

**STRUKTUR KOMUNITAS LAMUN DI PERAIRAN TENGGARA
PULAU CEMPEDAK KALIMANTAN BARAT**

Community Structure Of Seagrass In Southeast Waters Cempedak Island West Kalimantan

**Ikha Safitri¹⁾, Mega Sari Juane Sofiana^{1*)}, Billget Mansirit Yudhoyono¹⁾,
Setra Kusumardana²⁾**

¹Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

²Yayasan WeBe Konservasi Ketapang, Kalimantan Barat

^{*)}Korespondensi: msofiana@marine.untan.ac.id

Diterima: 31 Januari 2024; Disetujui: 15 April 2024

ABSTRAK

Pulau Cempedak telah ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K) di Kalimantan Barat yang memiliki berbagai sumberdaya hayati laut dan ekosistem penting, salah satunya lamun. Lamun dimanfaatkan sebagai sumber makanan utama dugong, habitat potensial berbagai jenis biota, dan berpotensi dikembangkan sebagai ekowisata bahari. Di sisi lain, ekosistem lamun mengalami ancaman, seperti tingginya sedimentasi hingga pengaruh aktivitas antropogenik. Status lamun saat ini di Pulau Cempedak belum banyak diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas lamun di perairan tenggara Pulau Cempedak. Pengambilan data lamun dilakukan di zona pasang surut menggunakan *line transect* sepanjang 70 m. Pendataan kondisi lamun dengan frame kuadrat transek berukuran 1x1 m². Pengambilan data lamun dan parameter fisika-kimia perairan dilaksanakan pada Oktober 2023. Penentuan titik stasiun dilakukan dengan metode eksploratif dimana lokasi pengamatan berdasarkan keberadaan lamun. Lamun yang ditemukan terdiri dari 4 spesies, yaitu *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*, dan *Halophila ovalis*. Tutupan lamun berkisar antara 9,17–16,74% dan kelimpahan 1,4–373,3 tegakan/m². Indeks keanekaragaman (H') dalam kategori rendah hingga sedang, indeks keseragaman (E) kategori sedang dan indeks dominansi (C) kategori rendah. Kondisi parameter kualitas perairan masuk ke dalam rentang optimal dalam mendukung kehidupan lamun.

Kata Kunci: lamun, *Enhalus*, *Cymodocea*, *Halodule*, *Halophila*

ABSTRACT

Cempedak Island is one of the Coastal and Small Islands Conservation Areas (KKP3K) in West Kalimantan has various marine biological resources and important ecosystems, including seagrass. Seagrass is used as the main food source for dugong, potential habitat for various types of organisms, and potential to be developed as marine ecotourism. On the other hand, seagrass ecosystems faced threats, such as high sedimentation and the influence of anthropogenic activities. It is unknown about the current status of seagrass on Cempedak Island. This research aimed to analyze the structure of seagrass in the southeastern waters of Cempedak Island. Seagrass data collection was carried out in the tidal zone using line transect of 70 m and a quadratic transect of 1x1 m². Data collection on seagrass and water parameters was carried out in October 2023. Determination of research sites was done using an explorative method based on the presence of seagrass. The seagrass found consisted of 4 species, namely *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*, and *Halophila ovalis*. Seagrass cover ranged from 9.17–16.74%, with an abundance of 1.4–373.3 ind/m². The diversity index (H') is in the low to medium category, the uniformity index (E) is

in the medium category and the dominance index (C) is in the low category. Conditions of water quality parameters were into the optimal range to support seagrass life.

Keywords: seagrass, *Enhalus*, *Cymodocea*, *Halodule*, *Halophila*

1. PENDAHULUAN

Pulau Cempedak merupakan pulau berpenduduk, masuk ke dalam Kecamatan Kendawangan, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 91 Tahun 2020, Pulau Cempedak telah ditetapkan sebagai salah satu Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K) di Kalimantan Barat. Pulau Cempedak merupakan wilayah wisata bahari berbasis kemasyarakatan yang memiliki sumberdaya hayati laut seperti ikan, udang, penyu, dugong, dan alga. Selain itu, di Pulau Cempedak juga terdapat beberapa ekosistem penting, seperti mangrove, terumbu karang, dan lamun.

Lamun merupakan satu-satunya tumbuhan tingkat tinggi yang secara penuh hidup di perairan laut. Lamun terdistribusi secara luas di perairan Indonesia, termasuk di Kalimantan Barat. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, terdapat 12 spesies lamun di Indonesia dari total 69 spesies yang ada di dunia. Lamun *Thalassia hemprichii* ditemukan di Pulau Lemukutan (Gusmalawati dan Sanova, 2018; Herlina *et al.*, 2018) dan Pulau Kabung (Sofiana *et al.*, 2020). Selain itu, *Enhalus acoroides* ditemukan di perairan Pantai Samudera Indah Singkawang (Yulianti *et al.*, 2018), dan Sukadana Kayong Utara dengan kondisi tutupan dalam kategori sedang hingga jarang (Jo *et al.*, 2023). Secara ekologi, lamun memiliki peran sebagai *foraging*, *spawning ground*, dan *nursery ground* (Manangkalangi *et al.*, 2022). Selain itu, lamun sebagai salah satu ekosistem laut dan pesisir juga memiliki peran krusial dalam penyimpanan karbon (Serrano *et al.*, 2021), serta mitigasi perubahan iklim (Unsworth *et al.*, 2022).

Kondisi lingkungan perairan sangat berpengaruh terhadap kehidupan lamun

(Pineiro-Juncal *et al.*, 2022). Secara umum, lamun banyak ditemukan di wilayah pesisir dan perairan dangkal (Short *et al.*, 2007), serta tumbuh optimal di lingkungan dengan jenis substrat berpasir, meskipun beberapa spesies dapat hidup pada substrat berbatu. Parameter fisika-kimia perairan menjadi faktor pembatas dapat berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan lamun di suatu perairan. Suhu berpengaruh terhadap kesehatan dan pertumbuhan lamun. Suhu >40 °C akan menyebabkan lamun stress dan mengalami kematian (Hemminga dan Duarte, 2000).

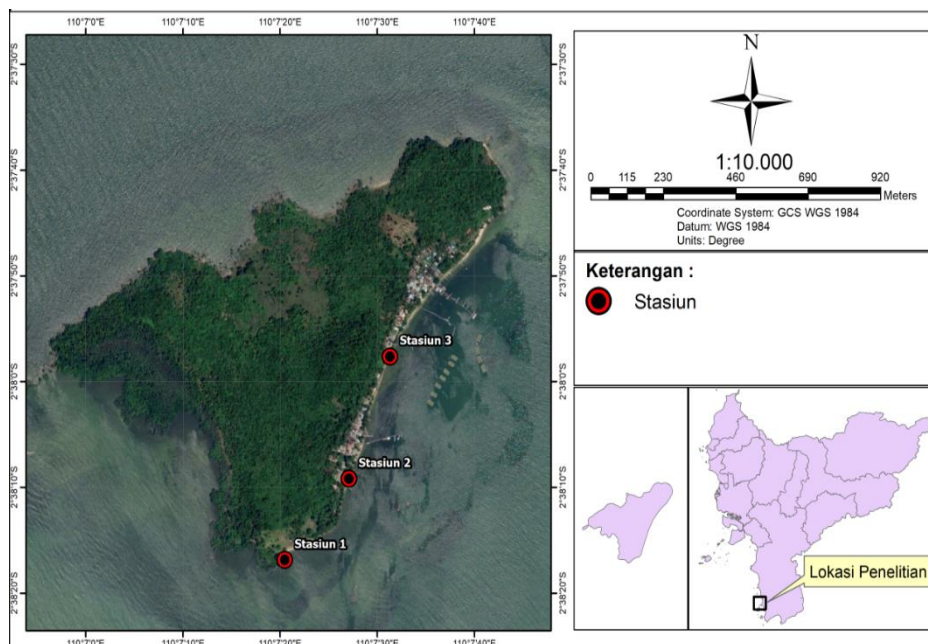
Lamun merupakan bagian dari ekosistem pesisir perairan Pulau Cempedak yang secara khusus tersebar di bagian tenggara pulau. Lamun dimanfaatkan sebagai sumber makanan utama Dugong dan habitat potensial berbagai jenis biota komersial dan ekonomis tinggi. Lamun juga sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi ekowisata bahari. Namun demikian, ekosistem lamun mengalami tekanan dan ancaman dari berbagai faktor, seperti pendangkalan sehingga mengakibatkan tingginya sedimentasi, hingga pengaruh aktivitas antropogenik. Sedimentasi berdampak pada tingkat kecerahan perairan dan berkurangnya penetrasi sinar matahari untuk proses fotosintesis. Pada akhirnya, kondisi tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan lamun yang ada dan menjadi kontributor utama penurunan lamun jangka panjang secara global. Penurunan jumlah dan jenis lamun di perairan Pulau Cempedak juga dapat menimbulkan dampak negatif lainnya mengingat perairan tersebut menjadi *feeding ground* dan alur ruaya dugong.

Status lamun saat ini di sebagian besar perairan Indonesia, termasuk Pulau Cempedak belum banyak diketahui. Oleh

karena itu, diperlukan penelitian mengenai struktur komunitas lamun dan faktor lingkungan sebagai *database* mengenai keanekaragaman sumberdaya alam yang ada. Data awal tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam pengelolaan Kawasan Konservasi Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil (KKP3K) Kendawangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur komunitas lamun di perairan tenggara Pulau Cempedak, Kalimantan Barat.

2. METODE PENELITIAN

Pengambilan data lamun dan parameter fisika-kimia perairan dilaksanakan pada bulan Oktober 2023 di perairan Tenggara Pulau Cempedak, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat (Gambar 1). Penentuan titik stasiun menggunakan metode eksploratif dengan memilih lokasi pengamatan berdasarkan keberadaan lamun di lapangan.



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel lamun di perairan tenggara Pulau Cempedak, Kalimantan Barat

Pengambilan Data Lamun

Pengumpulan data kondisi lamun berada di area pasang surut menggunakan *line transect*. Pemasangan transek tegak lurus dengan garis pantai sepanjang 70 m. Pendataan kondisi lamun dengan frame kuadrat berukuran 1x1 m² yang terbagi menjadi 9 sub kuadrat. Peletakan frame berada di sebelah kanan *line transect* berjarak 10 m antar frame (Gambar 2). Permulaan peletakan kuadrat transek berada 5 m dari pertama kali lamun ditemukan dari arah pantai (Rahmawati *et al.*, 2014).

Identifikasi Jenis Lamun

Semua spesies lamun yang didapatkan diambil, kemudian dilakukan identifikasi jenis lamun menggunakan buku identifikasi lamun menurut El Shaffai (2016), Hemminga dan Duarte (2001) dengan mengamati ciri morfologi, seperti bagian akar, rhizoma, *stem*, *leaf blade*, dan *leaf vein*.

Analisis Data

Persentase Tutupan Lamun

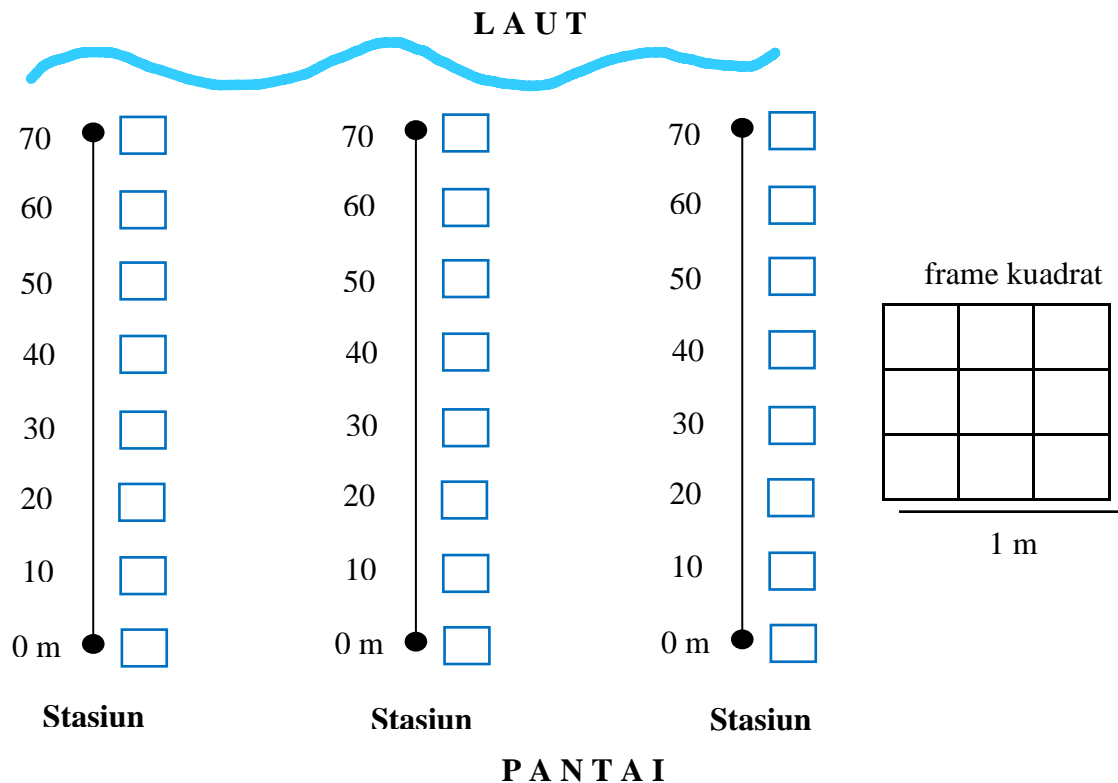
Persentase tutupan (*cover percentage*) lamun merupakan ukuran kelimpahan yang paling mudah digunakan dan pengamat harus menggunakan serangkaian ukuran standar untuk memastikan konsistensi

(McKenzie *et al.*, 2003). Persen tutupan lamun dapat diketahui berdasarkan persamaan (Rahmawati *et al.*, 2014) :

$$\text{Penutupan lamun (\%)} = \frac{\sum \text{nilai penutupan lamun (9 sub kuadrat)}}{\sum \text{sub kuadrat transek}}$$

Tabel 1. Percent coverage lamun

Skala	Coverage (%)	Status
5	>75	Sangat bagus
4	50-75	Bagus
3	25-50	Agak bagus
2	5-25	Sedikit
1	<5	Sangat sedikit



Gambar 2. Skema pengumpulan data komunitas lamun (English *et al.*, 1994)

Kerapatan Jenis dan Kerapatan Relatif

Kerapatan (K) jenis dapat didefinisikan sebagai jumlah total tegakan per luasan area tertentu. Tuwo (2011) menyatakan bahwa kerapatan lamun dapat diketahui dengan perhitungan, sebagai berikut :

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

Keterangan :

- K : Kerapatan jenis (tegakan/m²)
- ni : Total tegakan jenis ke-i
- A : Luas area (m²)

Kerapatan relatif (KR) dapat diketahui dari membandingkan jumlah tegakan spesies ke-i dengan total tegakan dalam satu populasi.

$$KR = \frac{ni}{\sum N} \times 100\%$$

Keterangan:

- KR : Kerapatan relatif
- ni : Jumlah tegakan spesies ke-i
- $\sum N$: Total tegakan seluruh spesies

Tabel 2. Status lamun berdasarkan kelimpahan jenis

Skala	Kelimpahan	Status
5	>175	Sangat rapat
4	125-175	Rapat
3	75-125	Agak rapat
2	25-75	Jarang
1	<25	Sangat jarang

Sumber: Braun-Blanquet (1965)

Frekuensi Jenis dan Frekuensi Relatif

Frekuensi lamun menunjukkan seberapa sering suatu spesies lamun muncul pada kuadrat transek. Frekuensi jenis lamun dihitung dengan rumus:

$$F = \frac{Pi}{\Sigma P}$$

Keterangan :

- F : Frekuensi jenis ke-i
- Pi : Jumlah transek ditemukan jenis i
- ΣP : Total kuadrat transek yang diamati

Frekuensi relatif didapatkan dengan membandingkan antara frekuensi jenis lamun dengan total frekuensi dari semua jenis/spesies lamun yang didapatkan, dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$FR = \frac{Fi}{\Sigma F} \times 100\%$$

Keterangan :

- FR : Frekuensi Relatif (%)
- Fi : Frekuensi jenis ke-i
- ΣF : Jumlah frekuensi seluruh jenis

Indeks Keanekaragaman (H')

Nilai indeks keanekaragaman (H') dapat memberikan gambaran mengenai keanekaragaman jumlah individu setiap jenis/spesies lamun (Latuconsina *et al.*, 2012). Semakin tinggi nilai indeks keanekaragaman maka semakin beranekaragam jenis lamun dalam suatu komunitas (Menajang *et al.*, 2017). Indeks

keanekaragaman dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$H' = - \sum pi \ln pi$$

Keterangan:

- H' : Indeks keanekaragaman (H')
- pi : ni/N
- ni : Jumlah tegakan pada spesies ke-i
- N : Total tegakan seluruh jenis

Tabel 3. Kriteria indeks keanekaragaman jenis lamun

Nilai	Kriteria
H' < 1	Rendah
1 < H' < 3	Sedang
H' > 3	Tinggi

Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman lamun dapat dihitung (Odum, 1993), sebagai berikut :

$$E = \frac{H'}{Hmax}$$

Keterangan :

- E : Indeks keseragaman
- H' : Indeks keanekaragaman
- Hmax : ln S
- S : Jumlah spesies yang ditemukan

Tabel 4. Kriteria indeks keseragaman jenis lamun

Nilai	Kriteria
0,00 < E < 0,50	Rendah
0,50 < E < 0,75	Sedang
0,75 < E < 1,00	Tinggi

Indeks Dominansi (C)

Indeks dominansi berperan untuk mengetahui ada atau tidaknya dominansi jenis lamun tertentu dalam satu populasi. Indeks ini dapat dihitung (Odum, 1993) :

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

Keterangan:

- C : Indeks dominansi
 ni : Jumlah tegakan pada jenis ke-i
 N : Total tegakan seluruh jenis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Jenis Lamun di Perairan Tenggara Pulau Cempedak

Hasil identifikasi lamun asal perairan Tenggara Pulau Cempedak terdapat 2 famili, 4 genus dan 4 spesies (Tabel 5). Spesies yang ditemukan yaitu *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule pinifolia*, dan *Halophila ovalis*. Spesies tersebut dapat ditemukan di semua stasiun pengamatan yang tumbuh secara heterogen/vegetasi campuran, terdiri dari 2-5 spesies per transek. Hasil penelitian

sebelumnya oleh Yudhoyono *et al.* (2023) di lokasi yang sama menemukan 2 spesies lamun, yaitu *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea serrulata*. Kombinasi kelompok lamun yang berkolonisasi (*Halophila* dan *Halodule*), lamun oportunistik (*Cymodocea*), dan dominasi kelompok lamun persisten (*Enhalus* dan *Thalassia*) di lokasi penelitian berdampak pada tingkat resistensi lamun terhadap ancaman di lingkungan perairan (Kilminster *et al.*, 2015). Lamun di Tenggara Pulau Cempedak dapat ditemukan tumbuh pada zona intertidal hingga ekosistem *coral reef*. Spesies *H. ovalis* dan *C. rotundata* merupakan spesies yang pertama kali ditemukan pada saat pengamatan. Sedangkan, *H. pinifolia* merupakan spesies yang paling banyak mendominasi. Hal ini disebabkan karena bentuknya yang halus dan dapat tumbuh banyak dalam satu akar.

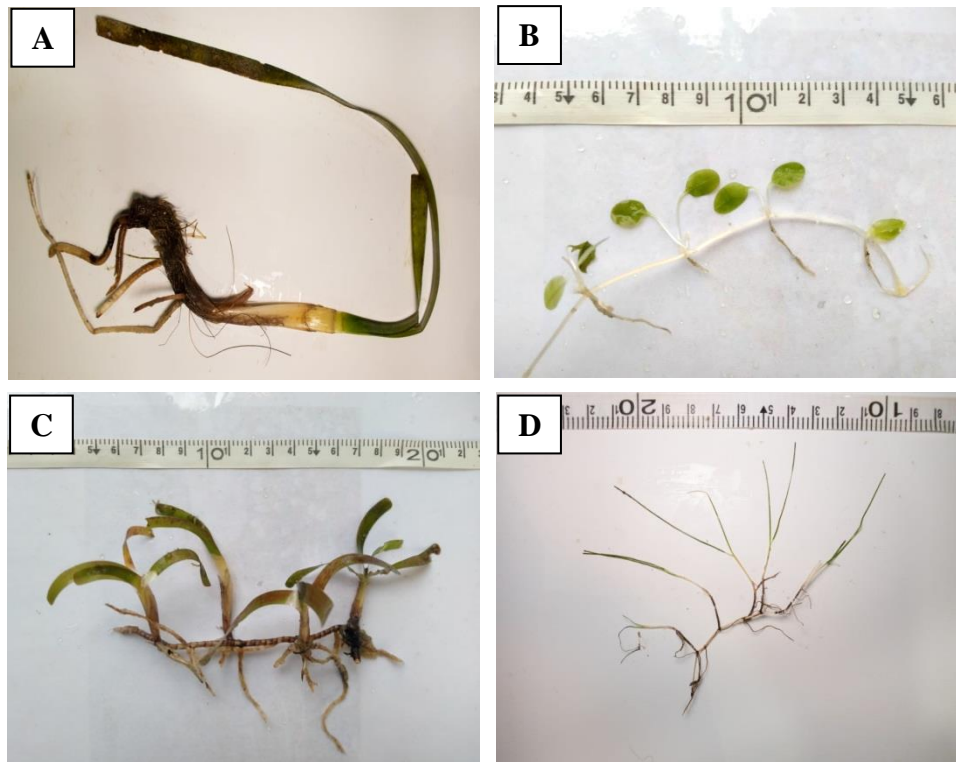
Tabel 5. Komposisi Jenis Lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak

Famili	Genus	Spesies	Stasiun		
			I	II	III
<i>Hydrocharitaceae</i>	<i>Enhalus</i>	<i>Enhalus acoroides</i>	+	+	+
	<i>Halophila</i>	<i>Halophila ovalis</i>	+	+	+
<i>Potamogetonaceae</i>	<i>Cymodocea</i>	<i>Cymodocea rotundata</i>	+	+	+
	<i>Halodule</i>	<i>Halodule pinifolia</i>	+	+	+

Spesies lamun yang ditemukan menunjukkan ciri-ciri morfologi yang bervariasi. Perairan Tenggara Pulau Cempedak memiliki kondisi lamun dengan keanekaragaman lebih tinggi dibandingkan Pulau Lemukutan (Gusmalawati dan Sanova, 2018) dan Pulau Kabung (Sofiana *et al.*, 2020) yang hanya ditemukan satu spesies yaitu *T. hemprichii*. Selain itu, perairan lain di Kalimantan Barat seperti Pantai Samudera Indah Singkawang dan Desa Sutera Kayong Utara juga hanya ditemukan satu spesies lamun *E. acoroides* (Yulianti *et al.*, 2018; Jo *et al.*, 2023). Komposisi jenis lamun berkaitan erat dengan kondisi parameter lingkungan perairan (Yaakub *et al.*, 2018). Keanekaragaman lamun di lingkungan

perairan menunjukkan tingkat ketahanan ekosistem lamun terhadap berbagai ancaman. Semakin banyak spesies yang ditemukan, semakin besar kemungkinan ekosistem tersebut untuk bertahan (Unsworth *et al.*, 2015).

E. acoroides asal perairan Tenggara Pulau Cempedak memiliki daun panjang, bertekstur tebal dengan ujung membulat dan berwarna hijau gelap. Rata-rata panjang daun ± 36 cm dan lebar ± 1 cm. Rhizoma besar dan tebal dan memiliki serabut serabut hitam. Lamun *H. ovalis* memiliki daun berbentuk oval dengan rata-rata panjang (0,8 cm) dan lebar (0,6 cm). Terdapat 12-16 pasang tulang daun yang saling menyilang (*crossvein*).



Gambar 3. Komposisi spesies lamun asal perairan Tenggara Pulau Cempedak
(A) *Enhalus acoroides* (B) *Halophila ovalis* (C) *Cymodocea rotundata* (D) *Halodule pinifolia*

Rhizoma tipis dan sangat halus. *C. rotundata* memiliki daun yang berkembang baik, berbentuk sedikit melengkung dengan ujung daun membulat (*rotundus*) atau membentuk lekukan jantung. Dalam 1 tegakan ditemukan sekitar 3-4 daun, dengan rata-rata panjang (3,9 cm) dan lebar (0,8 cm). Sedangkan, *H. pinifolia* memiliki panjang daun (6,7 cm) dan lebar (0,1 cm). Daun bagian ujung agak membulat dan bergerigi. Berdasarkan daftar *Redlist* IUCN, spesies ini masuk dalam kategori *Least Concern* (LC) dengan tren penurunan populasi (Short *et al.*, 2010).

Persentase Tutupan (*percent coverage*) Lamun

Percent coverage menunjukkan tingkat tutupan ruang yang dimiliki oleh lamun dalam suatu komunitas/populasi. Tutupan lamun menjadi informasi penting yang dapat digunakan untuk menilai kondisi komunitas lamun di suatu lingkungan perairan. Luas tutupan lamun

dipengaruhi oleh kepadatan/kelimpahan spesies. *Percent coverage* lamun berkorelasi dengan lingkungan tempat hidup, ciri morfologi, dan ukuran lamun (Short dan Coles, 2001). Lamun di setiap stasiun pengamatan memiliki nilai persentase tutupan (*cover percentage*) yang bervariasi, dimana stasiun I memiliki persentase tutupan tertinggi, sedangkan stasiun III memiliki persentase tutupan terendah (Tabel 6). Berdasarkan kriteria oleh Braun-Blanquet (1965), secara keseluruhan kondisi lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak digolongkan pada kategori sedikit. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004, status padang lamun dengan persen tutupan $\leq 29,9\%$ termasuk dalam kondisi rusak. Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi yang hampir sama dengan lamun di perairan Kalimantan Barat lainnya, seperti Pulau Kabung yang masuk dalam kriteria sedikit (Sofiana *et al.*, 2020) dan Pulau

Lemukutan tergolong sangat sedikit (Gusmalawati dan Sanova, 2018).

Tabel 6. *Percent Coverage* Lamun di Perairan Tenggara Pulau Cempedak

Stasiun	<i>Percent Coverage</i> (%)
I	16,74
II	11,94
III	9,17

Stasiun I memiliki nilai persentase tutupan tertinggi (16,74%) daripada titik pengamatan yang lain. Hal ini karena lokasi tersebut merupakan area dekat dengan vegetasi mangrove. Kondisi perairan dengan keberadaan vegetasi mangrove memiliki kecenderungan lebih tenang, serta terlindung dari hempasan arus dan gelombang yang kuat (Zubra, 2018). Kondisi tersebut berkaitan dengan fungsi ekologi mangrove sebagai pemecah gelombang dan peredam arus. Oleh karena itu, lamun yang ada di lokasi tersebut dapat tumbuh dengan optimal dan memiliki persentase tutupan yang tinggi. Selain itu, tingginya persen tutupan lamun di stasiun I dan II kemungkinan besar disebabkan oleh kondisi yang terjaga dan jauh dari dampak aktivitas manusia. Menurut Unsworth *et al.* (2015) dan Hemminga dan Duarte (2000), tutupan lamun menggambarkan tingkat resistensi lamun terhadap kondisi lingkungan (Lincoln *et al.*, 2021). Stasiun III memiliki nilai persentase tutupan terendah (9,17%). Hal ini disebabkan karena stasiun tersebut merupakan area aktivitas nelayan, seperti kegiatan tambat labuh kapal, penangkapan ikan menggunakan jaring pukat, dan pembuangan sisa bahan bakar minyak. Aktivitas tersebut membuat kondisi lingkungan perairan menjadi tidak optimal sehingga mempengaruhi keberadaan dan

kehidupan lamun yang pada akhirnya berdampak pada nilai tutupan.

Berbagai upaya konservasi telah dilakukan untuk menjaga keberlangsungan ekosistem lamun di perairan Pulau Cempedak, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. Kelompok masyarakat bersama-sama dengan pemerintah, dinas/instansi terkait dan NGO melakukan kegiatan restorasi lamun. Hal ini dilakukan untuk menjaga peran penting ekologis lamun sebagai *feeding ground* dugong, serta *breeding* dan *nursery ground* berbagai biota akuatik bernilai ekonomis tinggi.

Kelimpahan Lamun

Ada banyak cara untuk mengukur kelimpahan lamun, termasuk tutupan daun, biomassa, kerapatan, dan tinggi kanopi (Duarte dan Kirkman 2001). Pada penelitian ini, kelimpahan lamun dihitung dengan menggunakan data persentase tutupan dan perhitungan jumlah tegakan dalam satu luasan area. Kelimpahan lamun mengacu pada kuantitas atau jumlah lamun yang ada di suatu wilayah. Kondisi tersebut merupakan ukuran kepadatan populasi atau cakupan suatu padang lamun (Zubra, 2018). Kelimpahan lamun dipengaruhi oleh jumlah individu masing-masing jenis/spesies lamun pada suatu wilayah tertentu.

Tabel 7. Kelimpahan lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak

Spesies	Stasiun I		Stasiun II		Stasiun III	
	K (tegakan/m ²)	KR (%)	K (tegakan/m ²)	KR (%)	K (tegakan/m ²)	KR (%)
<i>Enhalus acoroides</i>	3,5	0,5	20,5	9,0	12,5	22,57
<i>Halophila ovalis</i>	190,4	38,6	43,5	12,9	58,6	40,23
<i>Cymodocea rotundata</i>	85,3	13,8	116,0	41,5	30,5	23,7

<i>Halodule pinifolia</i>	373,3	47,1	126,4	36,7	1,4	1,03
---------------------------	-------	------	-------	------	-----	------

Perairan Tenggara Pulau Cempedak memiliki kelimpahan jenis lamun bervariasi antar stasiun, yaitu 1,4-373,3 (tegakan/m²) dan masuk ke dalam kategori sangat jarang hingga sangat rapat. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, lamun yang ada di Pulau Kabung dan perairan Desa Sutera Kayong Utara masuk kategori jarang (Sofiana *et al.*, 2020; Jo *et al.*, 2023), dan kategori sedikit di Pulau Lemukutan (Gusmalawati dan Sanova, 2018). Karakteristik lamun di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan, salah satunya yaitu substrat. Tingkat kestabilan substrat akan mendukung persebaran dan pertumbuhan lamun (Takaendengan dan Azkab, 2010). Faktor lain seperti kedalaman juga berpengaruh secara tidak langsung terhadap penetrasi sinar matahari ke perairan yang berperan penting dalam proses fotosintesis. Semakin optimal

kondisi lingkungan, lamun akan memiliki kelimpahan yang tinggi juga.

Frekuensi Jenis Lamun

Frekuensi menggambarkan kemungkinan ditemukannya lamun pada frame kuadrat sampel yang dibuat dan menunjukkan sebaran spesies lamun asal perairan Tenggara Pulau Cempedak, Kalimantan Barat (Tabel 8). Tingginya frekuensi kemunculan *H. pinifolia* dan *C. rotundata* menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap karakteristik habitat di perairan Pulau Cempedak. Lamun *H. pinifolia* merupakan spesies pioner yang paling banyak terdistribusi (Udagedara *et al.*, 2017). Lamun pionir dan oportunistik berukuran kecil dan memiliki pertumbuhan yang cepat serta umur yang lebih pendek dibandingkan spesies lamun yang bersifat persisten (Kilminster *et al.*, 2015).

Tabel 8. Frekuensi lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak

Spesies	Stasiun I		Stasiun II		Stasiun III	
	F	FR	F	FR	F	FR
<i>Enhalus acoroides</i>	0,19	9,9	0,50	18,5	0,51	35,55
<i>Halophila ovalis</i>	0,53	26,7	0,47	15,4	0,54	28,20
<i>Cymodocea rotundata</i>	0,56	27,5	0,79	33,3	0,49	22,6
<i>Halodule pinifolia</i>	0,64	35,9	0,71	32,8	0,01	1,14

H. pinifolia juga dominan pada kondisi yang beragam, mulai dari substrat berlumpur di daerah intertidal hingga ekosistem terumbu karang, maupun lingkungan yang tidak stabil dan tidak mendukung bagi spesies lamun lainnya, tetapi *H. pinifolia* dapat tumbuh dan berkembang dengan baik (Sakey *et al.*, 2015). Lamun tersebut tergolong ke dalam spesies *euryhaline* (Waycott *et al.*, 2004). Kondisi tersebut juga diperkuat oleh hasil studi Lamit dan Tanaka (2019) yang menyatakan bahwa *H. pinifolia* merupakan spesies yang paling toleran dan mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi kualitas air dan karakteristik sedimen. Spesies ini memiliki tingkat kolonisasi

yang cepat dan peran penting dalam menjaga habitat lamun di area yang memiliki stres lingkungan tinggi, serta secara aktif menstabilkan sedimen dengan struktur akar dan *rhizome* yang kuat (Fitrian *et al.*, 2017).

Frekuensi jenis lamun *C. rotundata* yang tinggi disebabkan karena spesies tersebut mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan perairan (Kawaroe *et al.*, 2016), dengan sistem perakarannya (Short dan Carruthers, 2010). Spesies ini mempunyai tingkat kemunculan yang sangat tinggi di lokasi penelitian dan dapat ditemukan di semua titik pengambilan sampel. Nugraha *et al.* (2021) juga melaporkan *C. rotundata* memiliki rata-

rata kemunculan dan tingkat adaptasi tinggi di kawasan ekosistem lamun di beberapa pulau kecil Papua Utara. Selain

itu, lamun tersebut terdistribusi luas dan merupakan *key species* di kawasan Indo-Pasifik (Kilminster *et al.*, 2015).

Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (E), dan Dominansi (C)

Indeks keanekaragaman digunakan untuk mengetahui kelimpahan komunitas lamun dalam suatu area. Keanekaragaman jenis didasarkan pada dua faktor krusial, yaitu jumlah spesies dan jumlah tegakan dari masing-masing spesies lamun yang ditemukan. Di perairan, tingkat keragaman komunitas yang semakin tinggi menunjukkan adanya jumlah spesies lamun yang tinggi juga. Indeks keanekaragaman (H') lamun di perairan Tenggara Pulau

Cempedak berkisar antara 0,97-1,19, dan masuk ke dalam kategori rendah hingga sedang berdasarkan kategori Shannon-Wiener. Tinggi rendahnya suatu keanekaragaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kondisi parameter fisika-kimia lingkungan perairan (Bialangi, 2005). Indeks keanekaragaman sedang menunjukkan bahwa lokasi tersebut memiliki produktivitas dan kondisi ekosistem yang cukup seimbang serta tekanan ekologis yang sedang (Awang *et al.*, 2018).

Tabel 9. Indeks biologis lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak

Stasiun	H'	E	C
I	0,97	0,56	0,43
II	1,19	0,66	0,34
III	0,99	0,56	0,43

Indeks keseragaman digunakan untuk menentukan kelimpahan suatu komunitas berdasarkan tingkat similaritas beberapa jenis/spesies di suatu lingkungan perairan. Indeks keanekaragaman (E) lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak berkisar 0,56-0,66. Berdasarkan kriteria Odum (1971), nilai tersebut masuk ke dalam kategori keseragaman sedang. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa individu dari masing-masing spesies relatif sama, tidak terdapat perbedaan yang mencolok, serta kondisi lingkungan yang stabil. Indeks dominansi (C) digunakan untuk melihat seberapa besar suatu jenis/spesies lamun dominan di suatu wilayah perairan. Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1, semakin besar nilai dominansi memungkinkan adanya dominasi spesies tertentu di dalam populasi. Nilai indeks dominansi di lokasi penelitian berkisar antara 0,34-0,43. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak, Kalimantan Barat memiliki tingkat

dominasi rendah dan tidak adanya jenis lamun yang secara penuh mendominasi jenis lainnya, serta kondisi lingkungan yang relatif stabil sehingga tidak terjadi tekanan ekologis terhadap biota di lingkungan tersebut (Namira *et al.*, 2021). Berdasarkan nilai indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi tersebut, dapat menunjukkan bahwa kondisi ekosistem lamun di perairan Tenggara Pulau Cempedak masih dalam kondisi stabil.

Parameter Kualitas Perairan di Tenggara Pulau Cempedak

Lamun hidup di lingkungan perairan dengan memanfaatkan faktor abiotik, sehingga secara tidak langsung fluktuasi kondisi lingkungan perairan berpengaruh terhadap keberadaan dan kelimpahan lamun. Kondisi lingkungan perairan tenggara Pulau Cempedak dapat diketahui dari pengukuran parameter kualitas air (Tabel 10). Kondisi lingkungan memiliki peran penting yang berpengaruh

terhadap kelangsungan hidup suatu sepsis lamun.

Suhu merupakan faktor pembatas terhadap pertumbuhan dan distribusi lamun. Suhu mempengaruhi lamun mulai dari tingkat molekuler hingga kehidupan secara global. Selain itu, suhu juga berpengaruh terhadap distribusi biogeografi lamun di seluruh dunia, baik di negara tropis hingga sub tropis. Suhu perairan pada saat pengamatan di Tenggara Pulau Cempedak bervariasi antar stasiun, dan masih masuk ke dalam rentang optimum yang dapat mendukung kehidupan lamun (28-33⁰ C) (Tishmawati *et al.*, 2014; Collier *et al.*, 2017). Variasi suhu di ekosistem lamun dipengaruhi oleh kelimpahan dan kondisi hidrodinamika perairan yang ada di wilayah tersebut. Hasil penelitian sebelumnya, pada suhu

32,8⁰ C lamun *T. hemprichii* dan *E. acoroides* menunjukkan produktivitas daun yang optimal dalam melakukan fotosintesis (Pedersen *et al.*, 2016). Namun, pada suhu tinggi 35-40⁰ C, daun *T. hemprichii* akan mati, meskipun kondisi suhu tersebut tidak berpengaruh terhadap *rhizoma* yang ada. Peningkatan suhu yang ekstrim (>40⁰ C) dapat mempengaruhi keberadaan dan distribusi (Daud *et al.*, 2019; Plaisted *et al.*, 2022), penurunan laju fotosintesis (Aboud dan Kannah, 2017), perubahan laju pertumbuhan, pola reproduksi seksual, hingga menyebabkan kematian (Lefcheck *et al.*, 2017; Strydom *et al.*, 2020). Shields *et al.* (2019) menemukan adanya pergeseran distribusi *Zostera marina* yang digantikan oleh spesies *Ruppia maritima* sebagai respon terhadap peningkatan suhu di musim panas.

Tabel 10. Parameter Kualitas Perairan di Tenggara Pulau Cempedak

Parameter	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III
Temperatur (°C)	30,0	30,9	32,0
Salinitas (ppt)	31,2	30,9	31,0
pH	7,52	7,8	7,3
DO (mg/L)	5,5	5,4	5,1
Kedalaman (m)	0,38	0,52	0,58
Kecerahan (m)	0,24	0,35	0,44
Jenis substrat	pasir berbatu	pasir berbatu	pasir berbatu

Salinitas juga merupakan faktor pembatas terhadap distribusi dan pertumbuhan lamun. Selain itu, salinitas juga berpengaruh terhadap kelimpahan, produktivitas, dan morfometrik daun. Perubahan salinitas yang ekstrim menjadi stres lingkungan dapat menyebabkan lamun lebih rentan terhadap penyakit. Nilai salinitas di perairan dapat memberikan informasi mengenai keanekaragaman dan ekologi lamun di suatu wilayah tertentu. Masing-masing jenis/spesies lamun memiliki kisaran toleransi yang berbeda terhadap kadar salinitas. Pengukuran nilai salinitas di perairan Tenggara Pulau Cempedak berkisar antara 30,9-31,2 ppt dan masih masuk dalam rentang optimal yang dapat mendukung kehidupan lamun

yaitu 24-35 ppt (Wirawan, 2014; Wuthirak *et al.*, 2016). Salinitas mempengaruhi penyerapan air dan konsentrasi ion di dalam sel. Perubahan salinitas mengakibatkan stres fisiologi (Copertino *et al.*, 2016), mempengaruhi tekanan osmotik di dalam sel dan efisiensi fotosintesis, menyebabkan penurunan laju pertumbuhan, perubahan morfologi dan morfometrik, serta mengakibatkan kematian (Howarth dan Durako, 2013; Marin-Guirao *et al.*, 2013; Collier *et al.*, 2014). Hasil penelitian sebelumnya oleh Wilson dan Duntun (2018) menunjukkan pada kondisi *hypersaline* (50-70 ppt) menyebabkan kematian massal lamun *Syringodium filiforme* di pantai Texas. Namun, terdapat jenis-jenis lamun tertentu

yang mempunyai daya adaptasi tinggi terhadap variasi nilai salinitas, seperti *C. nodosa* yang tumbuh pada salinitas 10-50 ppt (Tsioli *et al.*, 2019) dan *P. oceanica* yang hanya tumbuh di daerah dengan salinitas tinggi (Barrio *et al.*, 2021).

Derajat keasaman (pH) menjadi salah satu faktor penting yang digunakan untuk peninjauan stabilitas suatu lingkungan (Simanjuntak, 2009), dimana perbedaan nilai pH dapat berpengaruh terhadap struktur komunitas lamun. Secara umum, biota yang hidup di lingkungan perairan memiliki sensitifitas tinggi terhadap perubahan nilai pH dan cenderung menyukai kondisi pH pada rentang 7-8,5. Berdasarkan hasil pengukuran, pH air di Pulau Cempedak yaitu 8,0-8,4, dimana nilai tersebut masuk dalam rentang optimal yang dapat mendukung kehidupan lamun (7,3-9,0 (Tahril *et al.*, 2011). DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan kandungan oksigen dalam bentuk terlarut pada suatu perairan. DO dapat dihasilkan dari masuknya oksigen di atmosfer ke dalam perairan dan hasil fotosintesis. Kandungan DO menjadi salah satu faktor pembatas bagi keberadaan dan kehidupan lamun. Perubahan kadar DO diduga karena adanya proses respirasi pada akar dan *rhizome* lamun, pernafasan organisme perairan, serta konsumsi oksigen oleh bakteri untuk proses siklus nitrogen di *seagrass bed* (Fahrudin *et al.*, 2023). Organisme perairan membutuhkan oksigen terlarut dengan kadar yang bervariasi, yang dipengaruhi oleh jenis/spesies, fase pertumbuhan, dan aktivitas yang dilakukan. Penurunan kadar DO dapat memperlambat proses fotosintesis yang pada akhirnya menurunkan produktivitas primer lamun (Zubra, 2018). Hasil pengukuran DO atau oksigen terlarut di perairan Tenggara Pulau Cempedak berkisar antara 5,1-5,5 mg/L. Baku mutu air untuk biota laut khususnya oksigen terlarut pada padang lamun berada pada 5 mg/L (>5 mg/L) (KEPMEN-LH, 2004). Berdasarkan hasil yang di dapat menunjukkan bahwa DO perairan Tenggara

Pulau Cempedak tergolong baik untuk kehidupan lamun.

Kedalaman perairan merupakan parameter lingkungan yang berkaitan dengan intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam perairan (Effendi, 2003). Pengambilan data kedalaman perairan dilakukan pada tiga titik stasiun, rata-rata kedalaman perairan Tenggara Pulau Cempedak adalah berkisar antara 0,38-0,58 m. Menurut Hukom dan Pelasula (2012), pada umumnya lamun memiliki sebaran luas di kawasan tropis dan subtropis, khususnya laut dangkal dengan kisaran kedalaman 1-10 m. Kecerahan adalah perhitungan kemampuan masuknya sinar matahari ke dalam perairan. Kecerahan mempengaruhi penetrasi cahaya dan ketersediaan unsur hara bagi kehidupan lamun (Handayani *et al.*, 2016). Pengukuran kecerahan pada penelitian ini juga dilakukan pada tiga titik stasiun, rata-rata kecerahan perairan Tenggara Pulau Cempedak yaitu berkisar antara 0,24-0,44 m. Kekeruhan dapat menghalangi kecerahan yang mempengaruhi kehidupan lamun karena dapat menghambat masuknya cahaya yang dibutuhkan lamun untuk berfotosintesis. Substrat mempunyai peran yang sangat penting bagi kehidupan lamun, yaitu sebagai penahan dari arus air laut dan tempat pengolahan serta penyimpanan nutrisi bagi lamun (Handayani *et al.*, 2016). Kondisi substrat pada ketiga stasiun memiliki jenis substrat yang sama, yaitu pasir berbatu. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Wagey dan Sake (2013) bahwa dalam satu substrat, lamun dapat muncul sebagai vegetasi tunggal maupun vegetasi campuran yang terdiri dari 2 – 12 jenis berbeda. Adanya perbedaan jenis substrat akan berpengaruh terhadap komunitas lamun yang secara khusus dalam hal struktur dan tegakan lamun (Newmaster *et al.*, 2011).

4. SIMPULAN

Lamun yang ditemukan di perairan Tenggara Pulau Cempedak terdiri dari 4 spesies, yaitu *Enhalus acoroides*,

Cymodocea rotundata, *Halodule pinifolia*, dan *Halophila ovalis*. Tutupan lamun berkisar antara 9,17–16,74% dan kelimpahan 1,4–373,3 tegakan/m². Indeks keanekaragaman (H') dalam kategori rendah hingga sedang, indeks keseragaman (E) kategori sedang dan indeks dominansi (C) kategori rendah. Kondisi parameter kualitas perairan masuk ke dalam rentang optimal dalam mendukung kehidupan lamun.

Rekomendasi yang dapat diberikan yaitu perlu adanya penelitian lanjutan mengenai pengaruh sedimentasi terhadap kondisi ekosistem lamun, khususnya di perairan tenggara Pulau Cempedak, Kalimantan Barat.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Aboud, S.A. dan Kannah, J.F. 2017. Abundance, Distribution and Diversity of Seagrass Species in Lagonal Reefs on the Kenyan Coast. *J. Eng.*, 37(1), 52-67.
- Awang, T.E.D., Duan, F.K., Momo, A.N. 2018. Analysis of Diversity, Density, and Pattern of Spread of Seagrass Intertidal Zone Seba Beach District West Savu of Savu-Raijua. *Jurnal Biotropikal Sains*, 15(2), 84-98.
- Barrio, A.V., Montagna, G., Mamtani, A., Sevilimedu, V., Edelweiss, M., Capko, D., Cody, H.S., El-Tamer, M., Gemignani, M.L., Heerdt, A., Kirstein, L., Moo, T.A., Pilewskie, M., Plitas, G., Sacchini, V., Sclafani, L., Tadros, A., Van-Zee, K.J., Morrow, M. 2021. Nodal Recurrence in Patients with Node-Positive Breast Cancer Treated with Sentinel Node Biopsy Alone After Neoadjuvant Chemotherapy-A Rare Event. *JAMA Oncol.*, 7(12), 1851-1855. doi: 10.1001/jamaoncol.2021.4394.
- Bialangi, M.S. 2005. Komperasi Keanekaragaman dan Pola Distribusi Mangrove pada Kawasan Pantai Berawa dan tidak Berawa Kabupaten Pahuwato Gorontalo. Program Pascasarjana IKIP MALANG, Malang.
- Braun-Blanquet J. 1965. Plant Sociology: The Study of Plant Communities, (Trans. rev. and ed. By C.D. Fuller and H.S. Conard). London: Hafner.
- Collier, C.J., Villacorta-Rath, C., van Dijk, K.-J., Takahashi, M., Waycott, M. 2014. Seagrass Proliferation Precedes Mortality During Hyposalinity Events: A Stress-Induced Morphometric Response. *PLoS ONE* 9(4): e94014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094014>
- Collier, J.C., Ow, Y.X., Langlois, L., Uthicke, S., Johansson, C.L., O'Brien, K.R., Hrebien, V. dan Adams, M.P. 2017. Optimum Temperatures for Net Primary Productivity of Three Tropical Seagrass Species. *Front. Plant Sci.*, 8, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01446>
- Copertino, M.S., Creed, J.C., Lanari, M.O., Magalhães, K., Barros, K., Lana, P.C., Sordo, L., Horta, P.A. 2016. Seagrass and Submerged Aquatic Vegetation (VAS) Habitats Off the Coast of Brazil: State of Knowledge, Conservation and Main Threats. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(sp2), 53-80. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-875920161036064sp2>.
- Dahuri, R., Jacub, R., Sapta, P.G., Sitepu, M.J. 2001. Resource Management Integrated Coastal and Ocean Territory. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Daud, M., Pin, T.G., Handayani, T. 2019. The Spatial Pattern of Seagrass Distribution and the Correlation with Salinity, Sea Surface Temperature, and Suspended Materials in Banten Bay. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243, 1-8.

- Duarte, C.M., Kirkman, H. 2001. Methods for the Measurements of Seagrass Abundance and Depth Distribution. in: Short, F.T., Coles, R.G., editors. *Global Seagrass Research Methods*. Amsterdam: Elsevier Science. pp.155-182.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta, Kanisius. 259 hlm.
- El Shaffai, A. 2016. Field Guide to Seagrasses of the Red Sea. Roupheal, A. and Abdulla, A., eds. Second Edition. Gland, Switzerland: IUCN and Courbevoie, France: Total Foundation. viii + 56 pp.
- English, S., Wilkinson, C., Baker, V. 1994. *Survey Manual for Tropical Marine Resources*, Townville. Australian Institute of Marine Science.
- Fahrudin, M., Suriyadin, A., Murtawan, H., Abdurachman, M.H., Setyono, B.D.H., Saputra, A. dan Ilyas, A.P. 2023. Struktur Komunitas Lamun di Perairan Ketapang, Lombok Barat. *Journal of Marine Research*, 12(1), 61-70. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.34537>
- Fitrian, T., Kusnadi, A., Persillette, R.N. 2017. Seagrass community structure of Tayando-Tam Island, Southeast Moluccas, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(2), 788-794.
- Gusmalawati, D. dan Sanova, A.S.S. 2018. Tutupan Lamun *Thalassia hemprichii* di Perairan Dusun Karang Utara, Pulau Lemukutan, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 2(3), 186-191. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.03.7>
- Handayani, D.R., Armid, Emiyarti. 2016. Hubungan Kandungan Nutrien dalam Substrat terhadap Kepadatan Lamun di Perairan Desa Lalowaru Kecamatan Moramo Utara. *Jurnal Sapa Laut*, 1(2), 42-53. <http://dx.doi.org/10.33772/jsl.v1i2.929>
- Hemminga, M.A. and Duarte, C.M. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Herlina, Idiawati, N., Safitri, I. 2018. Diversitas Mikroalga *Epifit Berasosiasi* pada Daun Lamun *Thalassia hemprichii* di Pulau Lemukutan Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1(2), 37-44.
- Howarth, J.F. dan Durako, M.J. 2013. Diurnal Variation in Chlorophyll Fluorescence of *Thalassia testudinum* Seedlings in Response to Controlled Salinity and Light Conditions. *Journal of Marine Biology*, 160, 591-605.
- Hukom, F.D. dan Pelasula, D. 2012. Baseline Studi Kondisi Terumbu Karang, Lamun dan Mangrove di Perairan Pantai Utara Sebelah Timur (Lautem, s.d. Com) Timor Leste, Jakarta. Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. 86 hlm.
- Jo, R.O., Minsas, S., Kushadiwijayanto, A.A, Idiawati, N. 2023. Analisis Kondisi Lamun *Enhalus acoroides* di Perairan Desa Sutera Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Akuatiklestari*, 6, 108-115. <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v6i.5152>.
- Kawaroe, M., Nugraha, A.H., Juraij, Tasabaramo, I.A. 2016. Seagrass Biodiversity at Three Marine Ecoregions of Indonesia: Sunda Shelf, Sulawesi Sea, and Banda Sea. *Biodiversitas*, 17(2), 585-591. doi:10.13057/biodiv/d170228.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut. 10 hlm.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun.
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 91/KEPMEN-KP/2020 Tahun 2020 tentang Kawasan Konservasi Pesisir Dan

- Pulau-Pulau Kecil Kendawangan dan Perairan Sekitarnya di Provinsi Kalimantan Barat.
- Kilminster, K., McMahon, K., Waycott, M., Kendrick, G.A., Scanes, P., McKenzie, L., O'Brien, K.R., Lyons, M., Ferguson, A., Maxwell, P., Glasby, T., Udy, J. 2015. Unravelling Complexity in Seagrass Systems for Management: Australia as a Microcosm. *Sci. Total. Environ.*, 534, 97-109. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.04.061.
- Lamit, N. dan Tanaka, Y. 2019. Species-Specific Distribution of Intertidal Seagrasses Along Environmental Gradients in a Tropical Estuary (Brunei Bay, Borneo). *Regional Studies in Marine Science*, 29, 100671. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2019.10.0671>.
- Latuconsina, H., Nessa, M.N., Rappe, R.A. 2012. Komposisi spesies dan struktur komunitas ikan padang lamun di perairan Tanjung Tiram-Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1), 35-46.
- Lefcheck, J.S., Wilcox, D.J., Murphy, R.R., Marion, S.R., Orth, R.J. 2017. Multiple Stressors Threaten the Imperiled Coastal Foundation Species Eelgrass (*Zostera marina*) in Chesapeake Bay. *Global Change Biology*, 23, 3474-3483.
- Lincoln, S., Vannoni, M., Benson, L., Engelhard, G.H., Tracey, D., Shaw, C., Molisa, V. 2021. Assessing Intertidal Seagrass Beds Relative to Water Quality in Vanuatu, South Pacific. *Mar. Pollut. Bull.*, 163, 111936. doi:10.1016/j.marpolbul.2020.111936.
- Manangkalangi, E., Sembel, L., Tebaiy, S., Manuputty, A., Rumayomi, M. R., Musyeri, P., Sawaki, D., Orissu, D., Manumpil, A. W., Kaber, Y. 2022. Evaluation of Seagrass Beds As A Foraging And Nursery Habitat Based on the Structure of the Fish Community in Nusmapi Island, West Papua, Indonesia. *Biodiversitas*, 23(10), 5165-5174. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d231024>.
- Marin-Guirao, L., Sandoval-Gil, J.M., Bernardeau-Esteller, J., Ruiz, J.M., Sanchez-Lizaso, J.L. 2013. Responses of the Mediterranean Seagrass *Posidonia oceanica* to Hypersaline Stress Duration and Recovery. *Marine Environmental Research*, 84, 60-75.
- McKenzie, L.J. 2003. Guidelines For The Rapid Assessment and Mapping of Tropical Seagrass Habitats, the State of Queensland, Department of Primary Industries, Queensland.
- Menajang, F.S.I., Kaligis, G.J.F., Wagey, B.T. 2017. Komunitas Lamun di Pesisir Pantai Pulau Bangka Bagian Selatan Kabupaten Minahasa Utara Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 5(2), 121-134.
- Namira, A., Arthana, I.W., Kartika, I.W.D. 2021. Keanekaragaman Jenis dan Kondisi Ekosistem Padang Lamun di Pantai Mengiat Nusa Dua Bali. *Jurnal Bumi Lestari*, 21, 24-35.
- Newmaster, A.F., Berg, K.J., Ragupathy, S., Palanisamy, M., Sambandan, K. dan Newmaster, S.G. 2011. Local Knowledge and Conservation of Seagrass in the Tamil Nadu State of India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 7, 1-7.
- Nugraha, A.H., Tasabaramo, I.A., Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Putra, R.D., Darus, R.F. 2021. Diversity, coverage, distribution and ecosystem services of seagrass in three small islands of northern Papua, Indonesia: Liki Island, Meossu Island and Befondi Island. *Biodiversitas*, 22(12), 5544-5549.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia.

- Odum, E.P. 1993. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta, Gadjah Mada University Press.
- Pedersen, O., Colmer, T.D., Borum, J., Zavala- Perez, A., Kendrick, G.A. 2016. Heat Stress of Two Tropical Seagrass Species During Low Tides—Impact on Underwater Net Photosynthesis, Dark Respiration and Diel In Situ Internal Aeration. *New Phytologist*, 210, 1207-1218.
- Pineiro-Juncal, N., Serrano, O., Mateo, M.A., Diaz-Almela, E., Leiva-Duenas, C., Martinez-Cortizas, A. 2022. Review of the Physical and Chemical Properties of Seagrass Soils. *J. Geoderma*, 428, 116219.
- Plaisted, H.K., Shields, E.C., Novak, A.B., Peck, C.P., Schenck, F., Carr, J., Duffy, P.A., Evans, N.T., Fox, S.E., Heck, S.M., Hudson, R., Mattera, T., Moore, K.A., Neikirk, B., Parrish, D.B., Peterson, B.J., Short, F.T., Tinoco A.I. 2022. Influence of Rising Water Temperate Seagrass Species Eelgrass (*Zostera marina* L.) in Northeast USA. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1-11.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I.H., Azkab, M.H. 2014. *Panduan Monitoring Padang Lamun*. Pusat Penelitian Indonesia, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Jakarta.
- Sakey, W.F., Wagey, B.T., dan Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahas. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 1-7. <https://doi.org/10.35800/jplt.3.1.2015.7724>.
- Serrano, O., Lopez, D.I.G., Valencia, L.S., Chaparro, A.A., Camacho, R.N., Corredor, J.G., Salinas, C., Masque, P., Bernal, C.A., Marba, N. 2021. Seagrass Blue Carbon Stocks and Sequestration Rates in the Colombian Caribbean. *J. Scientific Reports*, 11, 11067.
- Shields, E.C., Parrish, D., Moore, K. 2019. Short-Term Temperature Stress Results in Seagrass Community Shift in a Temperate Estuary. *Estuaries Coasts*, 42, 755–764.
- Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., Waycott, M. 2007. Global Seagrass Distribution and Diversity: A Bioregional Model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 350, 3–20.
- Short, F.T. dan R.G. Coles. 2001. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier, Amsterdam.
- Short, F.T., Williams, S.L., Carruthers, T.J.R., Waycott, M., Kendrick, G.A., Fourqurean, J.W., Callabine, A., Kenworthy, W.J., Dennison, W.C. 2010. *Halodule pinifolia*, The IUCN Red List of Threatened Species 2010 e.T173327A6991467. Available: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-3.RLTS.T173327A6991467.en> (30 Januari 2023).
- Short, F.T. dan Carruthers, T.J.R. 2010. *Halophila ovalis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2010-Short3.RLTS.T169015A6561794.en>. [Diakses tanggal 30 Januari 2023].
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika Terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Journal of Fisheries Sciences*, 11, 31-45.
- Sofiana, M.S.J., Safitri, I., Risiko, Saputri, K.E., Nurcahyanto T. 2020. Analisis Kondisi Lamun *Thalassia hemprichii* di Perairan Pulau Kabung, Kabupaten Bengkayang, Kalimantan Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 10(2), 149-159. <http://dx.doi.org/10.33512/jpk.v10i2.9497>
- Strydom, S., Murray, K., Wilson, S., Huntley, B., Rule, M., Heithaus, M., Bessey, C., Kendrick, G.A.,

- Burkholder, D., Fraser, M.W., Zdunic, K. 2020. Too Hot to Handle: Unprecedented Seagrass Death Driven by Marine Heatwave in A World Heritage Area. *Global Change Biology*, 26, 3525-3538.
- Tahril, T., Taba, P., Nafie, N.L., Noor, A. 2011. Analisis Besi dalam Ekosistem Lamun dan Hubungannya dengan Sifat Fisikokimia Perairan Pantai Kabupaten Donggala. *J. Nature Indonesia*, 13, 105-111.
- Takaendengan, K. dan Azkab, M.H. 2010. Struktur Komunitas Lamun di Pulau Talise Sulawesi Utara. Laporan Hasil Penelitian. Pusat Penelitian Oceanografi-LIPI. Sulut.
- Tishmawati, N.C., Suryanti, Ain, C. 2014. Hubungan Kerapatan Lamun (*Seagrass*) dengan Kelimpahan *Syngnathidae* di Pulau Panggang Kepulauan Seribu. *Jurnal Maquares*, 3, 147-153.
- Tsioli, S., Orfanidis, S., Papathanasiou, V., Katsaros, C., Exadactylos, A. 2019. Effects of Salinity and Temperature on the Performance of *Cymodocea nodosa* and *Ruppia cirrhosa*: A Medium-term Laboratory Study. *Journal of Botanica Marina*, 62, 97-108.
- Tuwo A. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut*. Surabaya: Brilian Internasional.
- Udagedara, S., Fernando, D., Perera, N., Tanna, A., Bown, R. 2017. A First Record of *Halodule pinifolia* Miki den Hartog, and New Locality of Nationally Endangered *Halophila beccarii* Asch, from the Eastern Coast of Sri Lanka. *Int. J. Aquat. Biol.*, 5(5), 328-335.
- Unsworth, R.K.F., Collier, C.J., Waycott, M., Mckenzie, L.J., Cullen-Unsworth, L.C. 2015. A Framework for the Resilience of Seagrass Ecosystems. *Mar. Pollut. Bull.*, 100(1), 34-46. doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.08.016.
- Unsworth, R.K.F., Unsworth, L.C.C., Jones, B.L.H., Lilley, R.J. 2022. The Planetary Role of Seagrass Conservation. *Science*, 377(6606), 609-613. doi: 10.1126/science.abq6923.
- Wagey, B.T. dan Sake, W. 2013. Variasi Morfometrik Beberapa Jenis Lamun di Perairan Kelurahan Tongkeina Kecamatan Bunaken. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3, 36-44.
- Waycott, M., McMahoan, K., Mellors, J., Calladine, A., Kleine, D. 2004. *A Guide to Tropical Seagrasses of the Indo-West Pacific*. James Cook University, Townsville, Australia.
- Wilson, S.S., Dunton, K.H. 2018. Hypersalinity During Regional Drought Drives Mass Mortality of the Seagrass *Syringodium filiforme* in A Subtropical Lagoon. *Estuaries and Coasts*, 41, 855-865.
- Wirawan, A.A. 2014. Tingkat Kelangsungan Hidup Lamun yang Ditransplantasi secara Multispesies di Pulau Barranglompo. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hassanuddin, Makassar.
- Wuthirak, T., Kongnual, R., Buapet, P. 2016. Desiccation Tolerance and Underlying Mechanisms for The Recovery of the Photosynthetic Efficiency in the Tropical Intertidal Seagrasses *Halophila ovalis* and *Thalassia hemprichii*. *Journal Botanica Marina*, 59, 387-396.
- Yaakub, S.M., Ooi, J.L.S., Buapet, P., Unsworth, R.K.F. 2018. Seagrass Research in Southeast Asia. *Botanica Marina*, 61(3), 177-179. <https://doi.org/10.1515/bot-2018-0046>.
- Yudhoyono, B.M., Safitri, I., Sofiana, M.S.J., Kusumardana, S. 2023. Karakteristik Lamun di Perairan Timur Pulau Cempedak Kalimantan Barat. *Oceanologia*, 2(3), 102-108. <http://dx.doi.org/10.26418/jose.v2i3.74860>
- Yulianti, Idiawati, N., Sofiana, M.S.J. 2018. Potensi Antibakteri dari Bakteri Berasosiasi *Enhalus*

acoroides dari Perairan Pantai Samudera Indah. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 1(2), 51-54.

Zubra, N. 2018. Pengenalan Padang Lamun, Suatu Ekosisem yang Terlupakan. Unimal Press. Aceh.