebut. Dominasi substrat pasir yang disertai tutupan makroalga menyediakan habitat yang lebih sesuai bagi spesies-spesies Ophiuroidea yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi. Sebaliknya, keterbatasan substrat keras yang stabil serta rendahnya sedimen halus membatasi keberadaan Echinoidea dan Holothuroidea, sehingga kelimpahan kedua kelompok tersebut relatif rendah. Semakin kecil nilai indeks kemerataan jenis mengindikasikan bahwa penyebaran jenis tidak merata, sedangkan semakin besar nilai indeks kemerataan jenis maka penyebaran jenis relatif merata (Salman *et al.*, 2025).

Nilai indeks dominansi (C) termasuk dalam kategori sedang. Hal ini mengindikasikan adanya spesies tertentu yang cukup dominan, namun keberadaannya tidak sepenuhnya menekan spesies lain. Kondisi tersebut mencerminkan bahwa meskipun terdapat kecenderungan dominasi oleh spesies tertentu, struktur komunitas masih memungkinkan keberadaan spesies lain untuk bertahan di habitat yang sama. Fenomena ini umumnya terjadi pada ekosistem dengan faktor lingkungan yang hanya mendukung optimalisasi pertumbuhan bagi beberapa spesies tertentu. Dominansi terjadi karena adanya perbedaan daya adaptasi tiap jenis terhadap lingkungan (Saripantung *et al.*, 2013).

Keterkaitan antara ketiga indeks tersebut menggambarkan bahwa komunitas Echinodermata di Pantai Nyang Nyang berada pada kondisi transisi, yaitu belum sepenuhnya stabil tetapi juga tidak mengalami tekanan ekologis yang ekstrem. Rendahnya keanekaragaman, keseragaman yang sedang, serta dominansi yang tidak terlalu tinggi menunjukkan bahwa struktur komunitas masih

memungkinkan keberadaan beberapa spesies secara bersamaan, meskipun dipengaruhi kuat oleh karakteristik lingkungan dan habitat setempat. Kondisi ini menegaskan bahwa faktor lingkungan (Pakpahan *et al.*, 2020), terutama dominasi substrat pasir, keterbatasan tutupan karang keras, dan keberadaan makroalga, berperan penting dalam membentuk struktur komunitas Echinodermata di Pantai Nyang Nyang.

3.2.3 Persentase Tutupan Bentik dan Kualitas Perairan

Berdasarkan pengamatan tutupan komunitas bentik pada sepuluh line, dapat dilihat bahwa setiap lokasi memiliki komposisi substrat yang relatif bervariasi, meskipun secara umum didominasi oleh pasir (S) dan makroalga (MA). Kedua komponen ini menempati persentase yang cukup besar pada hampir seluruh line, dengan nilai kisaran sekitar 20–40% untuk pasir dan 30–40% untuk makroalga. Dominasi kedua komponen tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan pada lokasi penelitian cenderung dipengaruhi oleh substrat lunak berpasir yang mendukung pertumbuhan makroalga. Makroalga hidup pada berbagai tipe substrat dengan cara melekatkan diri pada substrat tersebut seperti substrat berbatu, terumbu karang, pasir, dan lumpur (Silaban & Kadmaer, 2020).

Selain itu, tutupan lamun (OT) juga cukup tinggi, yakni sekitar 20–30% di sebagian besar line. Kehadiran lamun menjadi salah satu indikator penting dari kesehatan ekosistem pesisir, karena padang lamun berperan dalam menstabilkan sedimen, memperbaiki kualitas perairan, serta menyediakan habitat dan sumber makanan bagi berbagai organisme bentik. Lamun bersama dengan makroalga dapat meningkatkan produktivitas primer, yang pada gilirannya akan memengaruhi ketersediaan sumber pakan bagi biota herbivora maupun detritivora, termasuk beberapa kelompok Echinodermata. Padang lamun adalah ekosistem tumbuhan yang tumbuh di perairan dangkal dan memiliki produktivitas tinggi dan memiliki peran penting untuk menjaga populasi ikan dan biota di suatu perairan (Dhama *et al.*, 2023).

Komponen lain seperti *rock* (RCK), *sponge* (SP), dan *rubble* (R) terlihat dalam persentase yang relatif rendah dan hanya muncul di beberapa line tertentu, misalnya rock dan sponge yang lebih menonjol pada Line 4–6. Kategori water (WA), yang menggambarkan area kosong atau kolom air tanpa tutupan substrat bentik, juga muncul pada beberapa line, meskipun dalam persentase kecil (kurang dari 10%). Kehadiran kategori ini dapat mengindikasikan adanya celah substrat atau kondisi substrat yang tidak tertutupi biota maupun sedimen tertentu. Echinodermata sendiri biasanya hidup dengan cara bersembunyi di antara bebatuan atau mengubur diri di pasir sebagai upaya menghindari gelombang yang kuat dan melindungi diri dari predator (Bahan *et al.*, 2019).

Struktur tutupan bentik yang didominasi pasir dan makroalga ini berkaitan erat dengan karakteristik habitat Echinodermata di Pantai Nyang Nyang. Banyak spesies Echinodermata memanfaatkan substrat berpasir sebagai tempat mengubur diri atau bergerak aktif, serta menggunakan makroalga sebagai tempat berlindung dan sumber makanan tidak langsung melalui akumulasi bahan organik. Sebagai produsen primer, makroalga menjadi dasar dari rantai makanan akuatik dan berkontribusi signifikan terhadap produktivitas primer di perairan pesisir (Reeder, 2017). Secara keseluruhan, hasil pengamatan menunjukkan bahwa struktur tutupan bentik pada lokasi penelitian cenderung heterogen, dengan dominasi pasir, makroalga, dan organisme lain, serta dukungan dari komponen minor seperti batu, *sponge*, dan *rubble*. Kondisi ini memberikan gambaran bahwa ekosistem bentik di lokasi penelitian memiliki potensi sebagai habitat beragam biota laut, terutama

kelompok yang berasosiasi dengan substrat berpasir dan makroalga.

Nilai pH perairan rata-rata sebesar $7,16 \pm 0,279$ masih berada dalam kisaran baku mutu perairan laut (7–8,5) sebagaimana tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, yang mencerminkan kondisi perairan yang relatif netral dan stabil. Kondisi pH yang stabil ini tidak menjadi faktor pembatas bagi organisme bentik, sehingga memungkinkan Echinodermata untuk hidup dan berkembang di lokasi penelitian.

Oksigen terlarut (DO) yang tercatat sebesar $6,69 \pm 1,130$ mg/L berada di atas ambang batas minimum baku mutu (>5 mg/L) sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021, menunjukkan kondisi perairan yang cukup teroksigenasi. Secara umum, kisaran DO pada lokasi penelitian masih dapat mendukung kehidupan Echinodermata Pantai Nyang Nyang karena DO masih pada kisaran baku mutu.

Suhu perairan Pantai Nyang Nyang berkisar pada nilai rata-rata $29,20 \pm 1,524$ °C dan masih berada dalam rentang suhu optimal perairan tropis. Kondisi ini sejalan dengan pendapat Aziz (1998) yang menyatakan bahwa suhu berkisar antara 20°C–30°C merupakan suhu yang cukup baik untuk mendukung kehidupan Echinodermata. Meskipun terdapat variasi suhu antar line, nilainya masih berada dalam kisaran toleransi Echinodermata, sehingga tidak memberikan tekanan lingkungan yang signifikan.

Salinitas perairan yang tercatat sebesar $32,46 \pm 2,606$ ‰ mencerminkan kondisi salinitas alami perairan laut. Menurut Aziz (1998), sebagian besar Echinodermata mampu bertahan hidup pada rentang salinitas antara 30–36‰. Kondisi salinitas yang relatif stabil mendukung keseimbangan osmotik organisme laut dan memperkuat keberlangsungan komunitas Echinodermata di lokasi penelitian.

3.2.4 Hubungan Tutupan Bentik dengan Kepadatan Echinodermata

Hasil analisis korelasi Pearson antara tutupan bentik dengan kepadatan Echinodermata menunjukkan adanya variasi kekuatan dan arah hubungan pada masing-masing kategori bentik. Nilai koefisien korelasi (*r*) yang diperoleh memperlihatkan bahwa tidak semua jenis substrat memiliki hubungan positif terhadap keberadaan Echinodermata.

Tutupan rubble (R) menunjukkan hubungan positif cukup kuat dengan kepadatan Echinodermata. Hubungan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi persentase rubble, maka kepadatan Echinodermata cenderung meningkat. Kondisi ini berkaitan erat dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan dominasi spesies dari kelas Ophiuroidea. Substrat rubble menyediakan celah dan ruang perlindungan yang optimal bagi Ophiuroidea untuk bersembunyi dari predator dan arus, serta sebagai tempat mencari makan, sehingga mendukung tingginya kepadatan spesies tersebut. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Suwartimah *et al.* (2017), Ophiuroidea ditemukan pada rata-rata terumbu karang, daerah padang lamun bersubstrat pasir, dan pecahan karang di perairan dangkal.

Tutupan organisme lain (OT), yang mencakup lamun, juga menunjukkan korelasi positif sedang terhadap kepadatan Echinodermata ($r = 0,5480$). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan lamun dan organisme bentik lainnya berkontribusi dalam menyediakan habitat dan sumber makanan tidak langsung bagi Echinodermata, terutama melalui akumulasi bahan organik dan detritus. Temuan ini selaras dengan hasil pengamatan tutupan bentik yang memperlihatkan persentase OT cukup tinggi di sebagian besar line, serta berkaitan dengan keberadaan Echinodermata yang memanfaatkan area tersebut sebagai habitat.

Penelitian oleh Natalia *et al.* (2025), menyatakan bahwa semakin tinggi kepadatan Echinodermata di suatu lokasi, maka semakin besar pula persen tutupan lamun di wilayah tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa area dengan tutupan lamun yang lebih luas cenderung menyediakan mikrohabitat dan sumber makanan yang mendukung keberadaan dan aktivitas Echinodermata (Belbachir dan Mezali, 2018).

Tutupan *sponge* (SP) menunjukkan hubungan positif lemah dengan kepadatan Echinodermata ($r = 0.3464$). meskipun kontribusinya relatif kecil, keberadaan *sponge* tetap berperan dalam menyediakan mikrohabitat tertentu bagi beberapa kelompok Echinodermata. Rendahnya nilai korelasi tersebut mengindikasikan bahwa *sponge* bukan merupakan faktor utama yang menentukan kepadatan maupun struktur komunitas Echinodermata di lokasi penelitian. Kondisi ini sejalan dengan temuan Manjón-Cabeza *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa asosiasi antara Echinodermata dan agregasi *sponge* lebih dikendalikan oleh faktor lingkungan, seperti granulometri dan kedalaman, dibandingkan oleh komposisi atau struktur *sponge* itu sendiri.

Tutupan pasir (S) dan makroalga (MA) menunjukkan hubungan negatif lemah terhadap kepadatan Echinodermata, dengan nilai korelasi masing-masing sebesar $r = -0.1137$ dan $r = -0.0825$. Hubungan ini mengindikasikan bahwa dominasi pasir dan makroalga tidak secara langsung meningkatkan kepadatan Echinodermata. Kondisi tersebut sejalan dengan hasil penelitian Aulia *et al.* (2018), yang menyatakan adanya hubungan negatif antara tutupan makroalga dan kelimpahan Echinodermata, akibat perbedaan preferensi pakan dan keterbatasan ruang aktivitas. Selain itu, dominasi substrat berpasir cenderung kurang mendukung keberadaan Echinodermata karena minimnya perlindungan dan sumber pakan, sehingga hanya spesies tertentu dengan kemampuan adaptasi tinggi yang mampu bertahan.

Tutupan rock (RCK) dan water (WA) menunjukkan hubungan negatif yang cukup jelas dengan kepadatan Echinodermata, masing-masing sebesar $r = -0.6346$ dan $r = -0.3668$. Hubungan negatif ini mengindikasikan bahwa area dengan dominasi batuan keras atau area terbuka tanpa tutupan bentik cenderung kurang mendukung keberadaan Echinodermata. Substrat batuan yang stabil namun minim celah serta area terbuka yang terpapar langsung oleh gelombang diduga membatasi ruang perlindungan dan ketersediaan sumber makanan bagi organisme bentik tersebut. Studi Siregar *et al.* (2020), menunjukkan di mana perubahan karakteristik substrat akibat tekanan lingkungan dapat menurunkan keberagaman dan kepadatan fauna bentik, termasuk Echinodermata.

Nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,1246$) menunjukkan bahwa variasi kepadatan Echinodermata hanya mampu dijelaskan sebesar 12,46% oleh faktor tutupan bentik, sedangkan sisanya kemungkinan dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain seperti kualitas perairan (suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut) maupun interaksi ekologis antar organisme. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa keberadaan pecahan karang, lamun, dan *sponge* merupakan faktor substrat yang mendukung kelimpahan Echinodermata di Pantai Nyang Nyang, sedangkan dominasi substrat berupa batuan, pasir, dan makroalga cenderung membatasi kepadatan Echinodermata. Habitat bentik yang baik menyediakan habitat yang optimal, makanan, serta perlindungan bagi Echinodermata, yang berkontribusi pada peningkatan kelimpahan biota.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, struktur komunitas Echinodermata di Pantai Nyang Nyang terdiri atas enam spesies yang termasuk dalam tiga kelas, yaitu Holothuroidea, Echinoidea, dan Ophiuroidea, dengan nilai indeks keanekaragaman (H') tergolong rendah, indeks keseragaman (E) berada pada kategori sedang, serta indeks dominansi (C) menunjukkan tingkat dominansi sedang. Kondisi tutupan bentik dan kualitas perairan memperlihatkan bahwa substrat perairan didominasi oleh makroalga dan pasir dengan persentase yang bervariasi pada setiap line pengamatan, sementara parameter kualitas perairan masih berada dalam kisaran baku mutu yang layak bagi biota laut. Analisis hubungan antara kepadatan Echinodermata dan habitat bentik menunjukkan bahwa karakteristik serta kompleksitas habitat bentik berperan penting dalam menentukan pola sebaran dan kepadatan organisme, di mana habitat yang menyediakan ruang perlindungan dan sumber pakan, seperti substrat rubble serta keberadaan organisme bentik lainnya, cenderung mendukung keberadaan Echinodermata, sedangkan dominasi substrat yang homogen dan minim struktur perlindungan kurang mendukung tingginya keberagaman komunitas.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu proses pengambilan data lapangan, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penelitian dan penyusunan jurnal ini.

Daftar Pustaka

- Abidin, M. A. I. (2023). Monitoring keanekaragaman jenis Echinodermata di Pantai Kondang Merak Kecamatan Bantur Kabupaten Malang [Doctoral Dissertation], Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Abubakar, Y., & Salim, F. D. (2021). Analysis of sea cucumber food habits (Holothuroidea) in Tanjung Gosale village Guraping subdistrict North Oba city Tidore Islands. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 945-955.
- Abubakar, S., Rivai, A. A., Fadel, A. H., Paluphi, R. W., Widhi, R. N., Abubakar, Y., & Ismail, F. (2024). *Pengelolaan Ekosistem Pesisir dan Laut*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Aulia, B. W., Bachtiar, I., & Jamaluddin, J. (2018). Kelimpahan dan Struktur Populasi Echinometra mathaei (Class Echinoidea) di Kawasan Intertidal Pantai Mandalika Lombok Tengah Sebagai Sumber Belajar Biologi. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (pp. 602-610).
- Aziz, A. (1998). Pengaruh Tekanan Panas Terhadap Fauna Echinodermata. *Jurnal Oseana*, 13(3): 125-132.
- Bahan, L. D., Duan, F. K., & Momo, A. N. (2019). Analisis Habitat dan Kelimpahan Echinodermata di Pantai Lalendo Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 16(1), 12-24.
- Bilmona, S., Kaligis, E. Y., Wagey, B. T., Losung, F., Rumampuk, N. D., & Lumingas, L. J. (2023). Asosiasi Echinodermata Dengan Komunitas Padang Lamun Di Perairan Desa Mangon Kecamatan Sanana Kabupaten Kepulauan Sula. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 11(2), 170-181.
- Budiman, C. C., Maabuat, P. V., Langoy, M. L., & Katili, D. Y. (2014). Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratatotok Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa*, 3(2), 97-101.
- Clark, A.M. & Rowe, F.W.E. (1971) Monograph of the Shallow Water Indo West Pacific Echinoderms. British Museum (Natural History), London, 238.
- Dhama, M. A., Akhhila, N., Saputra, M. S. D., Putra, M. R. P., & Simangunsong, T. (2023). Peranan Padang Lamun dalam

- Menjaga Kelestarian Ekosistem Laut Dangkal. *MAIYAH*, 2(4), 337-348.
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). Survey manual for tropical marine resources. Second edition. Survey Manual for Tropical Marine Resources. Australian Institute of Marine Science.
- Fitriyah, A., Suryanti, S., & Rudiyan, S. (2020). Hubungan Tutupan Karang Dengan Keanekaragaman Echinodermata Di Pulau Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 52-59.
- Futri, A., Rabbani, A. R., Nuari, D. F. Z., Nugroho, C. S., Sinaga, C. F. P., Firdaus, A. P., & Saad, M. (2025). Keanekaragaman, Keceragaman, Dan Dominansi Biota Karang Pada Sisi Timur dan Barat Pulau Tarahan, Kecamatan Bojonegara, Banten. *JKP-Jurnal Kelautan dan Pesisir*, 2(2), 162-171
- Gildania, B. T. (2018). Keanekaragaman dan Kelimpahan Gastropoda di Pantai Nyang Nyang, Bali Selatan [Doctoral Dissertation], UAJY.
- Hafiz, A. (2025). Keanekaragaman Tumbuhan Paku Dikawasan Air Terjun Tlogo Muncar Taman Nasional Gunung Merapi. *Jurnal Tropika Mozaika*, 5(2), 31-40. Retrieved from
- 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.
- Idami, Z. (2019). Klasifikasi Echinoidea (Filum Echinodermata) dengan metode taksonomi numerik-fenetik. *KLOROFIL: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 3(1), 4-9.
- Indrawan, G. S., Giri Putra, I. N., Kusuma Wirayuda, I. K. A., & Maharta, I. P. R. F. (2025). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Kawasan Wisata Perairan Canggü, Bali: Makrozoobentos; Struktur komunitas; Perairan canggü; Indeks Keanekaragaman. *Journal of Marine Research and Technology*, 8(2), 197-204.
- Istiqbal, B. A., Kasa, I. W., & Yusup, D. S. (2018). Invertebrates diversity of Merta Segara and Nyangnyang beach: Comparison study of two beaches with different characteristics. *Adv Trop Biodv Env Sci*, 2(2), 14-20.
- Malensang, J., Mege, R. A., & Manampiring, N. (2025). Keanekaragaman Echinodermata dan Hubungannya dengan Komposisi Lamun pada Zona Intertidal Pantai Kiama, Sulawesi Utara. *Switch: Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, 3(5), 20-43.
- Manjón-Cabeza, M. E., Ríos, P., García-Guillén, L. M., Macías-Ramírez, A., Sánchez, F., Rodríguez-Básalo, A., & Cristobo, J. (2021). Asteroids and ophiuroids associated with sponge aggregations as a key to marine habitats. a comparative analysis between avilés canyons system and El cachucho, marine protected area. *Frontiers in Marine Science*, 7, 606749.
- Melvia, Y. C. S., Sarung, M. A., dan Ulfah, M. (2017). Kabupaten batu bara provinsi sumatera utara diversity of echinoderms and environmental conditions in the shallow waters of pandang island batu bara regency sumatera utara. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 97-103.
- Miala, I., Pratomo, A., & Irawan, H. (2015). Hubungan Antara Bulu Babi, Makroalga Dan Karang Di Perairan Daerah Pulau Pucung. *Repository Umrah*, 5.
- Mustafa, L. C., Sahami, F. M., dan Kasim, F. (2022). Kelimpahan Holothuroidea pada Ekosistem Lamun Berdasarkan Periode Umur Bulan di Desa Olimoo'o Kecamatan Batudaa Pantai Kabupaten Gorontalo. *The NIKé Journal*, 10(1), 017-022.
- Natalia, A., 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.
- Noviana, N., Julyantoro, P., & Pebriani, D. (2019). Distribusi Dan Kelimpahan Bulu Babi (Echinoidea) Di Perairan Pulau Pasir Putih, Desa Sumberkima, Buleleng, Bali. *Current Trends In Aquatic Science*, 2(1), 21-28.
- Pakpahan, H. L., Irwani, I., & Widowati, I. 2020. Komposisi dan Kelimpahan Ophiuroidea dan Echinoidea di Perairan Pantai Pok Tunggal, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Journal of Marine Research*, 9(2), 109-118.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Purnomo, Y., Ulinuha, D., & Kartika, I. (2023). Studi Kelimpahan Bintang Mengular (Ophiuroidea) di Pesisir Pantai Nyang Nyang, Bali. *Current Trends In Aquatic Science*, 6(2), 133-138.
- Reeder, B. C. (2017). Primary productivity limitations in relatively low alkalinity, high phosphorus, oligotrophic Kentucky reservoirs. *Ecological Engineering*, 108, 477-481.
- Reich A., Dunn C., Akasaka K., & Wessel G. (2015). Phylogenomic Analyses of Echinodermata Support the Sister Groups of Asterozoa and Echinozoa. *PLoS ONE* 10(3): e0119627.
- Salman, S., Yusuf, K., & Hamsiah, H. (2025). Indeks Ekologi dan Pola Sebaran Echinodermata Di Pulau PajeneKang Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmiah Wahana Laut Lestari (JIWaLL)*, 2(2), 143-154.
- Saripantung, G. L., Tamanampo, J. F., & Manu, G. (2013). Community structure of gastropod in seagrass on intertidal area in the Tongkeina Village of Manado City. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3), 102-108.
- Setiawan, R., Ula, F. A., & Sijabat, S. F. (2019). Species Inventory of Brittel Stars (Ophiuroidea) at Bilik Beach, Baluran National Park, East Java. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2), 170-179.
- Silaban, R., & Kadmaer, E. M. Y. (2019). Pengaruh Parameter Lingkungan Terhadap Kepadatan Makroalga di Pesisir Kei Kecil, Maluku Tenggara. *Jurnal Kelautan Nasional Vypedumeu: Agency for Marine and Fisheries Research and Development*, 15(1). <http://dx.doi.org/10.15578/jkn.v15i1.7619>
- Siregar, V. P., Agus, S. B., Sunuddin, A., Subarno, T., & Aziizah, N. N. (2020). Analisis perubahan habitat dasar perairan dangkal menggunakan citra satelit resolusi tinggi di Karang Lebar, Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 37-51.
- Suwartimah, K., Wati, D. S., Endrawati, H., & Hartati, R. (2017). Komposisi Echinodermata di Rataan Litoral Terumbu Karang Pantai Krakal, Gunung Kidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1), 53-60.
- Yudasuara, I. K. (2015). Pengelolaan Daya Tarik Wisata Berbasis Masyarakat Di Desa Pecatu, Kuta Selatan, Kabupaten Badung. *Jurnal Master Pariwisata (JUMPA)*, 2(1): 132-149.