



Hubungan Kepadatan Echinodermata Terhadap Tutupan Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar

Angel Natalia N^a, Gede Surya Indrawan^{a*}, and Devi Ulinuha^b

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

^bProgram Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana, Bali, Indonesia

*Corresponding author, email: suryaindrawan@unud.ac.id

ARTICLE INFO

Article history:

Received:

April 21th, 2025

Received in revised form:

May 16th, 2025

Accepted:

July 21th, 2025

Available online:

August 30th, 2025

ABSTRACT

*Echinoderms are biota that live in the seagrass ecosystem and act as one of the components in the food chain, serving as detritus eaters and macrofauna. This research aimed to analyze the density of Echinoderms, seagrass cover, and the relationship between Echinodermata density and seagrass cover in the Sanur Coast Area. The location determination was done by purposive sampling at 3 stations, namely areas with rich/healthy seagrass beds, less rich/less healthy, and less rich/less healthy approaching poor/bad. The method used is a line transect and a quadrat sized 1x1 meter, directly identifying Echinodermata species and seagrass types. The relationship between Echinoderm density and seagrass cover was analyzed using Spearman's rho with SPSS software. The research results showed the density of Echinoderm in the Sanur area was 5.36 ind/m². The number of species found was 8 species from 4 classes of Echinoderm. The species with the highest density was *Synapta maculata* (3.32 ind/m²), while *Echinothrix calamaris* and *Culcita schmideliana* had the lowest density (0.02 ind/m²). The community structure (Diversity Index (H') = 0.90; Evenness (E) = 0.43; Dominance (C) = 0.54) indicates a condition that is relatively stable but tending toward instability. The highest seagrass cover percentage was recorded at Sindhu Beach (71.42%) and the lowest at Mertasari Beach (35.80%). Rank Spearman analysis showed a very strong relationship between Echinoderm density and seagrass cover ($r = 0.94$), indicating that the high density of Echinoderm is in line with the increase in seagrass cover.*

Keywords:

Echinoderm, Ecosystem, Density, Seagrass, Sanur Beach

ABSTRAK

Echinodermata merupakan salah satu biota yang hidup di ekosistem lamun dan berperan sebagai komponen dalam rantai makanan, yaitu pemakan detritus dan makrofauna. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan Echinodermata, tutupan lamun, serta hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun di Kawasan Pantai Sanur. Penentuan lokasi secara *purposive sampling* sebanyak 3 stasiun yakni kawasan dengan kondisi Padang lamun yang kaya/sehat, kurang kaya/kurang sehat, dan kurang kaya/kurang sehat mendekati miskin/buruk. Metode yang digunakan adalah transek garis dan kuadrat berukuran 1x1 meter, dengan identifikasi langsung terhadap spesies Echinodermata dan jenis lamun. Analisis hubungan antara kepadatan Echinodermata dengan tutupan lamun menggunakan korelasi *rank spearman* dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Hasil penelitian menunjukkan Kepadatan Echinodermata di Kawasan Sanur sebesar 5,36 ind/m². Jumlah spesies yang di temukan sebanyak 8 spesies dari 4 kelas Echinodermata. Spesies dengan kepadatan tertinggi adalah *Synapta maculata* (3,32 ind/m²), sedangkan *Echinothrix calamaris* dan *Culcita schmideliana* memiliki kepadatan terendah (0,02 ind/m²) serta struktur komunitas (Indeks Keanekaragaman (H') = 0,90 ; Keseragaman (E) = 0,43 ; Dominansi (C) = 0,54) dengan kondisi cukup stabil mendekati tidak stabil. Persentase tutupan lamun tertinggi tercatat di Pantai Sindhu (71,42%) dan terendah di Pantai Mertasari (35,80%). Analisis korelasi *rank spearman* menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara kepadatan Echinodermata dan tutupan lamun ($r = 0,94$), yang mengindikasikan bahwa tingginya kepadatan Echinodermata sejalan dengan meningkatnya tutupan lamun.

Kata Kunci:

Echinodermata, Ekosistem, Kepadatan, Lamun, Pantai Sanur

1. Pendahuluan

Echinodermata adalah phylum dari kingdom animalia sebagai hewan berkulit duri yang terbagi menjadi lima kelas: Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Crinoidea, Holothuroidea (Hickman *et al.*, 2002). Echinodermata merupakan salah satu biota yang hidup di ekosistem lamun, dan berperan sebagai salah satu komponen dalam rantai makanan, pemakan sampah organik dan hewan kecil lainnya (Erlangga *et al.*, 2018). Echinodermata juga memiliki nilai ekonomis yang tinggi dikarenakan beberapa kelas Echinodermata memiliki gonad dan dinding tubuh yang kaya akan protein serta berfungsi sebagai obat tradisional hingga bahan baku kosmetik (Brown dan Eddy, 2015).

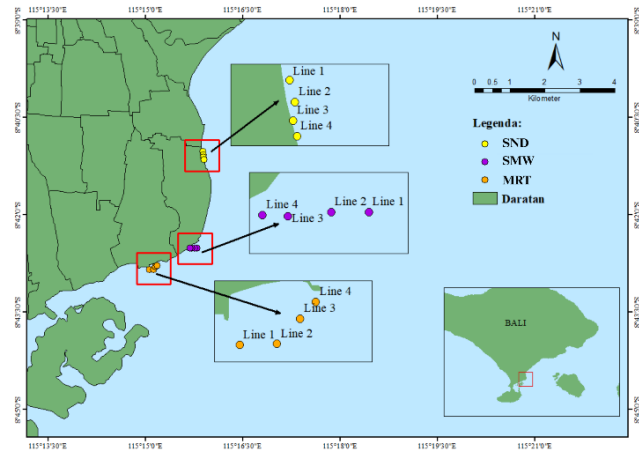
Ekosistem padang lamun merupakan habitat bagi biota laut salah satunya Echinodermata (Fatimah *et al.*, 2020). Padang lamun berperan sebagai daerah pemijahan, daerah mencari makan, daerah asuhan, tempat berlindung, dan mencari makan pada masa stadia larva (Sheppard *et al.*, 1992; Riniatsih dan Widianingsih, 2007). Ekosistem padang lamun dan Echinodermata memiliki hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Padang lamun merupakan tempat tinggal dan mencari makan bagi Echinodermata dan sebaliknya Echinodermata sebagai pendaur ulang nutrisi yaitu dengan memakan detritus yang pada akhirnya akan bermanfaat bagi ekosistem padang lamun (Hadi *et al.*, 2011).

Pantai Sanur terletak di Kecamatan Sanur, Denpasar, Bali merupakan salah satu pantai yang memiliki keanekaragaman ekosistem tumbuhan lamun (Santana *et al.*, 2018). Ekosistem padang lamun di Bali sudah banyak terdegradasi akibat adanya aktivitas masyarakat dan pembangunan, budidaya rumput, serta aktivitas wisata bahari di lokasi yang berdekatan dengan habitat padang lamun tersebut, tak terkecuali pada padang lamun di Pantai Sanur (Arthana, 2004). Beberapa penelitian sebelumnya di Sanur menunjukkan bahwa bahwa kondisi tutupan lamun di pantai Sanur termasuk kategori tutupan rendah (miskin) (Sudiarta dan Restu, 2011), kerusakan padang lamun di Pantai Sanur sebesar 15 %, yang tergolong pada tingkat kerusakan rendah (Sudiarta dan Sudiarta, 2011), serta kepadatan lamun di sanur semakin rendah di mana banyak terjadi gangguan oleh wisatawan, kegiatan memancing dan penambatan perahu (Arthana, 2004). Kerusakan ekosistem lamun secara ekologis berdampak bagi biota dan padang lamun memiliki peranan penting bagi habitat Echinodermata (Aisyah dan Romadhon, 2020). Berdasarkan adanya ancaman penurunan populasi dan abrasi pantai akibat kerusakan ekosistem lamun tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun di kawasan Pantai Sanur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kepadatan Echinodermata, tutupan lamun, serta hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun di Kawasan Pantai Sanur.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Pengambilan data dilakukan pada bulan Maret 2025. Penelitian ini dilakukan di 3 stasiun sekitar kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar, yaitu Pantai Sindhu (8,68441° LS, 115,26472° BT), Pantai Semawang (8,70711° LS, 115,26270° BT), dan Pantai Mertasari (8,71199° LS, 115,25292° BT) (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pantai Sanur

2.2 Pelaksanaan Penelitian

2.2.1 Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun menggunakan metode *purposive sampling* yang ditetapkan sebanyak 3 stasiun yakni kawasan dengan kondisi padang lamun yang kaya/sehat, kurang kaya/kurang sehat, dan kurang kaya/kurang sehat mendekati miskin/buruk. Adapun stasiun 1 SND (Pantai Sindhu) memiliki kondisi tutupan lamun yang kaya/sehat (Andhira *et al.*, 2024), Stasiun 2 SMW (Pantai Semawang) memiliki kondisi tutupan lamun yang kurang kaya/kurang sehat (Shabrina *et al.*, 2022), dan Stasiun 3 MRT (Pantai Mertasari) memiliki kondisi tutupan lamun yang kurang kaya/kurang sehat mendekati miskin/buruk (Sudiarta dan Restu, 2011).

2.2.2 Pengambilan Data Lapangan

Pengambilan data Echinodermata dan lamun menggunakan metode *line transect* yang membentangkan transek secara tegak lurus sepanjang garis pantai sejauh 100 meter. Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun sekitar kawasan Pantai Sanur, Denpasar, Bali yaitu Pantai Sindhu, Mertasari, dan Semawang. Total pengambilan data adalah 12 *line transect* dengan 4 *line transect* pada setiap stasiunnya yang tegak lurus garis pantai dengan membentangkan transek sepanjang 100 meter. Pengamatan dilakukan setiap 10 meter sekali dengan total 11 transek pada setiap *line*. Pengamatan biota dilakukan dengan transek kuadrat berukuran 1x1 meter yang dibagi menjadi 4 kisi dengan masing-masing kisi berukuran 50 x 50 cm (Rahmawati *et al.*, 2014).

Pengambilan data Echinodermata dan lamun dilakukan saat surut terendah untuk mempermudah pengamatan Echinodermata dan tutupan lamun dalam transek. Echinodermata yang ditemukan di transek kuadrat diambil dan diidentifikasi langsung secara morfologi yang mengacu pada buku identifikasi Bioekologi *Phylum Echinodermata* (Suryanti, 2019) dan kunci identifikasi *Monograph of Shallow - Water Indo - West Pacific Echinoderms* (Clark dan Rowe, 1971). Identifikasi Echinodermata dilakukan hingga tingkat spesies. Echinodermata yang belum teridentifikasi dimasukkan ke dalam plastik *zip lock* dan diidentifikasi di laboratorium. Lamun yang ditemukan di transek kuadrat diidentifikasi langsung jenisnya menggunakan panduan identifikasi lamun pada COREMAP-LIPI (Rahmawati *et al.*, 2014) dan diamati tutupan lamunnya.

2.3 Analisis Data

2.3.1 Indeks Kepadatan

Analisis kepadatan spesies Echinodermata didefinisikan sebagai jumlah individu per satuan luas atau volume menggunakan persamaan 1 (Brower *et al.*, 1990).

$$\text{Kepadatan (Ind/m}^2\text{)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis}}{\text{Luas area plot pengamatan}} \quad 1)$$

2.3.2 Indeks Keanekaragaman

Analisis keanekaragaman spesies Echinodermata menggunakan persamaan 2 (Shannon dan Wiener, 1949 dalam Andrian dan Maretta, 2017).

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \quad 2)$$

Keterangan :

H' : indeks keanekaragaman

p_i : jumlah individu masing-masing jenis (ni/N)

ni : nilai kepentingan tiap jenis (jumlah individu tiap jenis)

N : nilai kepentingan total (jumlah total semua individu)

\ln : logaritma natural

Dengan kriteria menurut Fitriana (2006) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Indeks Keanekaragaman (H')

Keanekaragaman (H')	Kategori
$H' < 1$	Keanekaragaman rendah, produktivitas sangat rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil.
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang, produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup stabil, tekanan ekologis sedang.
$H' > 3,0$	Keanekaragaman tinggi, produktivitas tinggi, stabilitas ekosistem mantap, tahan terhadap tekanan.

2.3.3 Indeks Keceragaman

Indeks keseragaman menggunakan persamaan 3 menurut Krebs (1989) dalam Ridwan *et al.* (2016).

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad 3)$$

Keterangan :

E : indeks keseragaman

H' : indeks keanekaragaman

S : jumlah spesies

Dengan kriteria menurut Odum (1993) ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Indeks Keceragaman (E)

Keceragaman (E)	Kategori
$E < 0,4$	Keceragaman rendah, ekosistem berada dalam kondisi tertekan.
$0,4 < E < 0,6$	Keceragaman sedang, ekosistem berada dalam kondisi cukup stabil.
$1 > E > 0,6$	Keceragaman tinggi, ekosistem berada dalam kondisi stabil.

2.3.4 Indeks Dominansi

Indeks dominansi menggunakan indeks dominansi Simpson (Mardi dan Anwari, 2019) (persamaan 4).

$$C = \sum p_i^2 \quad 4)$$

Keterangan :

C : indeks dominansi

p_i : ni / N

ni : nilai kepentingan tiap jenis (jumlah individu tiap jenis)

N : nilai kepentingan total (jumlah total semua individu)

Dengan kriteria menurut Supriadi *et al.* (2015) ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Indeks Dominansi (C)

Dominansi (C)	Kategori
$0 < D < 0,5$	Dominansi rendah (tidak terdapat spesies yang secara ekstrim mendominasi spesies lainnya), kondisi lingkungan stabil, dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di lokasi tersebut.
$0,5 < D < 0,75$	Dominansi sedang, kondisi lingkungan cukup stabil.
$0,75 < D < 1,0$	Dominansi tinggi (terdapat spesies yang mendominasi lainnya), kondisi spesies lingkungan tidak stabil dan suatu tekanan terdapat ekologi

2.3.5 Penutupan Lamun

Jenis lamun diidentifikasi menggunakan panduan identifikasi lamun pada COREMAP-LIPI (Rahmawati *et al.*, 2014). Menurut Rahmawati *et al.* (2014) perhitungan lamun dalam suatu kuadrat adalah dengan menjumlah nilai penutupan lamun pada setiap plot dalam kuadrat yang membaginya dengan jumlah plot yaitu 4 kotak (persamaan 5).

$$\text{Lamun (\%)} = \frac{\text{Jumlah nilai penutupan lamun (4 kotak)}}{4} \quad 5)$$

Tabel 4. Kategori Nilai Tutupan Lamun

Kategori	Nilai Tutupan Lamun
Tutupan Penuh	100
Tutupan $3/4$	75
Tutupan $1/2$	50
Tutupan $1/4$	25
Kosong	0

Sumber: Rahmawati *et al.* (2014)

Kemudian untuk menentukan suatu kondisi padang lamun dapat dihitung berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no 200 tahun 2004 tentang Kriteria Baku Kerusakan Penutupan Status Padang Lamun (Tabel 5).

Tabel 5. Status Padang Lamun

Kondisi	Penutupan (%)
Baik	≥ 60
Rusak	$30 - 59,9$
	$\leq 29,9$

Sumber: Menteri Negara Lingkungan Hidup (2004)

2.3.6 Uji Normalitas

Penelitian ini menggunakan uji normalitas data untuk memperlihatkan bahwa data sampel berasal dari berbasal dari populasi yang berdistribusi normal. Pada penelitian ini menggunakan uji *Kolmogrov-Smirnov* didukung dengan penggunaan *software* pengolah data statistik SPSS. Uji ini membandingkan distribusi kumulatif dari sampel dengan distribusi kumulatif dari distribusi normal yang diharapkan (Nurhaswinda *et al.*, 2025)

2.3.7 Korelasi Rank Spearman

Analisis *rank spearman* digunakan untuk melihat kesesuaian antara dua objek yang berbeda (Budiono dan

Nuridayanti, 2023), yaitu kepadatan Echinodermata dengan tutupan lamun. Analisis hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun didukung dengan bantuan *software* pengolahan data statistik SPSS. Dengan kriteria menurut Budiono dan Nuridayanti (2023) ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kategori Korelasi *Spearman*

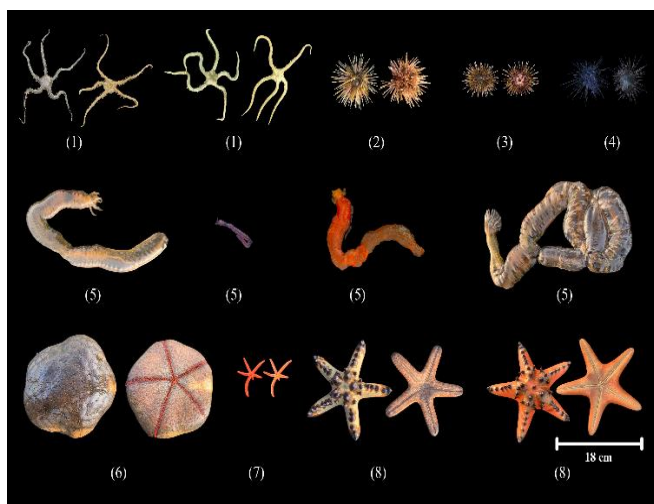
Korelasi (r)	Kategori
0,000 – 0,199	Korelasi sangat rendah
0,200 – 0,399	Korelasi rendah
0,400 – 0,599	Korelasi sedang
0,6000 – 0,799	Korelasi kuat
0,800 – 1,000	Korelasi sangat kuat

3. Hasil dan Pembahasan

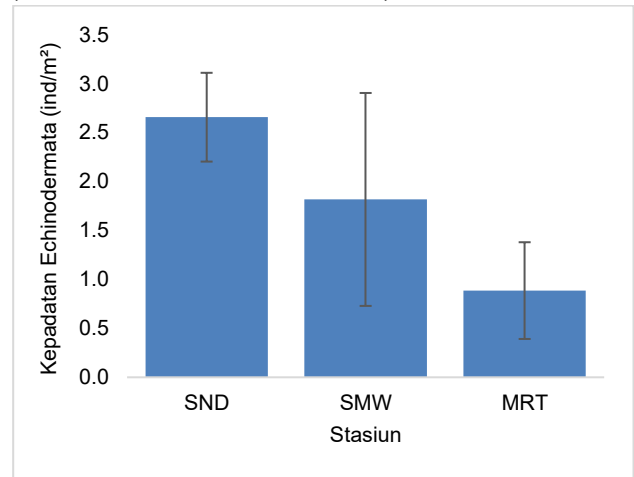
3.1 Hasil

3.1.1 Spesies dan Kepadatan Echinodermata

Kawasan Pantai Sanur ditemukan sebanyak 8 spesies dari 4 kelas Echinodermata diantaranya 1 spesies Holothuroidea (*Synapta maculata*), 3 spesies Echinoidea (*Diadema setosum*, *Echinothrix calamaris*, *Echinometra mathaei*), 3 spesies Asteroidea (*Protoreaster nodosus*, *Culcita schmideliana*, *Linckia laevigata*), dan 1 spesies Ophiuroidea (*Ophiarachna incrassata*) (Gambar 2) (Tabel 7). Selanjutnya diketahui kepadatan total tertinggi berdasarkan jenisnya di Kawasan Sanur, yaitu spesies *Synapta maculata* dengan nilai 3,32 ind/m² serta kepadatan total terendah, yaitu spesies *Echinothrix calamaris* dan *Culcita schmideliana* dengan nilai 0,02 ind/m². Selanjutnya didapati kepadatan total dari 3 Stasiun di Kawasan Sanur 5,36 ind/m² dengan urutan kepadatan total tertinggi hingga terendah berdasarkan stasiunnya, yaitu kepadatan total tertinggi pada Pantai Sindhu (SND) dengan nilai 2,66 ind/m²±0,45, dilanjutkan dengan Pantai Semawang (SMW) dengan nilai 1,82 ind/m²±1,09, dan kepadatan total terendah pada Pantai Mertasari (MRT) dengan nilai 0,89 ind/m²±0,49 (Tabel 8) (Gambar 3). Secara rinci jenis dan kepadatan Echinodermata pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Pantai Sindhu, Pantai Mertasari, dan Pantai Semawang ditampilkan pada Tabel 8, serta diagram kepadatan Echinodermata ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Spesies Echinodermata yang ditemukan di Kawasan Sanur
Keterangan: (1) *Ophiarachna incrassata*, (2) *Echinothrix calamaris*, (3) *Echinometra mathaei*, (4) *Diadema setosum*, (5) *Synapta maculata*, (6) *Culcita schmideliana*, (7) *Linckia laevigata*, (8) *Protoreaster nodosus*.



Gambar 3. Diagram Kepadatan Echinodermata per Stasiun di Kawasan Sanur

Tabel 7. Jumlah spesies Echinodermata yang ditemukan di Kawasan Sanur

Sunda					
No.	Kelas	Spesies	St.		
			SND	SMW	MRT
1	Holothuroidea	<i>Synapta maculate</i>	92	23	31
		<i>Diadema setosum</i>	14	16	0
2	Echinoidea	<i>Echinothrix calamaris</i>	1	0	0
		<i>Echinometra mathaei</i>	0	0	3
		<i>Protoreaster nodosus</i>	9	35	4
		<i>Culcita schmideliana</i>	1	0	0
3	Asteroidea	<i>Linckia laevigata</i>	0	5	0
		<i>Ophiarachna incrassate</i>	0	1	1
Total			117	80	39

Tabel 8. Spesies dan Kepadatan Echinodermata di Kawasan Pantai Sanur

Kelas/Spesies	Kepadatan per Jenis (Ind/m ²)				Jml. Ind.
	SND	SMW	MRT	Total	
Holothuroidea					
<i>Synapta maculata</i>	2,09	0,52	0,70	3,32	146
Echinoidea					
<i>Diadema setosum</i>	0,32	0,36	0,00	0,68	30
<i>Echinothrix calamaris</i>	0,02	0,00	0,00	0,02	1
<i>Echinometra mathaei</i>	0,00	0,00	0,07	0,07	3
Asteroidea					
<i>Protoreaster nodosus</i>	0,20	0,80	0,09	1,09	48
<i>Culcita schmideliana</i>	0,02	0,00	0,00	0,02	1
<i>Linckia laevigata</i>	0,00	0,11	0,00	0,11	5
Ophiuroidea					
<i>Ophiarachna incrassate</i>	0,00	0,02	0,02	0,05	2
Kepadatan total	2,68	1,82	0,89	5,39	-

Jumlah Individu	117	80	39	-	236
Total Spesies	5	5	4	-	8
Standar Deviasi	0,45	1,09	0,49	-	-

3.1.2 Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Echinodermata

Kawasan Pantai Sanur diketahui nilai indeks keanekaragaman jenis (H') Echinodermata berkisar antara 0,71 – 1,27 dengan kategori rendah dan sedang, nilai indeks keseragaman (E) berkisar antara 0,34 – 0,61 dengan kategori rendah dan sedang, dan indeks dominansi (C) berkisar antara 0,32 – 0,65 dengan kategori rendah dan sedang. Hasil secara rinci ditampilkan pada (Tabel 9).

Tabel 9. Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Echinodermata di Kawasan Sanur

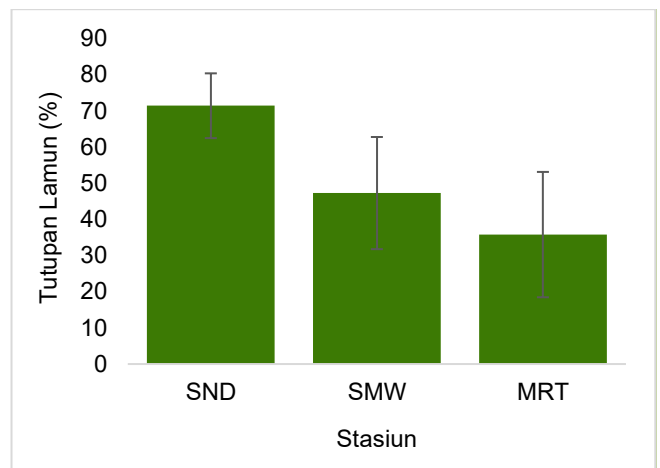
Indeks	Stasiun			Rata-rata
	SND	SMW	MRT	
Keanekaragaman	0,72	1,27	0,71	0,90
Kategori	Tidak Stabil	Cukup Stabil	Tidak Stanil	Tidak Stabil
Keseragaman	0,35	0,61	0,34	0,43
Kategori	Tidak Stabil	Cukup Stabil	Tidak Stabil	Cukup Stabil
Dominansi	0,64	0,32	0,65	0,54
Kategori	Cukup Stabil	Stabil	Cukup Stabil	Cukup Stabil

3.1.3 Tutupan Lamun

Kawasan Pantai Sanur diketahui urutan persentase tutupan lamun tertinggi hingga terendah berdasarkan stasiunnya, yaitu persentase tutupan lamun± tertinggi pada SND dengan penutupan 71,42%±8,95 dengan kondisi kaya/sehat, dilanjutkan dengan SMW dengan penutupan 47,27%±15,51 dengan kondisi kurang kaya/kurang sehat, dan persentase tutupan lamun terendah pada MRT dengan penutupan 35,80%±17,33 dengan kondisi kurang kaya/kurang sehat (Tabel 10) (Gambar 4). Secara rinci persentase dan kondisi tutupan lamun pada tiga lokasi pengamatan, yaitu Pantai Sindhu, Pantai Mertasari, dan Pantai Semawang ditampilkan pada Tabel 10 serta diagram persentase penutupan lamun per stasiun ditampilkan pada Gambar 4.

Tabel 10. Persentase dan Kondisi Tutupan Lamun per Stasiun di Kawasan Sanur

Stasiun	Persentase Tutupan Lamun	
	Penutupan (%)	Kondisi
SND	71,42	Kaya/Sehat
SMW	47,27	Kurang Kaya/Kurang Sehat
MRT	35,80	Kurang Kaya/Kurang Sehat



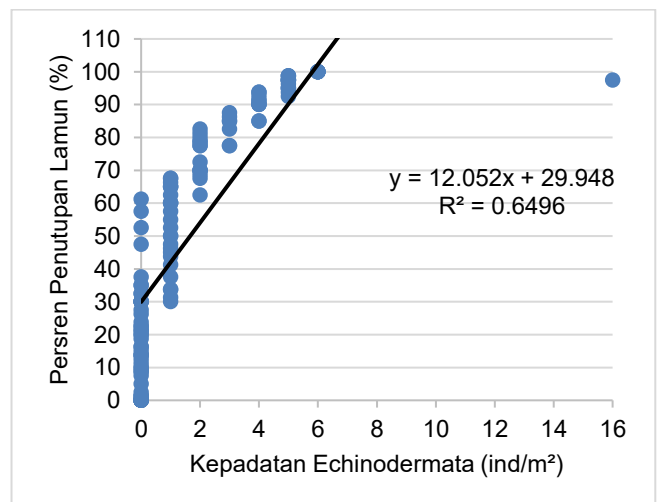
Gambar 4. Tutupan Lamun per Stasiun di Kawasan Sanur

3.1.4 Hubungan Kepadatan Echinodermata Terhadap Tutupan Lamun

Kawasan Pantai Sanur diketahui nilai korelasi kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun $r = 0,94$. Menurut kategori korelasi *rank spearman* jika $r = 0,800 - 1,000$, maka korelasi sangat kuat. Secara rinci korelasi kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun ditampilkan pada Tabel 11 serta *scatter plot* korelasi kepadatan Echinodermata terhadap penutupan lamun ditampilkan pada Gambar 6.

Tabel 11. Korelasi Kepadatan Echinodermata Terhadap Tutupan Lamun

Spearman's rho	Kepadatan	Correlation Coefficient	1.000	.940**
		Sig. (2-tailed)	.	.000
		N	132	132
Tutupan		Correlation Coefficient	.940**	1.000
		Sig. (2-tailed)	.000	.
		N	132	132



Gambar 5. Korelasi Kepadatan Echinodermata Terhadap Penutupan Lamun

3.2 Pembahasan

3.2.1 Spesies dan Kepadatan Echinodermata

Kawasan Pantai Sanur terdapat empat kelas Echinodermata yang teridentifikasi, yaitu Holothuroidea, Echinoidea, Asteroidea, dan Ophiuroidea, dengan total 8 spesies. Spesies dengan kepadatan dan jumlah individu tertinggi berasal dari kelas Holothuroidea, yaitu *Synapta maculata* dengan total

kepadatan 3,32 ind/m² dan jumlah individu 146. Tingginya kepadatan pada *S. maculata* dikarenakan spesies ini mampu bertahan hidup pada semua zona yang ada di laut (Budiman *et al.*, 2014) dan bisa terjadi karena tidak di tangkap oleh nelayan yang disebabkan tidak bernilai komersil (Saputra, 2001). Menurut Sinyo dan Idris (2013) organisme yang memiliki kepadatan tertinggi menandakan jenis organisme tersebut memiliki kemampuan beradaptasi dengan lingkungan yang ditempatinya serta memiliki kemampuan reproduksi yang tinggi. Adapun spesies dengan kepadatan dan jumlah individu terendah berasal dari kelas Kelas Echinoidea dan Asteroidea, yaitu *Echinothrix calamaris* dan *Culcita schmideliana* dengan total kepadatan 0,02 ind/m² dan jumlah individu 1. Rendahnya kepadatan pada *Echinothrix calamaris* dikarenakan spesies ini cenderung menyukai habitat yang keras seperti rataan karang dan daerah tubir (Abas dan Sahami, 2023) serta cenderung hidup menyendiri (Budiman *et al.*, 2014). Rendahnya kepadatan pada *Culcita schmideliana* dikarenakan spesies ini ditemukan hidup di daerah terumbu karang serta memakan detritus dan juga sedimen organik, hewan kecil yang sessile, hingga polip karang (Lane dan Vandenspiegel, 2003).

Secara keseluruhan, kepadatan total Echinodermata di seluruh stasiun pengamatan mencapai 5,36 ind/m² dengan 236 individu. SND menunjukkan kepadatan tertinggi (2,66 ind/m²±0,45) dan jumlah individu terbanyak (117 individu), diikuti oleh SMW (1,82 ind/m²±1,09, 80 individu), dan MRT (0,89 ind/m²±0,49, 39 individu). Spesies dengan nilai kepadatan tertinggi pada SND dan MRT adalah *Synapta maculata*. Hal ini dikarenakan *S. maculata* menyukai perairan dangkal berpasir dan padang lamun (Sese *et al.*, 2018) serta banyak di temukan pada susbtrat berpasir (Tuhumury *et al.*, 2019). Menurut Pratama *et al.* (2020) dan Indraswari *et al.* (2017) Pantai Sindhu dan Mertasari memiliki substrat yang berpasir. Selanjutnya spesies dengan nilai kepadatan tertinggi pada SMW adalah *Protoreaster nodosus*. Menurut Shabrina *et al.* (2022) Pantai Semawang memiliki substrat pasir. Tingginya kepadatan *P. nodosus* dikarenakan padang lamun yang merupakan salah satu tempat mencari makan bagi *P. nodosus* yang mana makanannya berupa mikrofauna serta menyukai substrat pasir (Alfatmadina *et al.*, 2019).

Pantai Mertasari memiliki kepadatan Echinodermata terendah dikarenakan terdapat mangrove dan bangunan jetty yang dapat mempengaruhi angkutan sedimen ke laut. Proses sedimentasi dari muara sungai berupa lumpur yang memiliki campuran limbah sampah rumah tangga dan detritus mengakibatkan perairan menjadi keruh (Rahman *et al.*, 2024). Kekeruhan dapat menghalangi penetrasi cahaya ke dalam air dan menghambat fotosintesis lamun (Hidayat *et al.*, 2018). Jika lamun berkurang, otomatis Echinodermata juga menurun dikarenakan lamun merupakan sumber makanan dan habitat bagi Echinodermata. Kekeruhan juga mempengaruhi sistem pernapasan dan makan Echinodermata. Menurut Purcell *et al.* (2016) air yang keruh membawa sedimen halus yang dapat menyumbat organ pernapasan atau alat makan Echinodermata, sehingga mengganggu aktivitas seperti pernapasan dan mencari makan.

Hal ini berbeda dengan penelitian Aisyah dan Romadhon (2020) di Pulau Bawean Kabupaten Gresik, Jawa Timur yang hanya ditemukan 4 spesies Echinodermata. Pada penelitian Misnawati *et al.* (2019) di Perairan Tanjung Sungkai Kecamatan Pulau Laut Tanjung Selayar Kabupaten Kota Baru juga hanya ditemukan 4 spesies Echinodermata. Sedangkan pada penelitian Vindia *et al.* (2019) di Pantai Samuh, Nusa Dua

ditemukan 13 spesies Echinodermata. Pada penelitian Freitas *et al.* (2022) mengenai Struktur Komunitas Bulu Babi (Echinoidea) pada Ekosistem Lamun di Pantai Batu Jimbar Sanur ditemukan 8 spesies Echinoidea. Pada penelitian Laning *et al.* (2014) mengenai Sebaran Bulu Babi di Kawasan Padang Lamun Pantai Merta Segara, Sanur-Bali ditemukan 9 spesies Echinoidea. Sedangkan pada penelitian mengenai Jenis dan Densitas Bulu Babi (Echinoidea) di Kawasan Pantai Sanur dan Serangan ditemukan 9 spesies Echinoidea di Pantai Merta Segara dan 9 spesies Echinoidea di Pantai Mertasari.

Pada penelitian Laning *et al.* (2014) dan Wulandewi *et al.* (2015) masih ditemukan *Tripneustes gratilla* atau yang biasa disebut dengan toro-toro di Pantai Sanur, namun spesies *T. gratilla* tidak ditemukan pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan Gonad bulu babi (*Tripneustes gratilla*) telah dimanfaatkan oleh masyarakat Nusa Penida dan Sanur sebagai bahan makanan dan biasanya bulu babi diambil pada surut terendah (Hermawan, 2006). Menurut Yulianto (2012), pemanfaatan bulu babi di Sanur sudah berlangsung sangat lama dengan cara yang sangat tradisional dan tanpa ada satu sistem pengelolaan yang mengaturnya, namun jika pemanfaatan berlangsung terus menerus maka akan dikawatirkan akan terjadi eksploitasi berlebih dan mempengaruhi populasi bulu babi di alam. Pada penelitian Yulianto (2012) juga didapati hasil wawancara bahwa kondisi Pantai Sanur sekarang telah banyak berubah, sejak berkembangnya pariwisata dan aktivitas manusia. Populasi bulu babi dilaporkan berkurang secara signifikan dan sulit ditemukan, yang kemungkinan disebabkan oleh meningkatnya pembangunan dan tumpahan minyak dari kapa. Pada penelitian (Yanti *et al.*, 2014) masih ditemukan *Holothuria atra* pada Pantai Mertasari, namun spesies *H. atra* tidak ditemukan pada penelitian ini. Hal ini dikarenakan tingginya eksploitasi *H. atra* di Pantai Mertasari. Tingginya eksploitasi teripang *H. atra* di Pantai Mertasari dikarenakan teripang memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena rasa dan kandungan gizinya yang tinggi, dan sebagian besar penduduk setempat menggantungkan hidupnya pada komoditas ini (Yanti *et al.*, 2014). Faktor hama dan predator juga mempengaruhi kepadatan teripang di Pantai Mertasari. Di Pantai Mertasari banyak ditemukan predator dan hama dari teripang seperti, kepiting, bintang laut yang berukuran besar, bulu babi (Aziz, 1987).

Perbedaan jumlah spesies Echinodermata di berbagai kawasan pantai dipengaruhi oleh sejumlah faktor lingkungan dan ekologis. Jenis substrat dasar perairan seperti pasir, lumpur, atau terumbu karang dapat mempengaruhi distribusi spesies, karena setiap jenis Echinodermata memiliki preferensi habitat yang berbeda (Pawson, 2007). Kualitas perairan seperti suhu, salinitas, kekeruhan, dan tingkat pencemaran berperan penting dalam menentukan kelangsungan hidup dan reproduksi spesies tersebut (Ruppert *et al.*, 2004). Ketersediaan sumber makanan dan interaksi biotik, seperti persaingan dan predasi, turut membentuk struktur komunitas Echinodermata di suatu wilayah (Lawrence, 2013). Selain itu, tekanan dari aktivitas manusia seperti penangkapan berlebihan, reklamasi, dan kegiatan pariwisata dapat menyebabkan penurunan keanekaragaman spesies (Clark dan Rowe, 1971a). Proses penyebaran larva yang dipengaruhi oleh arus laut juga menyebabkan variasi komposisi spesies antar lokasi, karena tidak semua wilayah menerima jumlah atau jenis larva yang sama (Cowen *et al.*, 2006).

3.2.2 Indeks Keanekaragaman, Keseragaman, dan Dominansi Echinodermata

Indeks keanekaragaman jenis SND dan MRT tergolong rendah dengan nilai 0,72 dan 0,71. Produktivitas rendah sebagai indikasi adanya tekanan yang berat dan ekosistem tidak stabil (Fitriana, 2006). Keanekaragaman rendah juga dikarenakan di daerah tersebut ada 1 spesies yang lebih mendominasi yaitu *S. maculata*. Sementara itu, SMW memiliki nilai keanekaragaman tertinggi yaitu 1,27 dan termasuk kategori sedang, menunjukkan bahwa spesies yang ditemukan lebih beragam dan tidak terlalu didominasi oleh satu jenis. Menurut Fitriana (2006) menunjukkan produktivitas yang cukup, kondisi ekosistem cukup stabil, tekanan ekologis sedang. Hal ini didukung oleh Supono dan Arbi (2010) bahwa, tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis dapat disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu jumlah jenis atau individu yang didapat, adanya beberapa jenis yang ditemukan dalam jumlah yang melimpah, homogenitas substrat dan kondisi dari tiga ekosistem penting di daerah pesisir yaitu padang lamun, terumbu karang dan hutan mangrove.

SND dan MRT memiliki nilai keseragaman rendah, masing-masing sebesar 0,35 dan 0,34. Ini menunjukkan bahwa beberapa spesies memiliki jumlah individu yang jauh lebih banyak dibandingkan lainnya, sehingga distribusi populasi tidak merata. Menurut Odum (1993), ekosistem tidak stabil dan berada dalam kondisi tertekan. Berbeda dengan SMW yang memiliki nilai keseragaman sebesar 0,61 (kategori tinggi), menandakan bahwa penyebaran jumlah individu antar spesies relatif lebih merata. Menurut Odum (1993), ekosistem berada dalam kondisi stabil. Menurut Katili (2011), selain perbedaan habitat, penyebaran Echinodermata juga dipengaruhi oleh kelimpahan makanan yang tersedia berupa plankton dan detritus. Nilai indeks keseragaman jenis menggambarkan keseimbangan komunitas Echinodermata, semakin merata penyebaran individu antar jenis maka keseimbangan ekosistem akan semakin meningkat (Erlangga *et al.*, 2018). Suatu komunitas bisa dikatakan stabil bila mempunyai nilai indeks keseragaman jenis mendekati angka 1, dan sebaliknya dikatakan tidak stabil jika mempunyai nilai indeks keseragaman jenis yang mendekati angka 0 (Supono dan Arbi, 2010).

Nilai dominansi SND dan MRT berada pada kategori sedang dengan nilai masing-masing 0,64 dan 0,65. Hal ini dikarenakan ada satu ataupun dua spesies dengan jumlah individu yang cukup besar dibandingkan spesies lainnya. Menurut Supriadi (2015), hal ini menunjukkan kondisi lingkungan yang cukup stabil. Di sisi lain, SMW menunjukkan nilai dominansi kategori rendah dengan nilai 0,32. Hal ini dikarenakan tidak adanya spesies yang mendominasi secara mencolok, mencerminkan komunitas yang lebih seimbang secara ekologis. Menurut Supriadi (2015), hal ini menunjukkan kondisi lingkungan yang stabil dan tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di lokasi tersebut. Leksono (2007) menyatakan bahwa dominansi terjadi karena adanya hasil dari proses kompetisi antar individu satu terhadap individu lain serta dominansi tertinggi terjadi karena substrat berupa pasir dan batu.

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan SMW menunjukkan keanekaragaman cukup stabil serta keseragaman dan dominansi stabil, yang mencerminkan struktur komunitas yang relatif lebih stabil dibandingkan stasiun lainnya. Sebaliknya, SND dan MRT memiliki keanekaragaman dan keseragaman tidak stabil serta dominansi cukup stabil, yang menunjukkan adanya spesies yang lebih dominan, serta ketimpangan dalam distribusi

individu antar spesies. Hal ini mengindikasikan bahwa komunitas di dua stasiun tersebut masih berada dalam kondisi kurang stabil. Dapat disimpulkan bahwa struktur komunitas Echinodermata di kawasan Pantai Sanur menunjukkan kondisi cukup stabil mendekati tidak stabil.

3.2.3 Tutupan Lamun

Kawasan Pantai Sanur didapati 8 jenis lamun. Adapun pada SND didapati 8 jenis lamun, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulate*, *Enhalus accroides*, *Halodule uninervis*, *Halodule pinifolia*, *Syringodium isoetifolium*, dan *Thalassia hemprichii*. Hal ini sejalan dengan penelitian Wijana *et al.* (2019) yang menemukan 8 jenis lamun pada Pantai Sindhu. SMW didapati 5 jenis lamun, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Halophila ovalis*, dan *Thalassia hemprichii*. Hal ini sejalan dengan penelitian Shabrina *et al.* (2022) yang menemukan 5 jenis lamun pada Pantai Semawang. MRT didapati 4 jenis lamun, yaitu *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii*. Hal ini sejalan dengan penelitian Yusup dan Asy'ari (2010) yang menemukan 4 jenis lamun pada Pantai Mertasari.

Berdasarkan Tabel 5 mengenai persentase dan kondisi tutupan lamun di kawasan Sanur, diketahui bahwa Tutupan lamun di Kawasan Sanur 51,5% dengan tutupan lamun \pm tertinggi pada SND, yaitu sebesar $71,42\% \pm 8,95$ yang dikategorikan dalam kondisi kaya/sehat (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004). Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem lamun SND dalam keadaan baik dan mampu mendukung keanekaragaman hayati yang tinggi, menyediakan habitat dan makanan bagi berbagai organisme laut, serta berfungsi optimal dalam menjaga keseimbangan ekosistem pesisir. Tingginya tutupan vegetasi lamun di perairan memungkinkan kehadiran berbagai biota yang berasosiasi dengan padang lamun termasuk Echinodermata untuk mencari makan, tempat hidup, memijah dan tempat berlindung untuk menghindari predator (Supono dan Arbi, 2010).

Sebaliknya, Stasiun SMW dan MRT menunjukkan kondisi yang kurang ideal. SMW memiliki tutupan lamun sebesar $47,27\% \pm 15,51$, sedangkan MRT sebesar $35,80\% \pm 17,33$. Kedua stasiun tersebut termasuk dalam kategori kurang kaya/kurang sehat (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2004). Rendahnya angka penutupan lamun yang terdapat di lokasi penelitian diduga karena tingginya aktivitas wisata dan masyarakat di daerah tersebut seperti kegiatan berenang dan memanen hewan laut selama air surut. Aktivitas wisata seperti berenang secara berlebihan di lokasi ini dapat menyebabkan peningkatan sedimen di badan air, yang akan mengarah pada tingginya kekeruhan air, sehingga beresiko mengurangi masuknya cahaya matahari (Erftemeijer dan Lewis, 2006). Hal ini dapat menimbulkan gangguan terhadap produktivitas primer ekosistem padang lamun karena lamun membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi untuk berfotosintesis (Rochmady, 2010). Kegiatan memanen hewan laut pada saat air surut dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan lamun karena secara tidak sengaja masyarakat akan menginjak lamun sehingga dapat menghambat pertumbuhan lamun (Bongga *et al.*, 2021). Aktivitas manusia seperti parkir kapal nelayan di padang lamun juga menyebabkan kerusakan, seperti pemotongan daun dan pencabutan tumbuhan lamun oleh baling-baling kapal. Tambatan jangkar juga dapat menyebabkan erosi dan kerusakan padang lamun, mengurangi kelimpahan lamun (Rahman, 2024). Kondisi tersebut akan mempengaruhi pertumbuhan lamun dan

dapat mempengaruhi kesehatan biota-biota yang hidup disekitar lamun serta mampu merubah suatu kondisi sedimen di padang lamun (Supratman dan Adi, 2018).

3.2.4 Hubungan Kepadatan Echinodermata Terhadap Tutupan Lamun

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara kepadatan Echinodermata dengan persen penutupan lamun, diperoleh nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,94. Nilai ini menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara kedua variabel tersebut (Budiono dan Nuridayanti, 2023). Artinya, semakin tinggi kepadatan Echinodermata di suatu lokasi, maka semakin besar pula persen penutupan lamun di wilayah tersebut.

Pada SMW line 2 ditemukan *Diadema setosum* sebanyak 16 spesies. Keberadaan *Diadema setosum* masuk dalam keadaan ekstim. Hal ini dikarenakan *Diadema setosum* merupakan herbivora yang membutuhkan lamun sebagai makanannya (Patech *et al.*, 2020) serta umumnya hidup secara berkelompok atau bergerombol baik dalam jumlah yang kecil maupun besar (Nane, 2020).

Hal ini sejalan dengan penelitian Pribadi *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa lamun dengan Echinodermata memiliki hubungan asosiasi signifikan. Keberadaan Echinodermata berbanding lurus dengan keberadaan lamun. Pada penelitiannya didapati hasil asosiasi positif yang menunjukkan bahwa lamun dibutuhkan oleh biota laut lainnya, di dalam studi ini yaitu Echinodermata, baik sebagai sumber pakan maupun tempat berlindung, sehingga keberadaan lamun menentukan eksistensi Echinodermata. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Muhaemin *et al.* (2023) menunjukkan hubungan positif antara kelimpahan Echinodermata serta kerapatan lamun.

Lamun (*seagrass*) adalah tumbuhan laut berbunga yang hidup di perairan dangkal. Lamun menghasilkan daun, batang, atau bagian lain dari lamun yang sering waktu menjadi tua atau rusak dan akan gugur. Bagian lamun yang gugur disebut dengan serasah lamun yang kemudian terdekomposisi oleh mikroorganisme dan menjadi detritus organik halus serta senyawa anorganik terlarut (Hemminga dan Duarte, 2000). Detritus menjadi sumber makanan penting bagi Echinodermata seperti teripang yang memakan sedimen kaya partikel organik, termasuk serpihan lamun, untuk memperoleh energi dan nutrisi (Purcell *et al.*, 2016). Senyawa organik dari detritus digunakan dalam proses anabolisme untuk membangun jaringan tubuh Echinodermata, misalnya otot, enzim, dan gamet (Lawrence, 1987), sedangkan sebagian senyawa akan dipecah melalui katabolisme menghasilkan energi (ATP) yang diperlukan untuk aktivitas metabolisme, pergerakan, dan regenerasi, sementara produk limbah metabolik seperti amonia dan fosfat dilepaskan ke perairan dan dapat kembali dimanfaatkan oleh lamun sebagai nutrisi untuk fotosintesis dan pertumbuhannya (Duarte *et al.*, 2010), sehingga terjadi siklus materi dan energi yang saling terkait antara lamun dan Echinodermata dalam ekosistem laut.

Secara ekologis, hubungan ini mencerminkan kemungkinan adanya keterkaitan antara Echinodermata dan keberadaan lamun sebagai habitat atau sumber pakan di mana lamun menyediakan perlindungan dan tempat berlindung bagi Echinodermata. Dengan demikian, tutupan lamun yang tinggi dapat mendukung kelimpahan Echinodermata, dan sebaliknya, aktivitas biologis Echinodermata (seperti bioturbasi) juga bisa memengaruhi kesehatan ekosistem lamun. Menurut Purnomo dan Nugraha (2020), Echinodermata berperan penting dalam ekosistem padang lamun, yaitu sebagai konsumen tingkat 1 yang dapat memperkecil terjadinya *blooming*. Echinodermata

juga dapat bersifat pemakan seston atau pemakan detritus, sehingga peranannya dalam suatu ekosistem adalah untuk merombak sisa-sisa bahan organik yang tidak terpakai oleh spesies lain namun dapat dimanfaatkan oleh beberapa jenis Echinodermata (Dahuri, 2003).

Enhalus acoroides merupakan salah satu jenis lamun yang disukai oleh Echinodermata dikarenakan memiliki daun yang lebar dan panjang, serta membentuk kanopi tebal. Hal ini didukung oleh Rahman *et al.* (2022) bahwa, *Enhalus acoroides* memiliki daun yang panjang, tebal, kuat, dan berwarna hijau gelap ($P = 30-150$ cm; $L = 1,25 - 1,75$ cm). Selain itu *Enhalus Acroides* juga mampu memberikan perlindungan dari predator, serta memiliki substrat yang baik untuk mencari makan (*feeding ground*). Hal ini didukung oleh Setyastuti *et al.* (2018) bahwa, *Enhalus acoroides* bermanfaat sebagai tempat berlindung dan penyerap zat hara (*nutrient trapping*). *Thalassia hemprichii* juga merupakan jenis lamun yang disukai Echinodermata. Hal ini dikarenakan produksi primer yang tinggi dari *Thalassia hemprichii* menjamin pasokan energi yang melimpah, dan struktur vegetasinya memberikan tempat persembunyian yang melindungi Echinodermata dari pemangsa (Lyimo *et al.*, 2008). *Cymodocea serrulata* juga merupakan jenis lamun yang disukai oleh Echinodermata. Jenis lamun ini menyediakan habitat bagi Echinodermata untuk bertumbuh dan berkembang (Bujang *et al.*, 2006).

Padang lamun berperan penting sebagai tempat asuhan (*nursery ground*) larva Echinodermata agar tidak tersapu air laut dan sebagai tempat pemijahan (*spawning ground*). Larva Echinodermata yang ditemukan pada padang lamun merupakan larva yang terapung atau bergerak bebas (Jumanto dan Muzahar. N.D, 2019). Padang lamun mampu menahan arus ombak sehingga juga berfungsi sebagai pelindung larva dan hewan-hewan asosiasi di ekosistem tersebut (Ardhiani *et al.*, 2020). Larva yang menetas akan menghuni padang lamun sebagai daerah asuhan hingga menjadi juvenile yang kemudian bermigrasi ke laut lepas dan akan kembali lagi ke padang lamun untuk memijah kembali (Riniatsih, 2016). Ekosistem padang lamun dan Echinodermata memiliki hubungan timbal balik yang saling menguntungkan. Keuntungan tersebut adalah padang lamun merupakan tempat tinggal, reproduksi, dan mencari makan bagi Echinodermata seperti teripang (Holothuroidea), bulu babi (Echinoidea), dan bintang laut (Asteroidea) dan sebaliknya Echinodermata sebagai pendaur ulang nutrisi yaitu dengan memakan detritus (Yunita *et al.*, 2020).

Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kepadatan Echinodermata di Kawasan Sanur sebesar 5,36 ind/m². Jumlah spesies yang di temukan sebanyak 8 spesies Echinodermata dengan *Synapta maculata* sebagai jenis yang paling banyak ditemukan serta struktur komunitas (Indeks Keanekaragaman (H') 0,90; Keseragaman (E) 0,43; Dominansi (C) 0,54) dengan kondisi cukup stabil mendekati tidak stabil.
2. Tutupan lamun di Kawasan Sanur 51,5% (kategori kurang kaya/kurang sehat) dengan urutan tutupan lamun tertinggi hingga terendah berdasarkan stasiunnya, yaitu Stasiun I (71,42%), Stasiun II (47,27%), dan Stasiun III (35,80%).
3. Hubungan kepadatan Echinodermata terhadap tutupan lamun di kawasan Pantai Sanur dengan nilai koefisien

korelasi (r) sebesar 0,94 yang menunjukkan adanya hubungan sangat kuat antara kedua variabel.

Daftar Pustaka

- Abas, Rahmat, R., dan Sahami, F. M. (2023). Kepadatan jenis dan hubungan panjang bobot landak laut (Echinoidea) pada ekosistem lamun di Perairan Teluk Tomini Kabupaten Pohuwato Gorontalo. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(2), 89–96.
- Aisyah, S., dan Romadhon, A. (2020). Hubungan Persen Penutupan Lamun Dengan Kepadatan Echinodermata Di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(1), 132–140. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v1i1.6930>
- Alfatmadina, N., Ode, L., dan Yasir, M. (2019). Preferensi habitat bintang laut (Asteroidea) di padang lamun Perairan Desa Langara Bajo, Konawe Kepulauan. *Sapa Laut*, 4(1), 23–29.
- Andhira, B. A., Surya Indrawan, G., Nyoman, I., dan Putra, G. (2024). Hubungan antara Kelimpahan Ikan dengan Tutupan Lamun di Perairan Sanur, Bali. In *JMRT* (Vol. 7). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JMRT>
- Andrian, R. F., dan Maretta, G. (2017). Keanekaragaman Serangga Pollinator Pada Bunga Tanaman Tomat (*Solanum Lycopersicum*) di Kecamatan Gisting Kkabupaten Tanggamus. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 8(1), 105–113. <http://ejournal.radenintan.ac.id/index.php/biosfer/index>
- Ardhiani, N. A., Sukma Ardyanti, D., dan Suryanda, A. (2020). Peran Padang Lamun Terhadap Hewan Asosiasi di Perairan Indonesia. *Jurnal Ekologi, Masyarakat dan Sains*, 1(2), 31–37.
- Arthana, I. W. (2004). Jenis dan Kerapatan Padang Lamun di Pantai Sanur Bali. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 5.
- Aziz, A. (1987). Beberapa Catatan Tentang Perikanan Teripang di Indonesia dan Kawasan Indo Pasifik Barat. *Oseana*, 12(2), 68–78.
- Bongga, M., Sondak, C. F., Kumampung, D. R., Roeroe, K. A., Tilaar, S. O., dan Sangari, J. (2021). Kajian Kondisi Kesehatan Padang Lamun Di Perairan Mokupa Kecamatan Tombariri Kabupaten Minahasa. *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis*, 9(3), 44–54.
- Brown, N. P., dan Eddy, S. D. (2015). Echinoderm Aquaculture. In *Echinoderm Aquaculture*. Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781119005810.ch15>
- Budiman, C. C., Maabuata, Pience, V., Langoy, Marnix, L. D., dan Katili, Deidy. Y. (2014). Keanekaragaman Echinodermata di Pantai Basaan Satu Kecamatan Ratatotok Sulawesi Utara. *Jurnal Mipa*, 2, 97–101.
- Budiono, B., dan Nuridayanti, A. (2023). Studi Perbandingan Hasil Korelasi Rank Spearman Data Hasil Pengukuran dan Hasil Kategori Pada Data Penelitian Kesehatan. *E-Repository Dosen Universitas Gajayana Malang*.
- Bujang, J. S., Zakaria, M. H., dan Arshad, A. (2006). Distribution and significance of seagrass ecosystems in Malaysia. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 9(2), 1–14.
- Clark, A. M., dan Rowe, F. W. E. (1971a). *Echinodermata: Crinoidea, Asteroidea, Ophiuroidea, Echinoidea, Holothuroidea*. British Museum (Natural History).
- Clark, A. M., dan Rowe, F. W. E. (1971b). Monograph of Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderms. *Trustees of The British Museum (Natural History)*.
- Cowen, R. K., Paris, C. B., dan Srinivasan, A. (2006). Scaling of connectivity in marine populations. *Science*, 311(5760), 522–527.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Duarte, C. M., Middelburg, J. J., dan Caraco, N. (2010). Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. *Biogeosciences*, 7, 1961–1978.
- Erftemeijer, P. L. A., dan Lewis, R. R. R. (2006). Environmental Impacts of Dredging on Seagrasses: A Review. *Marine Pollution Bulletin*, 52(12), 1553–1572.
- Erlangga, Y., Rahimi, S. A. E., dan Devira, C. N. (2018). Struktur Komunitas Echinodermata di Perairan Pantai Gapang, Desa Iboih, Kecamatan Sukakarya, Sabang. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 3(1), 92–101.
- Fatimah, H., Nuraini, R. A. T., dan Santoso, A. (2020). Struktur Komunitas Echinodermata di Padang Lamun Karimunjawa, Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 311–316.
- Fitriana, Y. R. (2006). Keanekaragaman dan Kemelimpahan Makrozoobentos di Hutan Mangrove Hasil Rehabilitasi Taman Hutan Raya Ngurah Rai, Bali. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 7(1), 62–72.
- Freitas, R. D. C., Suryani, S. A. M. P., dan Kawan, I. M. (2022). Community Structure of Sea Urchin (Echinoidea) in Seagrass Ecosystem at Batu Jimbar Sanur Beach Denpasar. *SEAS (Sustainable Environment Agricultural Science)*, 6(2), 119–133.
- Hadi, A., Hartati, R., dan Widianingsih, W. (2011). Fauna echinodermata di indonoor wreck, Pulau Kemujan, Kepulauan Karimunjawa. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 16(4), 236–242.
- Hemminga, M. A., dan Duarte, C. M. (2000). *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press.
- Hermawan, D. (2006). The Prospective of Sendang Biru Coastal Zone Development for Integrated Fisheries Industry. *Jurnal Protein*, 13(2), 203–209.
- Hickman, P. C., Roberts L.S, Larson, A., Keen, S. L., dan Eisenhour, D. J. (2002). *Animal diversity* (Seventh). Mc Graw Hill.
- Hidayat, W., Warpala, I. S., dan Dewi, N. S. R. (2018). Komposisi Jenis Lamun (Seagrass) dan Karakteristik Biofisik Perairan di Kawasan Pelabuhan Desa Celukanbawang Kecamatan Gerokgak Kabupaten Buleleng Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 5(3), 133–145.
- Indraswari, I. G. A. D., Dirgayusa, I. G. N. P., dan Faiqoh, E. (2017). Studi Kelimpahan dan Keanekaragaman Kepiting di Hutan Mangrove dan Padang Lamun di Pantai Mertasari. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(1), 162–170.
- Jumanto, A. P., dan Muzahar. N.D. (2019). Struktur Komunitas Echinodermata di Padang Lamun Perairan Desa Pengudang Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Akuatiklestari*, 3(1), 31–35.
- Katili, A. S. (2011). Struktur Komunitas Echinodermata pada Zona Intertidal di Gorontalo. *Jurnal Penelitian Dan Pendidikan*, 8(1), 51–61.
- Lane, D. J., dan Vandenspiegel, D. (2003). *A Guide to Sea Stars and Other Echinoderms of Singapore*. Singapore Science Centre.
- Laning, T. H., Yusup, D. S., dan Wiryatno, J. (2014). Sebaran Bulu Babi (Echinoidea) Kawasan Padang Lamun Pantai Merta Segara, Sanur-Bali. *Jurnal Biologi*, 18(2), 41–45.
- Lawrence, J. M. (1987). *A Functional Biology of Echinoderms*. Johns Hopkins University Press.
- Lawrence, J. M. (2013). *Sea urchins: Biology and ecology* (2nd ed.). Elsevier.
- Leksono, A. S. (2007). *Ekologi: Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif*. Bayumedia Publishing.
- Lyimo, T. J., Mvungi, E. F., dan Mgaya, Y. D. (2008). Abundance and diversity of seagrass and macrofauna in the intertidal areas with and without seaweed farming activities in the east coast of Zanzibar. *Tanzania Journal of Science*, 34, 41–52.
- Mardi, M. S., dan Anwari, B. (2019). Keanekaragaman Jenis Gastropoda di Kawasan Hutan Mangrove di Kelurahan Setapak Besar Kota Singkawang. *Jurnal Hutan Lestari*, 7(1), 379–389.
- Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2004). *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun*. (Patent 200).
- Misnawati, Rifai, M. A., dan Lestarina, P. M. (2019). Hubungan Struktur Komunitas Echinodermata Terhadap Kerapatan Lamun di Perairan Tanjung Sungkai Kecamatan Pulau Laut Tanjung Selayar Kabupaten Kota Baru. *Marine Coastal and Small Islands Journal- Jurnal Ilmiah Ilmu Kelautan*, 3(2), 1–8.
- Muhaemin, M., Priyambodo, M. F., Susanti, O., dan Efendi, E. (2023). The Initial Echinoderms Community Structure in Seagrass Bed of Marine Tourism Area: Mahitam Island and Ketapang Beach, Lampung. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Sumberdaya Perairan*, 12(1), 1422–1434.
- Nane, L. (2020). Pemanfaatan Telur Landak Laut *Diadema setosum* di Pulau Taliabu, Maluku Utara, Indonesia. *Open Science for Fisheries*, 1(1), 1–5.
- Nurhaswinda, Zulkifli, A., Gusniati, J., Zulefni, M. S., Afendi, R. A., Asni, W., dan Fitriani, Y. (2025). Tutorial Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Dengan Menggunakan Aplikasi SPSS. *Urnal Cahaya Nusantara*, 1(2), 55–68.
- Odum, E. P. (1993). *Basic Ecology*. Saunders College Publishing.
- Patech, L. R., Syukur, A., dan Santoso, D. (2020). Kelimpahan dan Keanekaragaman Spesies Echinodermata sebagai Indikator Fungsi

- Ekologi Lamun di Perairan Pesisir Lombok Timur. *Jurnal Sains Teknologi Dan Lingkungan*, 6(1), 40–49.
- Pawson, D. L. (2007). *Echinoderms of the world: Diversity, Ecology, and Evolution*. Smithsonian Institution.
- Pratama, K., Arthana, I. W., dan Pebriani, D. A. A. (2020). Komposisi Jenis dan Struktur Komunitas Ikan di Ekosistem Lamun Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(1), 106–117.
- Pribadi, T. D. K., Humaira, R. W., Haryadi, N., Buana, A. S. E., dan Ihsan, Y. N. (2020). Asosiasi lamun dan Echinodermata Pada Ekosistem Padang Lamun Cagar Alam Leuweung Sancang, Jawa Barat. *Jurnal Kelautan*, 13(3), 176–184.
- Purcell, S. W., Conand, C., Uthicke, S., dan Byrne, M. (2016). Ecological Roles of Exploited Sea Cucumbers. *Oceanography and Marine Biology*, 54, 367–386.
- Purnomo, A., dan Nugraha, W. A. (2020). Hubungan Persen Penutupan Lamun dan Struktur Komunitas Echinodermata di Pulau Ra'as. *Jurnal Kelautan*, 13(1), 56–66.
- Rahman, M. T., Riniatsih, I., dan Setyati, W. A. (2024). Hubungan Kondisi Padang Lamun dengan Persentase Tutupan Mikroalga Epifit di Ekosistem Padang Lamun Pantai Prawean Bandengan dan Semat, Jepara. *Journal of Marine Research*, 13(2), 292–300.
- Rahman, R. (2024). *Dampak Penambatan Jangkar Kapal Terhadap Struktur Komunitas Meiobentos Pada Komunitas Padang Lamun di Pulau Podang-Podang Lombo Kabupaten Pangkep*. Universitas Hasanuddin.
- Rahman, S., Rahardjanto, A., dan Husamah, H. (2022). *Mengenal Padang Lamun (Seagrass Beds)*. Penerbit Dream Litera.
- Rahmawati, S., Irwan, A., Supriyadi, I. H., dan Azkab, M. H. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun: Vol. VII* (M. Hutomo dan A. Nontji, Eds.). CRITC COREMAP CTI LIPI.
- Ridwan, M., Fathoni, R., Fatihah, I., dan Pangestu, D. A. (2016). Struktur Komunitas Makrozoobentos di Empat Muara Sungai Cagar Alam Pulau Dua, Serang, Banten. *Jurnal Biologi*, 9(1), 57–65.
- Riniatsih, I. (2016). Struktur Komunitas Larva Ikan Pada Ekosistem Padang Lamun Di Perairan Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(1), 21–28.
- Riniatsih, I., dan Widianingsih. (2007). Kelimpahan dan Pola Sebaran Kerang-kerangan (Bivalvia) di Ekosistem Padang Lamun Perairan Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 12(1), 53–58.
- Rochmady, R. (2010). *Rehabilitasi ekosistem padang lamun*. Universitas Hasanuddin.
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., dan Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach* (7th ed.). Brooks/Cole.
- Santana, I. K. Y. T., Julyantoro, P. G. S., dan Wijayanti, N. P. P. (2018). Akumulasi Logam Berat Seng (Zn) pada Akar dan Daun Lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Pantai Sanur, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1), 47–56.
- Saputra, D. A. (2001). *Saputra, D. A. (2001). Struktur Komunitas Teripang (Holothuroidea) di Perairan Pantai Pulau Pramuka dan Pulau Tikus, Kepulauan Seribu, Jakarta*. Institut Pertanian Bogor.
- Sese, M. R., Annawaty, E. Y., dan Yusron, E. (2018). Keanekaragaman Echinodermata (Echinoidea dan Holothuroidea) di Pulau Bakalan Banggai Kepulauan Sulawesi Tengah Indonesia *Scripta Biologica. Scripta Biologica*, 5(2), 73–77.
- Setyastuti, A., Purbiantoro, W., dan Hadiyanto. (2018). Spatial distribution of echinoderms in littoral area of Ambon Island, Eastern Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 19(5), 1919–1925.
- Shabrina, A., Regita, N., Ramadhita, T., Jelitha, R., Rahim, H., Abdullah, S., dan Rifki, M. (2022). Hubungan Kerapatan Lamun dan Kelimpahan Makrozoobentos di Pantai Sanur, Bali. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan, Universitas Padjadjaran*, 1–15.
- Sinyo, Y., dan Idris, J. (2013). Studi Kepadatan dan Keaneka-ragaman Jenis Organisme Bentos Pada Daerah Padang Lamun di Perairan pantai Kelurahan Kastela Kecamatan Pulau Ternate. *Jurnal Bioedukasi*, 2(1), 154–162.
- Sudiarta, I. K., dan Restu, I. W. (2011). Kondisi dan strategis Pengelolaan Komunitas Lamun di Wilayah Pesisir Kota Denpasar, Provinsi Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 2(2), 195–207.
- Sudiarta, I. K., dan Sudiarta, I. G. (2011). Status Kondisi dan Identifikasi Permasalahan Kerusakan Padang Lamun di Bali. *Jurnal Mitra Bahari*, 5(2), 104–126.
- Supono, dan Arbi, U. Y. (2010). Struktur Komunitas Echinodermata Di Padang Lamun Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(3), 329–342.
- Supratman, O., dan Adi, W. (2018). Distribusi dan Kondisi Komunitas Lamun di Bangka Selatan, Kepulauan Bangka Belitung. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3), 561–573.
- Supriadi, Romadhon, A., dan Farid, A. (2015). Struktur Komunitas Mangrove di Desa Martajasah Kabupaten Bangkalan. *Urnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 8(1), 44–51.
- Suryanti. (2019). *Buku Ajar Bioekologi Phylum Echinodermata* (1st ed.). Universitas Diponegoro.
- Tuhumury, L., Suriani, S., dan Wakano, D. (2019). Inventarisasi Teripang (Holothuroidea) di Desa Namtabung Provinsi Maluku. *Rumphius Pattimura Biological Journal*, 2(1), 41–46.
- Vindia, W. I., Julyantoro, P. G. S., dan Wulandari, E. (2019). Asosiasi Echinodermata pada Ekosistem Padang Lamun di Pantai Samuh, Nusa Dua, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(1), 100–108.
- Wijana, I. M. S., Ernawati, N. M., dan Pratiwi, M. A. (2019). Keanekaragaman Lamun dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *Jurnal Ecotrophic*, 13(2), 238–247.
- Wulandewi, N. L. E., Subagio, J. N. J. N., dan Wiryatno, J. (2015). Jenis dan Densitas Bulu Babi (Echinoidea) di Kawasan Pantai Sanur dan Serangan Denpasar-Bali. *Jurnal Simbiosis*, 13(1), 269–280.
- Yanti, N. P. M., Subagio, J. N., dan Wiryatno, J. (2014). Jenis dan Kepadatan Teripang (Holothuroidea) di Pantai Bali Selatan. *Jurnal Simbiosis*, 2(1), 158–172.
- Yulianto, A. R. (2012). *Pemanfaatan Bulu Babi Secara Berkelanjutan Pada Kawasan Padang Lamun*. Universitas Indonesia.
- Yunita, R. R., Suryanti, S., dan Latifah, N. (2020). Biodiversitas Echinodermata pada Ekosistem Lamun di Perairan Pulau Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1), 47–56.
- Yusup, D. S., dan Asy'ari, H. (2010). Komunitas Tumbuhan Lamun di Kawasan Perairan Sekitar Denpasar. In *Biodiversitas dan Bioteknologi Sumberdaya Akuatik* (pp. 26–29). Universitas Jenderal Sudirman.