

Struktur Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Pantai Gunung Payung, Bali

Addiani Tannia Pramesti^a, I Nyoman Giri Putra^{a*}, Putu Satya Pratama Atmaja^a^aProgram Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia*Corresponding author, email: nyomangiriputra@unud.ac.id

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 13 Juni 2024

Received in revised form: 2 Juli 2024

Accepted: 21 September 2024

Available online: 28 Februari 2025

Keywords:

Echinoidea

Density

Ecological Index

Benthic Community

Pearson Correlation

Echinoidea are benthos animals that play an important role in aquatic ecosystems. Generally, *Echinoidea* live in association with benthic communities such as seagrasses, macroalgae, and coral reefs. The benthic community is an organism living on the seabed that plays a role in the food chain for aquatic organisms. This study aimed to determine the structure of the *Echinoidea* community and the correlation of *Echinoidea* density with benthic community cover on Gunung Payung Beach, Bali. *Echinoidea* sampling method using Benthos Belt Transect (BBT) with a length of 70 meters perpendicular to the sea and a width of 1 meter each to the right and left. The benthic community was observed using the Line Intercept Transect (LIT) method. *Echinoidea* was found to total 531 individuals from 4 families and 6 species. *Echinoidea*, which has the highest density, is *Echinometra mathaei* at 1 ind/m². The diversity index ranges from 0.27-1.71, low to medium category. The diversity index ranges from 0.39-0.95, low to high category. The dominance index ranged from 0.19 - 0.86, low to high category. The most dominant benthic community cover was found to be Dead Coral (DA), Dead Coral Algae (DCA), Macroalgae (MA), and Seagrass (SG). Pearson correlation analysis results between the percentage of benthic community cover and *Echinoidea* density has a positive direction, namely DA, DCA, Coral Massive, rubble, and Sand worth 0.364-0.989, which has a low to very high category. The negative direction correlation is MA and SG of -0.470 and -0.857 sufficient and very high categories.

Kata Kunci:

Echinoidea

Kepadatan

Indeks Ekologi

Komunitas Bentik

Korelasi Pearson

A B S T R A K

Echinoidea merupakan hewan bentos yang memainkan peran penting pada ekosistem perairan. Umumnya *Echinoidea* ditemukan hidup berasosiasi dengan komunitas bentik seperti lamun, makroalga, dan terumbu karang. Komunitas bentik merupakan organisme yang hidup di dasar laut yang berperan dalam rantai makanan bagi organisme perairan. Studi ini bertujuan untuk menentukan struktur komunitas *Echinoidea* dan korelasi kepadatan *Echinoidea* dengan tutupan komunitas bentik pada Pantai Gunung Payung, Bali. Metode pengambilan sampel *Echinoidea* menggunakan *Benthos Belt Transect* (BBT) dengan panjang 70 meter tegak lurus ke arah laut dan lebar 1 meter masing-masing ke kanan dan kiri. Pada komunitas bentik diamati dengan metode *Line Intercept Transect* (LIT). *Echinoidea* yang ditemukan berjumlah 531 individu dari 4 famili dan 6 spesies. *Echinoidea* yang memiliki kepadatan tertinggi yaitu *Echinometra mathaei* sebesar 1 ind/m². Indeks keanekaragaman berkisar 0,27-1,71 kategori rendah sampai sedang. Indeks Keseragaman berkisar 0,39-0,95 kategori rendah sampai tinggi. Indeks dominansi berkisar 0,19 - 0,86 kategori rendah sampai tinggi. Tutupan komunitas bentik yang paling dominan ditemukan *Dead Coral* (DA), *Dead Coral Algae* (DCA), *Macroalga* (MA), dan *Seagrass* (SG). Hasil analisis korelasi pearson antara persentase tutupan komunitas bentik dan kepadatan *Echinoidea* memiliki arah positif yaitu DA, DCA, *Coral Massive*, *Rubble*, *Sand* bernilai 0,364–0,989 yang memiliki kategori rendah sampai sangat tinggi. Sedangkan korelasi arah negatif yaitu MA dan SG sebesar -0,470 dan -0,857 dengan kategori cukup dan sangat tinggi.

2025 JMRT. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Echinoidea merupakan hewan yang memiliki cangkang kuat dan seluruh tubuhnya memiliki duri-duri yang melindungi tubuhnya (Anggraini, 2021). *Echinoidea* merupakan hewan bentos yang dapat berperan sebagai herbivora, omnivora, serta pemakan detritus (Arthaz *et al.*, 2015). *Echinoidea* memiliki pola penyebaran pada hampir seluruh perairan (Prasetyo *et al.*, 2019). Lokasi *Echinoidea* yakni menyebar dari perairan dangkal ke laut

dalam, tetapi umumnya *Echinoidea* sering ditemukan di zona intertidal (Suryanti *et al.*, 2017).

Penyebaran *Echinoidea* menandakan mereka memainkan peran penting ekologis, aliran energi, daur materi, dan daur nitrogen (Budiman *et al.*, 2014). *Echinoidea* pada spesies tertentu mampu hidup pada daerah bebatuan, celah karang maupun pecahan karang (Suryanti *et al.*, 2017). Selain berada di celah karang *Echinoidea* ditemukan pada habitat seperti rata-rata pasir, daerah pertumbuhan makroalga, dan padang lamun (Suryanti *et al.*, 2020). *Echinoidea*

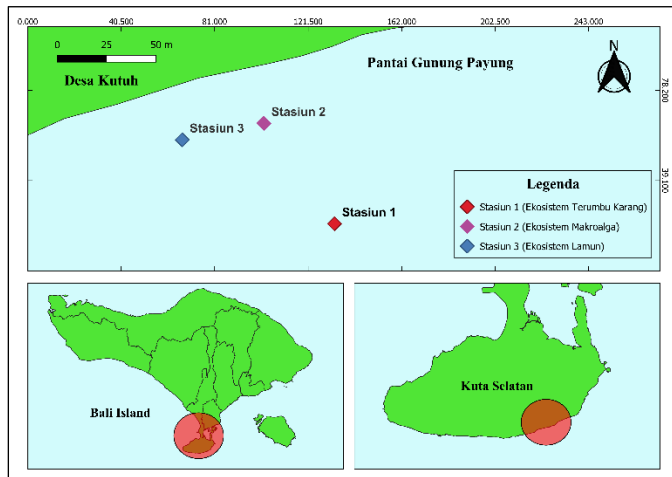
umumnya dapat ditemukan pada komunitas bentik. Komunitas bentik merupakan kumpulan organisme yang hidup di dasar laut dan memainkan peran penting pada ekosistem perairan, dimana menjadi mata rantai makanan bagi organisme yang berada di perairan (Lukman *et al.*, 2009).

Pantai Gunung Payung merupakan pantai berbatu yang menjadi destinasi wisata di Selatan Pulau Bali. Pantai ini memiliki komunitas terumbu karang, alga, serta komunitas lamun. Dalam salah satu pertimbangan Indeks Kesesuaian Wisata (IKW) pantai yaitu adanya keberadaan biota berbahaya (Chasanah *et al.*, 2017). Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui data Echinoidea yang bertujuan mengetahui nilai indeks ekologi Echinoidea dan korelasi kepadatan Echinoidea dengan persentase tutupan komunitas bentik pada Pantai Gunung Payung, Bali.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2024 di Pantai Gunung Payung, Bali (Gambar 1). Penelitian dibagi menjadi 3 stasiun dengan perbedaan komunitas yaitu Stasiun 1 (komunitas terumbu karang), Stasiun 2 (komunitas makroalga), dan Stasiun 3 (komunitas padang lamun).

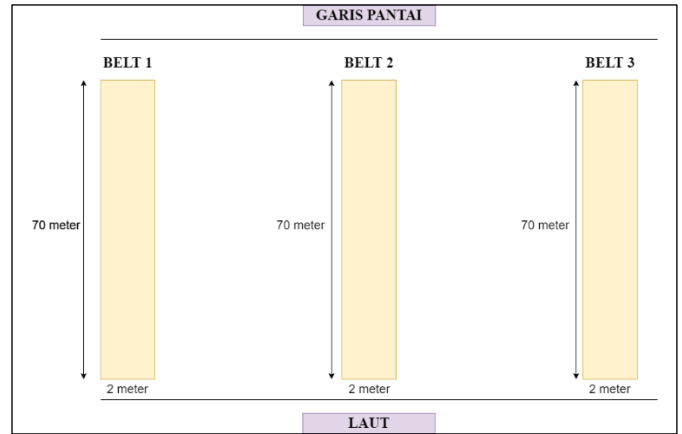


Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2.2 Pelaksanaan Penelitian

a. Pengambilan Sampel Echinoidea

Pengambilan data sampel Echinoidea pada penelitian menggunakan metode *Benthos Belt Transect* (BBT). Pengamatan secara langsung dibagi 3 stasiun yang berdasarkan komunitas yang berbeda yaitu: Stasiun 1 dengan substrat pasir dan *rubble* yang ditumbuhi oleh komunitas terumbu karang; Stasiun 2 dengan substrat pasir dan *rubble* ditumbuhi oleh komunitas makroalga; Stasiun 3 dengan substrat pasir dan *rubble* ditumbuhi oleh komunitas lamun. Pada masing-masing stasiun dibagi menjadi 3 titik pengambilan sampel. Pada penelitian terdapat tiga *belt* yang disebar dan dibuat tegak lurus dengan pantai dari darat menuju ke arah laut sepanjang 70 meter dan lebar 1 meter ke kanan dan 1 meter ke kiri. Jarak antar titik pengambilan sampel antara *belt* yaitu 50 meter. Ilustrasi BBT ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi BBT

b. Identifikasi Sampel Echinoidea

Identifikasi sampel Echinoidea dilakukan dalam kondisi sampel hidup. Duri-duri dipotong menggunakan gunting sampai bagian cangkang dan kaki tabung terlihat. Selanjutnya diukur menggunakan penggaris diameter cangkang tersebut. Setelah itu dilakukan identifikasi sampel menggunakan buku pedoman *Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderm* (Clark & Rowe, 1971), dibantu dengan pedoman identifikasi pada laman internet *The World Echinoidea Database* (www.marinespecies.org/echinoidea/).

c. Pengukuran Tutupan Komunitas Bentik

Pengukuran tutupan komunitas bentik dilakukan dengan menggunakan metode *Line Intercept Transect* (LIT). Pengukuran tutupan komunitas bentik dilakukan menggunakan transek *roll* meter 70 meter sekaligus menjadi *belt* untuk mengambil sampel Echinoidea. Metode ini merupakan salah satu metode untuk menentukan komunitas bentik berdasarkan pertumbuhan satuan persen (Wiyanto, 2019).

2.3 Analisis Data

Data struktur komunitas Echinoidea dan tutupan komunitas bentik diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan software PAST. Pengolahan data melewati tahapan antara lain yaitu:

a. Kepadatan Jenis Echinoidea

Kepadatan jenis Echinoidea merupakan jumlah suatu individu spesies. Menentukan kepadatan jenis didapatkan dari jumlah individu suatu jenis per luasan pada daerah penelitian yang menggunakan persamaan 1 (Brower & Zar (1997).

$$K = \frac{n_i}{A} \quad 1)$$

Keterangan: K: Kepadatan individu (ind/m²), n_i: Jumlah tiap jenis (individu), A: Luasan transek (m²)

b. Indeks Keanekaragaman Jenis (H')

Nilai keanekaragaman yaitu variasi spesies dan bagaimana penyebaran jumlah individu Echinoidea pada setiap jenis pada lokasi sampling. Untuk menentukan keanekaragaman dihitung dengan menggunakan indeks *Shannon-Wiener* (Odum, 1993) (persamaan 2).

$$H' = - \sum_{i=1}^I P_i \ln P_i \quad 2)$$

Keterangan: H': Indeks Keanekaragaman Jenis, n_i: Jumlah individu jenis ke-I, N: Jumlah total individu, P_i: Proporsi jenis ke-I $\frac{n_i}{N}$

c. Indeks Keseragaman (E)

Nilai keseragaman penyebaran spesies Echinoidea digunakan indeks keseragaman (Evenness) menggunakan rasio keanekaragaman dan nilai maksimumnya (Odum, 1993) (persamaan 3).

$$E = \frac{H'}{H_{max}} \quad 3)$$

Keterangan: E: Indeks keseragaman Evenness, H': Indeks keanekaragaman, Hmax: Ln S, dimana S adalah jumlah spesies. Kriteria indeks keseragaman E < 0,4 keseragaman rendah, 0,4 ≤ E ≤ 0,6 keseragaman sedang, E > 0,6 keseragaman tinggi

d. Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi merupakan perhitungan spesies yang paling dominan untuk menentukan kehadiran jenis lainnya berdasarkan indeks dominansi Simpson (Odum, 1993) (persamaan 4).

$$C = \left(\frac{n_i}{N}\right)^2 \quad 4)$$

Keterangan: C: Indeks dominansi, n_i: Jumlah individu spesies ke-I, N: Jumlah total individu nilai indeks dominansi. Kriteria indeks dominansi yaitu 0,00 < C ≤ 0,3 dominansi rendah, 0,3 ≤ C ≤ 0,6 dominansi sedang, 0,6 < C ≤ 1 dominansi tinggi.

e. Tutupan Komunitas Bentik

Tutupan komunitas bentik berguna untuk menentukan berapa banyak area dasar perairan yang ditempati oleh organisme bentik. Untuk mengetahui tutupan komunitas bentik menggunakan persamaan 5.

$$C = \frac{a}{A} \times 100\% \quad 5)$$

Keterangan: C: Persentase *lifeform* I, a: Panjang total *lifeform* I, A: Panjang transek. Kategori dan kode *lifeform* mengacu pada English & Baker (1994)

f. Analisis Korelasi Pearson

Analisis Dalam mengetahui korelasi tutupan komunitas bentik dengan kepadatan Echinoidea di perairan Pantai Gunung Payung dianalisis menggunakan korelasi *pearson*. Kategori analisis korelasi *pearson* menggunakan acuan dalam buku Supriadi (2021) pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Indeks Korelasi

Nilai	Keterangan
0,00 - 0,199	Sangat Rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Cukup
0,60 - 0,799	Tinggi
0,80 - 1,000	Sangat Tinggi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Echinoidea

Berdasarkan hasil identifikasi Echinoidea menurut Clark & Rowe (1971), berdasarkan morfologi ditemukan ordo Camarodonta, terdapat 3 Famili yaitu Echinometridae, Temnopleuridae, dan Toxopneutidae menurut kunci identifikasi. Ordo Diadematoidea yang terdiri 1 famili yaitu Diadematidae dan 3 spesies yaitu *E. calamaris*, *D. setosum*, dan *D. savignyi* (Gambar 3).

M. globulus memiliki bentuk tubuh globular atau bulat, memiliki ukuran yang lebih kecil dari spesies lainnya dengan diameter cangkang berkisar 3 sampai 6 cm, memiliki warna cokelat hingga ungu tua, memiliki duri yang berukuran pendek dan tumpul,

memiliki ambulakral dan inter-ambulakral yang jelas, area ambulakral merupakan area kaki tabung muncul dan area inter-ambulakral diantara ambulakral.

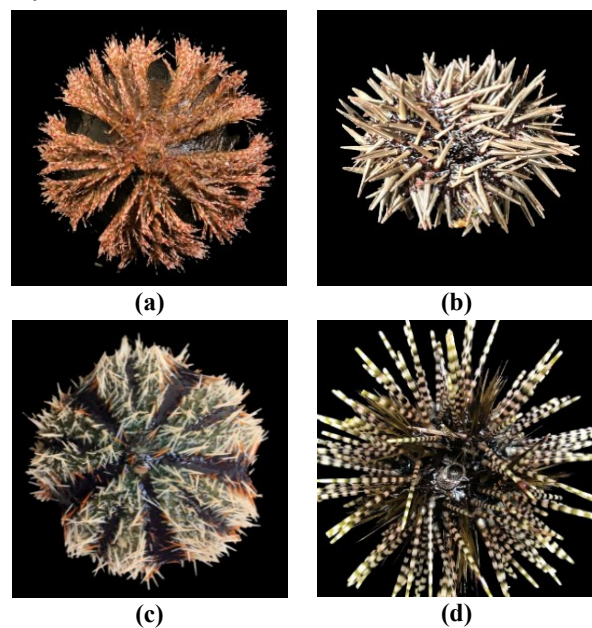
E. mathaei memiliki diameter cangkang 5 sampai 10 cm, memiliki duri pendek dan tebal menutupi seluruh permukaan cangkang, memiliki area ambulakral dan inter-ambulakral di permukaan cangkang yang terlihat jelas. Dimana area ambulakral adalah area dimana kaki tabung muncul untuk melakukan pergerakan. Warna pada spesies *E. mathaei* memiliki warna yang cukup bervariasi seperti cokelat, ungu, hijau, dan kombinasi dari warna tersebut.

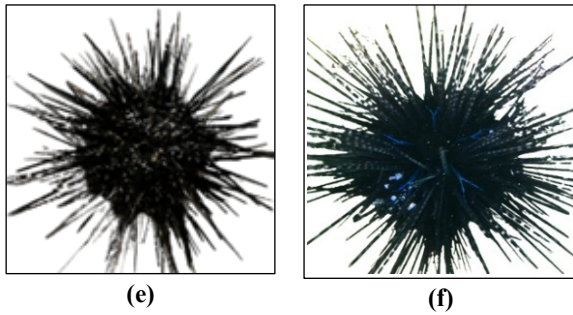
T. gratilla memiliki morfologi bentuk tubuh globular dan sedikit gepeng bagian atas dan bawah, memiliki diameter 10 sampai 15 cm, memiliki cangkang keras dan kuat, memiliki area ambulakral menonjol dan dilengkapi kaki tabung, memiliki panjang duri 3 sampai 4 cm, memiliki warna yang mencolok dan menarik.

E. calamaris memiliki morfologi bentuk tubuh globular, memiliki duri yang panjang berkisar 12 cm sampai lebih, memiliki duri utama yang panjang dan duri sekunder yang lebih pendek dan halus, pada cangkang memiliki area ambulakral yang tersedia kaki-kaki tabung dan area inter-ambulakral dibagian antara area ambulakral yang biasanya memiliki kepingan yang lebih lebar, memiliki warna tubuh hijau, coklat, dan hitam.

D. setosum memiliki morfologi tubuh yang hampir bulat, ukuran cangkang berkisar 7 sampai 10 cm, memiliki duri-duri yang sangat panjang dan tipis yang memiliki panjang hingga 30 cm, memiliki duri berwarna hitam atau coklat gelap, memiliki area inter-ambulakral dan ambulakral yang jelas, memiliki ciri khas pada area anus memiliki cincin berwarna jingga atau orange.

D. savignyi memiliki bentuk tubuh globular hampir bulat sempurna dan memiliki diameter cangkang 6 sampai 9 cm, memiliki duri yang tipis, rapuh, dan sangat panjang berukuran 25 sampai 30 cm, memiliki warna yang khas memiliki pola cincin biru di sekitar anus yang menjadi pembeda antara spesies *Diadema* lainnya.

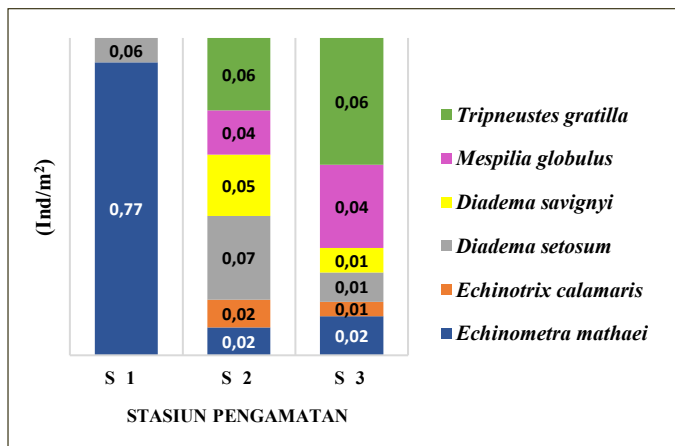




Gambar 3. Spesies Echinoidea, (a) *M. globulus*, (b) *E. mathaei*, (c) *T. gratilla*, (d) *E. calamaris*, (e) *D. setosum*, (f) *D. savignyi*

3.2 Kepadatan Echinoidea

Kepadatan Echinoidea pada Stasiun 1 memiliki kepadatan tertinggi yaitu spesies *E. mathaei* sebesar 0,77 ind/m² dan kepadatan terendah pada spesies *D. setosum* sebesar 0,06 ind/m². Stasiun 2 memiliki nilai kepadatan tertinggi pada spesies *D. setosum* sebesar 0,07 ind/m² dan kepadatan terendah pada spesies *E. calamaris* dan *E. mathaei* masing-masing sebesar 0,02 ind/m². Stasiun 3 memiliki nilai kepadatan tertinggi 0,06 ind/m² pada spesies *T. gratilla* dan kepadatan terendah pada *D. savignyi*, *D. setosum*, dan *E. calamaris* sebesar 0,01 ind/m². Hasil kepadatan spesies pada setiap stasiun dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Kepadatan Echinoidea

Berdasarkan hasil pengumpulan data kepadatan Echinoidea di perairan Pantai Gunung Payung pada tiga stasiun pengamatan cukup bervariasi. Echinoidea spesies *E. mathaei* ditemukan pada semua komunitas dan paling banyak ditemukan pada Stasiun 1 (komunitas terumbu karang). Hal ini dikarenakan *E. mathaei* hidup di dalam lubang-lubang karang mati, sesuai dengan hasil tutupan komunitas bentik pada Stasiun 1 (Gambar 5) dimana *Dead Coral* (DA) dan *Dead Coral with Algal* (DCA) merupakan komunitas bentik yang mendominasi pada Stasiun 1. Hasil ini didukung oleh pernyataan dari Juliawan *et al.* (2017), bahwa penyebaran spesies *E. mathaei* sangat bergantung pada faktor habitat dan makanan, umumnya ditemukan hidup pada lubang-lubang karang mati untuk melindungi diri dari serangan predator. Pernyataan diatas juga didukung oleh hasil penelitian Suryanti *et al.* (2020), yaitu spesies *E. mathaei* hidup di bebatuan karang dan pasir. Disusul dengan hasil kepadatan pada Stasiun 2 (komunitas makroalga) dan Stasiun 3 (komunitas lamun), dimana hasil tersebut sesuai hasil penelitian Suryanti dan Ruswahyuni (2014) bahwa individu *E. mathaei* pada terumbu karang memiliki nilai yang lebih tinggi dari padang lamun. Pada penelitian Satyawan *et al.* (2014) menjelaskan hasil pada zona terumbu karang juga memiliki kepadatan yang tinggi dibandingkan substrat berpasir dan lamun.

Echinoidea spesies *E. calamaris* hanya ditemukan pada Stasiun 2 (komunitas makroalga) dan Stasiun 3 (komunitas lamun). Menurut hasil studi Hayes *et al.* (2023) di Kepulauan Phi Phi, Thailand spesies *D. savignyi* jarang ditemukan dikarenakan hidupnya menyendiri, sehingga spesies ini memiliki kepadatan yang lebih sedikit pada substrat terumbu karang. Dalam penelitian Nane *et al.* (2020) menemukan spesies ini menetap pada komunitas terumbu dalam kelompok yang kecil. Berdasarkan penelitian Lubis *et al.* (2016) Echinoidea spesies *E. calamaris* ditemukan pada substrat pecahan karang, berpasir, dan daerah pertumbuhan lamun. Sama halnya dengan penelitian Alwi *et al.* (2020), dimana habitat *E. calamaris* terdapat pada *rubble* (pecahan karang). Sehingga pernyataan diatas sesuai dengan pada Stasiun 2 dan 3 terdapat substrat *rubble* yang mendukung tempat yang pertumbuhan spesies *E. calamaris*. Spesies ini tidak ditemukan pada komunitas terumbu karang diduga karena kurang mampu bersaing dengan spesies lain seperti bersaing mendapat makanan (Wulandewi *et al.*, 2015). Selain itu diduga persaingan antara spesies lain seperti *D. setosum* yang dapat membatasi populasi *E. calamaris* pada komunitas terumbu karang.

Echinoidea spesies *D. setosum* ditemukan pada tiga stasiun, kepadatan individu tertinggi spesies *D. setosum* terdapat pada Stasiun 2 (komunitas makroalga), disusul dengan Stasiun 1 (komunitas terumbu karang), dan Stasiun 3 (komunitas lamun). Hal ini dikarenakan *D. setosum* umumnya dapat hidup di semua komunitas, pernyataan ini sesuai dengan pernyataan Ristanto *et al.* (2017), dimana *D. setosum* hampir ditemukan pada daerah rata-rata pasir, padang lamun, rata-rata karang dan tubir, sampai daerah bebatuan. Dalam penelitian Luza dan Malay (2019) di Pulau Taklong Filipina *D. setosum* merupakan hewan herbivora yang memakan alga sehingga spesies ini sering ditemukan pada habitat makroalga dan memainkan peran penting dalam mengontrol kelimpahan alga, serta membantu perekutan karang. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa *D. setosum* banyak ditemukan pada Stasiun 1 dan 2.

Echinoidea spesies *D. Savignyi* ditemukan hanya pada dua stasiun, yaitu Stasiun 2 (komunitas makroalga) dan Stasiun 3 (komunitas lamun). Hal ini dapat disebabkan karena komunitas terumbu karang pada lokasi penelitian sudah didominasi oleh *D. setosum* yang dimana jenis ini hidup mengelompok (Suryanti *et al.*, 2020). Tingginya jumlah individu *D. setosum* disebabkan juga karena pola hidup yang berkelompok dan menyebabkan proses perkawinan antara individu satu dengan yang lainnya. Sehingga menyebabkan jumlah *D. setosum* pada lokasi penelitian lebih tinggi dari genus lainnya (Tangahma, 2023). Diduga pernyataan diatas mendukung bahwa tidak adanya spesies *D. savignyi* dikarenakan kalah bersaing dan sudah didominasi spesies lainnya seperti *D. setosum*, sehingga spesies lainnya dapat menyaingi dan dapat membatasi populasi dari spesies *D. savignyi*.

Echinoidea spesies *M. globulus* ditemukan pada dua stasiun yaitu Stasiun 2 (komunitas makroalga) dan Stasiun 3 (komunitas lamun). Hal ini dikarenakan spesies ini umumnya hidup di substrat berpasir pada komunitas lamun, serta hidupnya menyendiri. Hal ini didukung oleh pernyataan Tala *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa *M. globulus* umumnya hidup pada habitat berpasir berlamun dan alga. Serta Echinoidea spesies ini memakan bahan organik pada dasar perairan. Menurut Purnamasari *et al.* (2023) spesies ini juga hidup pada substrat berpasir. Dalam pernyataan pendukung penelitian sebelumnya sesuai dengan penemuan spesies *M. globulus* yang ditemukan pada Stasiun 2 dan 3 dalam habitat berpasir yang terdapat lamun dan makroalga.

Echinoidea spesies *T. gratilla* ditemukan pada dua stasiun yaitu Stasiun 2 (komunitas makroalga) dan Stasiun 3 (komunitas lamun). Hal ini dikarenakan Echinoidea spesies ini senang hidup pada komunitas padang lamun. Spesies ini dalam hasil penelitian Toha

et al. (2012) pada lokasi Perairan Teluk Cenderawasih ditemukan pada berbagai habitat di lokasi penelitian yaitu pada padang lamun, alga, dan sebagian hidup pada terumbu karang. Hal ini tidak ditemukan pada Stasiun 1 diduga spesies ini tidak hidup pada rata-rata terumbu karang. Penelitian Sese et al. (2018) menjelaskan, Echinoidea jenis ini hidup soliter dan menyukai habitat komunitas lamun. Hasil penelitian pada Silaban & Dobo (2023) menyatakan bahwa, tingginya kepadatan *T. gratilla* sesuai dengan habitatnya dengan kerapatan lamun yang tinggi. Menurut Toha et al. (2012), spesies *T. gratilla* menjadikan lamun habitat terbaik untuk tempat berkembang, mencari makan, dan berlindung. Echinoidea spesies ini juga dijumpai pada komunitas lamun yang berasosiasi dengan makroalga jenis *Padina* sp.

3.3 Struktur Komunitas Echinoidea

Hasil struktur komunitas pada Pantai Gunung Payung disajikan pada (Tabel 1). Hasil indeks keanekaragaman pada Stasiun 1, 2, dan 3 adalah 0,27 – 1,71 yang termasuk dalam kategori rendah sampai sedang. Nilai Indeks Keseragaman pada lokasi penelitian Stasiun 1, 2 dan 3 kisaran 0,39 - 0,95 yang termasuk dalam kategori keseragaman rendah sampai tinggi. Indeks dominansi pada lokasi penelitian adalah kisaran 0,19 - 0,86 yang termasuk dalam kategori rendah sampai tinggi.

Tabel 1. Struktur Komunitas Echinoidea

Stasiun	Keanekaragaman (<i>H'</i>)		Keseragaman (<i>E</i>)		Dominansi (<i>C</i>)	
	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria	Nilai	Kriteria
1	0.27	Rendah	0.39	Rendah	0.86	Tinggi
2	1.71	Sedang	0.95	Tinggi	0.19	Rendah
3	1.53	Sedang	0.86	Tinggi	0.26	Rendah

Hasil perhitungan keanekaragaman pada ketiga stasiun pengamatan menunjukkan bahwa nilai tertinggi terdapat pada stasiun 2 dan 3 yang masuk dalam kategori sedang, sedangkan pada stasiun 1 memiliki nilai terendah yang masuk dalam kategori rendah. Tinggi rendahnya suatu indeks keanekaragaman tergantung pada jumlah spesies dan individu pada spesies tersebut. Indeks keanekaragaman akan tinggi jika jumlah masing-masing spesies hampir sama, sedangkan memiliki nilai rendah jika terdapat spesies tertentu mendominasi pada spesies tertentu. Keanekaragaman spesies juga dapat dipengaruhi kondisi substrat sebagai tempat habitat biota perairan (Arhas et al., 2019).

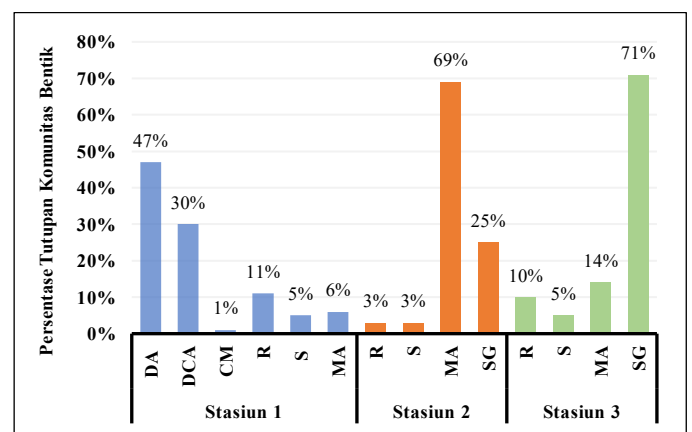
Nilai indeks keseragaman pada Stasiun 1 memiliki nilai indeks keseragaman yang termasuk dalam kategori keseragaman rendah, dimana menurut Mattewakkang (2013), nilai indeks keseragaman semakin kecil jika penyebaran individu pada setiap spesies tidak sama, sehingga terindikasi didominasi oleh jenis tertentu. Lokasi penelitian menunjukkan bahwa pada stasiun 2 dan 3 memiliki nilai yang tinggi dan termasuk dalam kategori keseragaman tinggi. Tingginya nilai indeks keseragaman mengindikasikan bahwa semua jenis biota yang ditemukan memiliki persebaran yang merata dan memiliki kondisi ekologi yang sama (Putri et al., 2021). Tingginya indeks keseragaman pada lokasi penelitian menunjukkan tidak adanya persaingan antar spesies, serta keberadaan komunitas Echinoidea pada lokasi penelitian dalam kondisi stabil (Alwi et al., 2020).

Nilai indeks dominansi pada Stasiun 1 memiliki kategori tinggi, dimana spesies *E. mathaei* mendominasi populasi pada Stasiun 1. Dimana spesies ini hidup pada celah-celah karang pada hamparan terumbu. Sedangkan indeks dominansi pada Stasiun 2 dan 3 memiliki kategori rendah, hal ini dikarenakan persebaran pada spesies pada Stasiun 2 dan 3 cukup merata. Ketika semakin

tinggi nilai keseragaman maka tidak ada spesies yang akan mendominasi pada suatu komunitas, hal ini disebabkan individu semua jenis terbagi rata pada lokasi penelitian (Alwi et al., 2020).

3.4 Tutupan Komunitas Bentik

Hasil persentase tutupan komunitas bentik pada Stasiun 1 memiliki persentase komunitas bentik yang paling banyak ditemukan yaitu *Dead Coral* (DA) dan *Dead Coral with Algal* (DCA) yang memiliki persentase tutupan masing-masing bernilai 47% dan 30%. Stasiun 2 memiliki persentase komunitas bentik yang paling banyak ditemukan *Macroalgae* (MA) sebesar 69%, sedangkan 3 kategori lainnya memiliki nilai persentase tutupan yang rendah dibandingkan MA. Stasiun 3 memiliki persentase komunitas bentik yang paling banyak ditemukan (SG) yaitu 71%, sedangkan 3 kategori lainnya memiliki persentase jauh lebih rendah dibandingkan SG. Hasil persentase komunitas bentik disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Persentase Tutupan Komunitas Bentik, DA= *Dead Coral*; DCA= *Dead Coral Algae*; CM= *Coral Massive*; R= *Rubble*; S= *Sand*; MA= *Macroalgae*

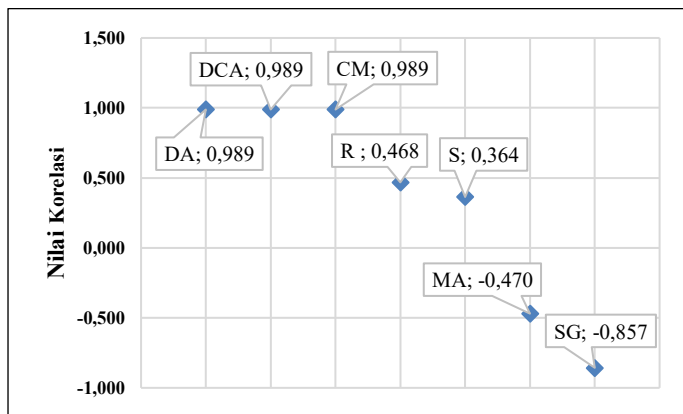
Berdasarkan hasil tutupan komunitas bentik (Gambar 5) dimana pada Stasiun 1 spesies yang ditemukan merupakan spesies yang senang berlindung di karang mati dan terumbu. Stasiun 2 merupakan komunitas makroalga yang dimana, makroalga merupakan salah satu makanan Echinoidea. Pada Stasiun 3 merupakan komunitas lamun, yang dimana Echinoidea berperan sebagai *grazer* yang dapat memakan lamun pada beberapa genus serta epifit alga pada lamun yang berguna untuk mengontrol pertumbuhan alga yang berlebihan. Hal ini menggambarkan Echinoidea memainkan peran penting dalam komunitas bentik. Echinoidea memiliki hubungan yang erat dengan komunitas bentik yaitu mengendalikan penyebaran alga, pemelihara kesehatan terumbu karang, serta penyedia habitat untuk berlindung.

Umumnya tutupan komunitas bentik pada lokasi penelitian memiliki banyak kesamaan dengan hasil komunitas bentik pada lokasi penelitian lainnya. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2017) dimana habitat bentik terumbu karang yang ditemukan pada kawasan intertidal Pantai Sanur ini lebih banyak ditemukan batuan dan sering menjumpai karang mati yang ditumbuhi alga atau dalam kategori disebut DCA. Pada hasil pengamatan komunitas bentik pada Pantai Gunung Payung ditemukan *rubble* dan pasir. Dimana hasil tersebut sama dengan hasil komunitas bentik pada penelitian Risman et al. (2022) yang berlokasi penelitian di Pulau Denawan Kabupaten Kotabaru ditemukan beberapa kategori antara lain RB-S-DCA (*Rubble, Sand, dan Dead Coral with Algal*), DA (*Dead Coral*), dan MA (*Macroalgae*). Sama halnya dalam penelitian Ariasari et al. (2023) yang berlokasi pada pesisir Labuan Bajo ditemukan beberapa habitat bentik antara lain terumbu karang (*Branching, Soft Coral,*

Dead Coral), makroalga, serta padang lamun. Tipe substrat pada pesisir Labuan Bajo ini di dominasi pasir dan *rubble*.

3.5 Korelasi Tutupan Komunitas Bentik dengan Kepadatan Echinoidea

Hasil uji korelasi kepadatan Echinoidea dengan tutupan komunitas bentik memiliki nilai korelasi positif yaitu DA, DCA, CM, R, dan S yang bernilai 0,364 – 0,989. Nilai tersebut memiliki hubungan yang searah dan memiliki kategori korelasi rendah sampai sangat tinggi. Sedangkan hasil korelasi negatif yaitu MA dan SG sebesar -0,470 dan -0,857, nilai ini masuk dalam kategori cukup dan sangat tinggi. Nilai korelasi negatif memiliki hubungan berbanding terbalik antara kepadatan Echinoidea terhadap tutupan komunitas bentik. Hasil perhitungan korelasi antara tutupan komunitas bentik dengan kepadatan Echinoidea pada Pantai Gunung Payung disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Analisis Korelasi Komunitas Bentik dengan Echinoidea

Berdasarkan hasil korelasi pada Pantai Gunung Payung (Gambar 6) dimana nilai korelasi positif yang memiliki hubungan dua variabel yang searah yaitu pada komunitas bentik kategori DA, DCA, CM, R, dan S. Pernyataan ini sesuai dengan hasil penelitian Thamrin *et al.* (2011), Echinoidea pada lokasi penelitian pada Desa Mapur umumnya hidup di daerah substrat karang mati. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Yudasmara (2014) yang berlokasi di Pulau Menjangan dan memiliki persentase DA sebesar 22,44%, dimana pada lokasi penelitian Echinoidea hidup pada sela-sela karang, terutama pada substrat *rubble*, karang mati, dan substrat keras yang berada di dasar laut. Komunitas bentik DA memiliki nilai korelasi positif sangat tinggi, hal ini menunjukkan adanya hubungan linier antara komunitas bentik DA dengan kepadatan Echinoidea. Hal ini berarti ketika nilai persentase tutupan komunitas bentik DA tinggi maka diikuti juga oleh nilai kepadatan Echinoidea yang besar. Sedangkan pada komunitas bentik DCA ditemukan bahwa Echinoidea senang hidup pada komunitas ini untuk mencari makan. Pernyataan ini juga didukung oleh Thamrin *et al.* (2011) dimana kelompok biota Echinodermata umumnya senang hidup di pertumbuhan algae dan pecahan karang. Nilai korelasi komunitas bentik DCA memiliki nilai korelasi yang sangat tinggi, hal ini diartikan sebagai nilai persentase tutupan komunitas bentik tinggi maka diikuti juga oleh nilai kepadatan Echinoidea yang besar.

Pernyataan yang dapat mendukung kategori komunitas bentik *massive* (CM) merupakan tempat pertumbuhan Echinoidea terdapat pada penelitian (McClanahan & Muthiga, 1988). Dimana Echinoidea pada karang *massive* di terumbu karang Kenya dapat membantu menjaga kebersihan permukaan karang dari pertumbuhan alga yang berlebihan serta mendukung regenerasi karang. Nilai korelasi pada komunitas bentik CM memiliki nilai korelasi sangat tinggi, dimana nilai persentase tutupan komunitas bentik tinggi maka diikuti juga oleh nilai kepadatan Echinoidea

yang besar. Penelitian Setyawan *et al.* (2014) menyebutkan juga bahwa pada komunitas terumbu karang di Pulau Panjang didominasi oleh pecahan karang/R sebesar 36,19% dan karang mati sebesar 30,53%. Hal ini mendukung pernyataan bahwa Echinoidea memiliki nilai yang searah pada habitat bentik *rubble*. Pada komunitas *rubble* memiliki nilai korelasi positif dengan kriteria cukup. Nilai tersebut memiliki nilai yang searah tutupan komunitas bentik dengan kepadatan tetapi kriteria cukup. Sedangkan komunitas bentik S memiliki nilai korelasi positif yang memiliki kriteria rendah. Korelasi rendah menunjukkan bahwa habitat bentik S tidak memiliki pengaruh signifikan pada kepadatan Echinoidea. Hal ini dikarenakan Echinoidea memiliki kaki tabung yang sulit untuk melekat pada substrat lunak sehingga Echinoidea hanya sebagian kecil hidup pada substrat pasir (Sari *et al.*, 2017). Hasil korelasi negatif terdapat pada komunitas bentik MA dan SG.

Dimana nilai ini menunjukkan adanya hubungan tidak searah antara kepadatan Echinoidea dengan kedua komunitas bentik tersebut. Korelasi negatif memiliki arti ketika nilai persentase tutupan komunitas bentik rendah maka nilai kepadatan Echinoidea tinggi, begitu pula sebaliknya. Rendahnya korelasi pada komunitas bentik MA dan SG dikarenakan Echinoidea yang ditemukan pada lokasi pengamatan lebih dominan hidup pada karang mati (stasiun 1) yaitu spesies *E. mathaei* dan *D. setosum*. Nilai korelasi komunitas bentik MA memiliki kriteria cukup, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Tyrrel (2014) di Watamu Kenya yang memiliki hasil korelasi negatif dimana kepadatan Echinoidea diikuti dengan pengurangan makroalga.

Korelasi pada komunitas bentik SG memiliki nilai korelasi negatif dengan kategori sangat tinggi. Korelasi ini menunjukkan bahwa komunitas bentik SG memiliki pengaruh signifikan berbanding terbalik dengan kepadatan Echinoidea. Dimana semakin rendah nilai persentase tutupan komunitas bentik SG maka nilai kepadatan Echinoidea akan semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Sulistiawan *et al.* (2019) di Pantai Pancuran Taman Nasional Karimunjawa, Jepara yang memiliki arah hubungan korelasi yang negatif. Berbeda halnya dengan hasil penelitian Wijaya *et al.* (2022) di Pantai Legon Bajak dan Pulau Menjangan Kecil, Taman Nasional Karimunjawa yang memiliki hubungan korelasi positif dan kriteria sedang. Perbedaan hasil ini disebabkan karena jumlah kepadatan Echinoidea di Pantai Gunung Payung lebih sedikit dan penyebaran komunitas bentik kategori SG dan MA tidak merata pada Stasiun 1.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Spesies Echinoidea yang ditemukan di Pantai Gunung Payung sebanyak 6 spesies diantaranya *E. mathaei*, *E. calamaris*, *D. Setosum*, *D. savignyi*, *M. globulus*, dan *T. gratilla*. Pada Stasiun 1 menunjukkan keanekaragaman dan keseragaman rendah, serta dominansi tinggi.
2. Hasil uji korelasi tutupan komunitas bentik DA, DCA, CM, R, dan S memiliki nilai korelasi positif, menunjukkan bahwa peningkatan tutupan komunitas bentik berkaitan dengan peningkatan kepadatan Echinoidea. Sedangkan pada tutupan komunitas bentik MA dan SG memiliki nilai korelasi negatif, menunjukkan bahwa peningkatan tutupan komunitas bentik ini berkaitan dengan penurunan kepadatan Echinoidea. Begitu pula sebaliknya, ketika persentase tutupan komunitas bentik MA dan SG rendah, kepadatan Echinoidea cenderung tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih kepada pihak BUMDA Kutuh dan pengelola Pantai Gunung Payung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Alwi, D., Muhammad, S. H., & Tae, I. (2020). Karakteristik Morfologi dan Indeks Ekologi Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Desa Wawama Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(1), 23.
- Anggraini, R. (2021). Manfaat Bulu Babi (Echinoidea), Dari Sumber Pangan Sampai Organisme Hias. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia*.
- Arhas, F. R., Mahdi, N., & Kamal, S. (2019). Struktur Komunitas dan Karakteristik Bulu Babi (Echinoidea) di Zona Sublitoral Perairan Iboh Kecamatan Sukakarya Kota Sabang. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 3(1), 233–238.
- Ariasari, A., Munir, M., Nabiu, N. L. M. N., Sugara, A., Anggoro, A., & Bakhtiar, D. (2023). Karakteristik Habitat Bentik Perairan Dangkal Di Pesisir Labuan Bajo, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Enggano*, 8(1), 18–26.
- Arthaz, C. P., Suryanti, & Ruswahyuni. (2015). Hubungan kelimpahan bulu babi (sea urchin) dengan bahan organik substrat dasar perairan di Pantai Krakal, Yogyakarta. *Manajemen of Aquatic Resources*, 4(3), 148–155.
- Budiman, C. C., Maabuat, P. V., Langoy, M. L. D., & Katili, D. Y. (2014). Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratatotok Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA*, 3(2), 97.
- Chasanah, I., Purnomo, P. W., & Haeruddin, H. (2017). Analisis Kesesuaian Wisata Pantai Jodo Desa Sidorejo Kecamatan Gringsing Kabupaten Batang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 7(3), 235–243.
- Clark, A. M., & Rowe, F. W. E. (1971). Monograph of shallow-water Indo-West Pacific Echinoderms. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, 690.
- English, S., & Baker, V. (1994). Survey Manual for tropical marine resources. In *Townsville Australian Institute of Marine Science (Vol. 390)*.
- Hayes, F. E., Eastman, M. E., & Duncan, J. C. (2023). Fishes associating with the echinoids *Diadema setosum* and *Echinothrix calamaris* (Diadematoidea: Diadematoidea) in the Phi Phi Islands of southwestern Thailand. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 16(3), 300–305.
- Juliawan, Dewiyanti, I., & Nurfadillah. (2017). Kelimpahan dan Pola Sebaran Bulu Babi (Echinodea) di Perairan Pulau Klah Kota Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(4), 541–546.
- Lubis, S. A., Purnama, A. A., & Yolanda, R. (2016). Spesies Bulu Babi (Echinodea) di Perairan Pulau Panjang Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Bangka Belitung. *Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 1–6.
- Lukman, T., C., M., F., & J., S. (2009). Komunitas Biota Hewan Bentik pada Danau Papanar Banjir di Kalimantan Timur. *Biosfera*, 26(3), 115–123.
- Luza, J. C. S., & Malay, M. C. D. (2019). Feeding preferences of the sea urchin *Diadema setosum* (Leske, 1778) in Taklong Island National Marine Reserve, Guimaras, Philippines. *PeerJ Preprints, May*.
- McClanahan, T. R., & Muthiga, N. A. (1988). Changes in Kenyan coral reef community structure and function due to exploitation. *Hydrobiologia*, 166(3), 269–276.
- Nane, L., Baruadi, A. S. R., & Mardin, H. (2020). Density of the blue-black urchin *Echinothrix diadema* (Linnaeus, 1758) in Tomini Bay, Indonesia. *Tomini Journal of Aquatic Science*, 1(1), 16–21.
- Noviana, N. P. E., Julyantoro, P. G. S., & Pebriani, D. A. A. (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.
- Odum, E. P. (1993). Dasar-dasar Ekologi. Terjemahan Tjahjono Samingan. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. In *Fundamentos De Ecologia*.
- Prasetyo, E., Amalia Zaida, A., Wulan, I. N., Wulandari, R., Santiati, E., & Prakoso, C. N. Y. (2019). Kekayaan Jenis Bulu Babi (Sea Urchin) di Kawasan Perairan Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies*, 12(1), 33–39.
- Purnamasari, R., Tala, W. S., Kusri, K., & Rasyid, M. (2023). Jenis - Jenis Bulu Babi (Echinoidea) Di Zona Intertidal Pantai Gerak Makmur Kecamatan Sampolawa Kabupaten Buton Selatan. *Jurnal Bioedukasi*, 6(2), 299–307.
- Putri, A. J., Rudiyan, S., & Taufani, W. T. (2021). Inventarisasi Biota Di Vegetasi Baru Mangrove Tambak Rejo, Semarang, Jawa Tengah. *Jurnal Pasir Laut*, 5(2), 103–109.
- Risman, Syahdan, M., & Tony, F. (2022). Klasifikasi Substrat Dasar Habitat Bentik Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Di Pulau Denawan Kabupaten Kotabaru. *Marine Coastal and Small Islands Journal - Jurnal Ilmu Kelautan*, 6(1), 1.
- Ristanto, A., Yanti, A. H., & Setyawati, T. R. (2017). Komposisi Jenis Bulu Babi (Kelas: Echinoidea) di Daerah Intertidal Pulau Lemukutan Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Protobiont*, 6(1), 59–63.
- Sari, T. P., As-syakur, A. R., Suteja, Y., & Wiyanto, D. B. (2017). Hubungan Kepadatan Bulu Babi (Echinoidea) dan Tutupan Terumbu Karang pada Kawasan Intertidal Pantai Sanur. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 3(2), 134.
- Satyawan, N. M., Wardiatno, Y., & Kurnia, R. (2014). Keanekaragaman Spesies dan Zonasi Habitat Echinodermata di Perairan Pantai Semerang, Lombok Timur (Diversity of Species and Habitat Zonation of Echinoderm in Semerang Coastal Waters, East Lombok). *Jurnal Biologi Tropis*, 14(2), 83–92.
- Sese, M. R., Annawaty, & Yusron, E. (2018). Keanekaragaman Echinodermata (Echinoidea dan Holothuroidea) di Pulau Bakalan, Banggai Kepulauan, Sulawesi Tengah, Indonesia. *Scripta Biologica*, 5(2), 73–77.
- Setyawan, B., Sulardiono, B., & Purnomo, P. W. (2014). Kelimpahan Bulu Babi (Sea Urchin) pada Ekosistem Terumbu Karang dan Ekosistem Padang Lamun di Pulau Panjang, Jepara. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(2), 74–81.
- Silaban, R., & Dobo, J. (2023). Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Bulu Babi (*Triploneustes gratilla*) di Perairan Letman, Kabupaten Maluku Tenggara. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 16(2), 101–109.
- Sulistiawan, R., Solichin, A., & Rahman, A. (2019). Hubungan Kerapatan Lamun Dengan Kelimpahan Bulu Babi (Echinodea) di Pantai Pancuran Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal*, 8(1), 28–36.
- Supriadi, G. (2021). Statistik Penelitian Pendidikan. In *Yogyakarta: UNY Press*.
- Suryanti, & Ruswahyuni. (2014). The Difference in Abundance of Echinoideas on Coral Ecosystem and Seagrass Beds in Pancuran Belakang, Karimunjawa, Jepara. *Saintek Perikanan*, 10(1), 62–67.
- Suryanti, S., Ain, C., Latifah, N., & Febrianto, S. (2017). Mapping of Sea Urchin Abundance as Control of Algae Expansion for the Balance of Coral Reef Ecosystem in Karimunjawa Islands. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 7(12), 120–127.
- Suryanti, S., Fatimah, P. N. P. N., & Rudiyan, S. (2020). Morfologi, Anatomi dan Indeks Ekologi Bulu Babi di Pantai Sepanjang, Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(2), 93–103.
- Tala, S. W., Kusri, K., & Jumiati. (2021). Struktur Komunitas Echinodermata pada Berbagai Tipe Habitat di Daerah Intertidal Pantai Lakeba, Kota Baubau Sulawesi Tenggara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 24(3), 333–342.
- Tanggahma, N. (2023). *Observasi Spesies Diadema antillarum di Perairan Fakfak [Skripsi]*. Sorong: Fakultas Pendidikan Eksakta, Universitas Pendidikan Muhammadiyah. 53 hlm.
- Thamrin, Setiawan, Y. J., & Siregar, S. H. (2011). Analisis Kepadatan Bulu Babi *Diadema setosum* Pada Kondisi Terumbu Karang Berbeda di Desa Mapur Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(1), 45–53.
- Toha, A. H. A., Sumitro, S. B., Hakim, L., & Widodo, W. (2012). Kondisi Habitat Bulu Babi *Triploneustes gratilla* (Linnaeus, 1758)

- Di Teluk Cenderawasih. *Berkala Penelitian Hayati*, 17(2), 139–145.
- Tyrrel, S. (2014). *The Distribution and impact of Sea urchins on Coral reefs in Watamu, Kenya (Doctoral dissertation, Dissertation. Faculty of Geography. University of Exeter)* (p. 63 hlm.).
- Wijaya, T. M. F., Suryono, C. A., & Yudiati, E. (2022). Bulu Babi Pada Ekosistem Karang dan Lamun di Perairan Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Marine Research*, 11(3), 347–356.
- Wiyanto, D. B. (2019). *Prosentase Tutupan Terumbu Karang Di Perairan Pantai Binor Paiton-Probolinggo*. 1–8.
- Wulandewi, N. L. E., Subagio, J. N., & Wiryatno, J. (2015). Jenis Dan Densitas Bulu Babi (Echinoidea) Di Kawasan Pantai Sanur Dan Serangan Denpasar, Bali. *Jurnal Simbiosis*, 3(1), 269–280.
- Yudasmara, G. A. (2013). Keanekaragaman dan Dominansi Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) Di Perairan Pulau Menjangan Kawasan Taman Nasional Bali Barat. *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 2(2), 213–220.