

BIOMASSA DAN SIMPANAN KARBON PADA EKOSISTEM PADANG LAMUN DI WILAYAH NUSA LEMBONGAN

Ida Ayu Indira Dwikasari^{1*)}, I Wayan Arthana²⁾, Ni Luh Watiniasih³⁾

¹⁾ Waste4rChange Alam Indonesia, Padurenan, Mustika Jaya, Kota Bekasi, Jawa Barat

²⁾ Program Studi Doktor Ilmu Lingkungan, Pascasarjana, Universitas Udayana-Denpasar

³⁾ Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Udayana-Badung, Bali

*Email: dayuindira28@gmail.com

ABSTRACT

BIOMASS AND CARBON STORAGE IN SEAGRASS ECOSYSTEMS IN THE NUSA LEMBONGAN REGION

The Seagrass ecosystem is one of the important ecosystems in the ocean in mitigating global warming. This research aims to examine the potential for storing carbon stocks in seagrass biomass. The purposive sampling method was used at three location points. At each location, there are 9 quadrants for a total of 27 quadrants. The types of seagrass found were *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Halodule pinifolia* with moderate diversity and moderate community stability. Seagrass conditions are relatively protected between the coast and coral reefs with the highest average density of 225 ind/m². The type of seagrass with the highest density is *Thalassia hemprichii*. The types of substrates are sand, coral rubble, and sandy mud. The carbon stock in the Lembongan Beach area has an area of 89.46 hectares of seagrass beds. Around 56.32% or 3,21 tons of carbon were stored as the bottom carbon stock of the substrate and 43.67% or 2,49 tons of carbon were stored as the top carbon stock of the substrate.

Keywords: *Thalassia Hemprichii*, Seagrass, Substate, Global Warming

1. PENDAHULUAN

Pemanasan global menjadi isu hangat dan menjadi perhatian yang harus dicari solusinya. Efek gas rumah kaca akibat dari transportasi, produksi listrik, industri, perdagangan, pemukiman, pertanian dan penggunaan lahan, dan kehutanan yang menghasilkan produk samping berupa karbon dioksida, metana, nitrogen oksida, dan klorofluorokarbon (Imiliyana *et al.*, 2011). Menurut Nelleman *et al.*, (2009), jumlah karbondioksida di bumi dan disimpan di lautan mencapai 93%, sehingga lautan berperan penting dalam siklus karbon fotosintesis. Ekosistem lamun memiliki kegunaan ekologis berupa

habitat berbagai biota, tempat pemijahan, lokasi pembibitan, tempat mencari makan, serta sebagai produsen primer, perangkap sedimen, dan pendaur ulang nutrisi (Kordi, 2011). Ekosistem lamun adalah satu ekosistem yang dikatakan dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang relatif tinggi (Watiniasih *et al.*, 2021). Graha (2015) mendapatkan padang lamun mampu menyimpan karbon berkisaran 0,21 ton/hektar dengan penyimpanan tertinggi simpanan tertinggi pada spesies lamun *Enhalus acoroides* di Pantai Sanur.

Stok karbon tertinggi padang lamun ditemukan di Filipina sebesar 78%. Padang lamun di wilayah Asia Tenggara ini memiliki kapasitas untuk

mengakumulasi 5,85-6,89 TgC CO₂/tahun. Namun penurunan stok karbon pada padang lamun saat ini mencapai 2,82% yaitu 1,65–2,08 Tg CO₂/tahun. Potensi padang lamun untuk mengimbangi emisi CO₂ saat ini bervariasi di seluruh wilayah, dengan kontribusi terbesar untuk pengimbangan adalah di padang lamun Filipina (11,71%) (Stankovic *et al.*, 2021). Karbon yang tersimpan dalam jaringan tanaman sebesar 75-151 TgC dan sedimen 4200-8400 TgC. Karbon yang tersimpan di daun lamun umumnya lebih tidak stabil dari pada karbon yang tersimpan di jaringan dan sedimen di bawah tanah, karena daunnya lebih mudah dikonsumsi dan terurai (Zou *et al.*, 2021). Namun, padang lamun mengalami penurunan luasan secara global, yang menyebabkan menurunnya manfaat ekosistem yang disediakan, termasuk penyerapan karbon organik, dan dapat menyebabkan emisi CO₂ ketika endapan karbon organik tanah terkikis dan terpapar pada kondisi aerobik (Zou *et al.*, 2021). Menurut Parnata *et al.* (2019), kandungan karbon dalam matriks bagian dasar lebih tinggi dari pada matriks bagian atas, karena bagian bawah matriks dipengaruhi oleh faktor lingkungan fisik. Kandungan karbon tertinggi adalah *Cymodocea rotundata* sebesar 625, 36 gC/m², sedangkan *Syringodium isoetifolium* memiliki kandungan karbon paling rendah yang nilainya 89,91 gC/m². Menurut Lestari *et al.* (2020) di kawasan Pantai Karang Sewu, simpanan karbon sebesar 0,01 ton di bagian daun dan 0,02 ton di bagian bawah rimpang dan akar. Selain itu, jenis lamun penghasil karbon tertinggi adalah *Enhalus acoroides* dengan nilai kandungan karbon 33,61 gC/m².

Berlatar belakang dari permasalahan tersebut maka penelitian lanjutan sejenis dilakukan pada ekosistem lamun pada lokasi yang berlainan untuk mengenal keanekaragaman lamun dengan simpanan karbon pada jenis-jenis lamun di seluruh

Nusa Lembongan. Mengingat besarnya peran serta ekosistem lamun dalam menyimpan karbon, sehingga berperan serta dalam siklus iklim lokal maupun global, maka penelitian potensi penyimpanan karbon ekosistem lamun pada lokasi Nusa Lembongan sangat perlu untuk dilakukan.

2. METODOLOGI

2.1 Tempat dan waktu penelitian

Pengambilan data dilaksanakan mulai Januari 2022 sampai dengan Juli 2022 di kawasan Nusa Lembongan, Provinsi Bali. Sampel diambil dari tiga lokasi penelitian yaitu lokasi 1 di Tanjung Sanghyang, lokasi 2 di Slagimpak dan lokasi 3 di Klatak 1 (Gambar 1). Penentuan jumlah titik dan lokasi sampling menggunakan *purposive sampling methode* dimana pada penelitian ini terdapat 3 stasiun. Pada masing-masing stasiun dilakukan pengambilan 9 kuadran. Jumlah seluruh kuadran dari ketiga stasiun adalah 27 kuadran. Pengamatan dalam penelitian ini yaitu biomassa lamun, substrat dan simpanan karbon pada daun dan bawah *rhizome* dan akar.

2.2 Metode Penelitian

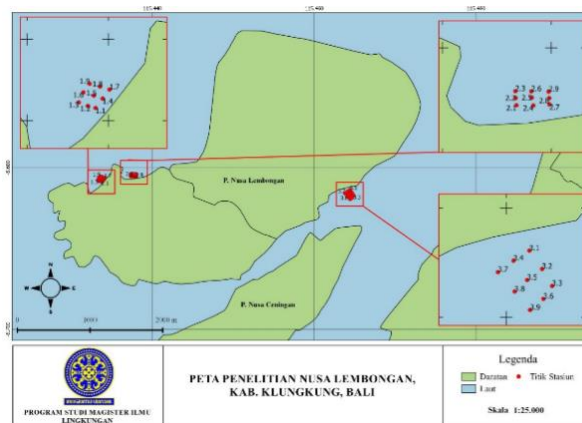
2.2.1 Pengambilan Data dan Sampel Lamun

Kepadatan lamun diperoleh dengan mengamati dan menghitung jumlah tegakan lamun dalam kotak/kuadran berukuran 50 cm x 50 cm. Untuk mempermudah pengamatan, kotak/kuadran tersebut dibuat kisi berukuran 25 cm x 25 cm. Pengambilan sampel secara sistematis dilakukan secara vertikal ke arah luar pantai sampai titik identifikasi lamun, dengan jarak antar garis transek 50 m. Sebuah transek dibagi menjadi 3 kuadran, dan jarak masing-masing kuadran adalah 0 meter, 25 meter dan 50 meter. Titik koordinat setiap transek garis

direkam menggunakan GPS. Sesuai awal kuadran peletakan dengan nilai awal yang ditentukan di perairan tersebut sehingga transek awal dapat ditempatkan dalam jarak 0-10 cm dari pesisir. Lamun yang terdapat pada transek tersebut dicuplik pada setiap jenis lamun dengan menggunakan sekop sampai pada

kedalaman akar. Seluruh sampel dari berbagai jenis lamun dibersihkan dan diidentifikasi sesuai dengan jenis.

Selanjutnya dihitung jumlah tunas setiap jenis lamun pada transek untuk menentukan kerapatan. Tabel 1 menunjukkan skala kerapatan lamun menurut Nuszahraein (2014).



Gambar 1.

Lokasi Penelitian Nusa Lembongan dengan Tiga Stasiun

Tabel 1. Kondisi Kerapatan Lamun Berdasarkan Skala Kerapatan (Nurzahraeni, 2014)

Skala	Kerapatan (tegakan/m ²)	Kondisi
5	≥625	Sangat Erat
4	425-624	Erat
3	225-424	Agak Erat
2	25-224	Jarang
1	<25	Sangat Sedikit

2.2.2 Uji Sampel

1) Biomassa Lamun

Pengeringan sampel lamun dilakukan pada suhu ruang dan setelah cukup kering diletakkan pada wadah dalam kertas. Sampel lamun kemudian dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, untuk memperoleh berat kering dan dilakukan penimbangan berat kering sampel lamun menggunakan timbangan analitik di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

2) Kandungan Karbon

Prosedur kerja dari metode Walkey dan Black (2005) yaitu cawan porselin dicuci dan dikeringkan selanjutnya dimasukkan ke dalam tungku listrik selama 2-3 jam dengan suhu 500°C. Wadah porselin diangkat dan dipindahkan ke dalam desikator dengan waktu 30 menit. Wadah porselin ditimbang sebagai wadah kosong. Sampel lamun ditimbang 2 gram kemudian diletakkan pada wadah porselin kosong dan ditimbang sebagai berat awal. Pembakaran wadah porselin dengan sampel lamun ke dalam *furnace electric* dalam waktu 3-6 jam dengan suhu 500°C sehingga berubah warna putih keabu-abuan tanpa ada bintik menandakan telah menjadi abu. Pendinginan sampel dilakukan di dalam desikator kemudian ditimbang berat wadah dan berat abu.

2.3 Analisa Data

2.3.1 Kerapatan Lamun

Perhitungan kerapatan lamun menggunakan perhitungan sebagai berikut (Khow, 2009).

$$Di = \frac{\sum ni}{Ai} \tag{1}$$

Dimana:

Di = kerapatan lamun jenis i (ind/m²)

$\sum ni$ = total tumbuhan lamun jenis i (ind)

Ai = total seluruh luasan transek dimana jenis i lamun di temukan (m²)

2.3.3 Indeks Keanekaragaman

Perhitungan indeks keanekaragaman lamun berdasarkan pada indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dengan rumus Marpaung (2014).

$$H' = - \sum \left(\frac{ni}{N} \right) \ln \left(\frac{ni}{N} \right) \tag{2}$$

Dimana:

H' = Indeks Keanekaragaman jenis

ni = Jumlah setiap individu jenis ke $- i$

N = Jumlah keseluruhan individu

Kriteria indeks keanekaragaman Shannon- Wiener dikelompokkan ke dalam 3 (Wibisono, 2011) memiliki kisaran nilai tertentu.

Tabel 2. Kriteria Indeks Keanekaragaman

Kriteria	Kondisi
$H' < 1$	Keanekaragaman kurang
$1 < H' < 3$	Keanekaragaman sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman tinggi

2.3.4 Indeks Keseragaman

Perhitungan nilai indeks keseragaman lamun mengacu pada rumus sebagai berikut (Wijaya *et.al* 2019). Kriteria keseragaman dikelompokkan menjadi tiga (Tabel 3).

$$E = \frac{H'}{H'_{max}} \tag{3}$$

Dimana,

E = indeks keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman

H'_{max} = Indeks Keanekaragaman maksimum

Tabel 3. Kriteria Indeks Keseragaman

$1,0 \geq E > 0,6$	Tingkat keseragaman tinggi menyatakan tidak ada perbedaan lain antara spesies.
$0,6 \geq E > 0,4$	Tingkat keseragaman sedang, lingkungan tidak dalam kondisi setimbang
$0,4 \geq E \geq 0$	Tingkat keseragaman rendah keseragaman yang berarti variasi individu yang dimiliki oleh masing-masing jenis jauh berbeda, kondisi lingkungan tidak stabil karena mengalami tekanan .

2.3.5 Indeks Dominansi

Perhitungan indeks dominansi dapat dihitung menggunakan persamaan Indeks dominansi Simpson (Martha *et al.*, 2019) sebagai berikut:

$$C = \sum_{i=1}^n pi^2 \tag{4}$$

Dimana,

C = indeks dominansi;

pi = proporsi jumlah individu pada setiap spesies,

ni = Jumlah tegakan lamun spesies ke- i .

N = Jumlah total tegakan lamun;

Kriteria indeks dominansi dibagi menjadi tiga menurut Martha *et al.* (2019) (Tabel 4).

Tabel 4. Kriteria Indeks Dominansi

$0,6 < C \leq 1,0$	Dominansi Tinggi
$0,4 < C \leq 0,6$	Dominansi Sedang
$0 \leq C \leq 0,4$	Dominansi Rendah

2.3.6 Biomassa Lamun

Biomassa setiap tunas lamun dapat dihitung dengan membagi berat total sampel dengan jumlah tegakan dikalikan kepadatan tunas dalam satu meter persegi. Adapun rumus dalam menghitung biomassa ditunjukkan oleh persamaan (5) sebagai berikut (Negara *et al.*, 2020)

$$B = W / A \tag{5}$$

Dimana:

B = Biomassa Total lamun (gram/m²)

W = Biomassa kering sebuah tegakan lamun (gram.tunas¹)

A = Luasan area (m²)

2.3.7 Konsentrasi Karbon Jaringan Lamun

Konsentrasi karbon dihitung dengan metode pengabuan. Perhitungan yang digunakan dalam melihat muatan abu lamun dengan metode pengabuan sebagai berikut (Agustin *et al.*, 2019)

$$Kadar\ Abu = \frac{c-a}{b-a} \times 100\% \quad (6)$$

Dimana:

a = beban wadah sampel

b = beban wadah sampel + berat sampel

c = beban (wadah sampel + abu)

Untuk mengetahui hasil bahan organik dengan metode pengabuan diperoleh dengan perhitungan pengurangan berat saat proses pengabuan sebagai berikut (Agustin *et al.*, 2019).

$$Kadar\ bahan\ organik = \frac{[(a-b)-(c-a)]}{(b-a)} \times 100\% \quad (7)$$

Dimana:

a = beban wadah sampel

b = beban wadah sampel + berat sampel

c = beban (wadah sampel + abu)

Setelah hasil kandungan kadar bahan organik, dilakukan perhitungan kandungan karbon jaringan lamun dengan pengabuan sebagai berikut (Helrich, 1990).

$$Kandungan\ karbon = \frac{Bahan\ organik}{1,724} \quad (8)$$

2.3.8 Total Stok Karbon

Stok karbon lamun di hitung dengan menggunakan rumus Walkey dan Black (Sulaeman *et al.*, 2005).

$$Ct = \sum(Li \times Ci) \quad (9)$$

Dimana:

Ct = karbon total (ton)

Li = luasan hamparan kategori kelas i lamun (m²)

Ci= Rerata kandungan karbon lamun kategori kelas i (g/ m²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

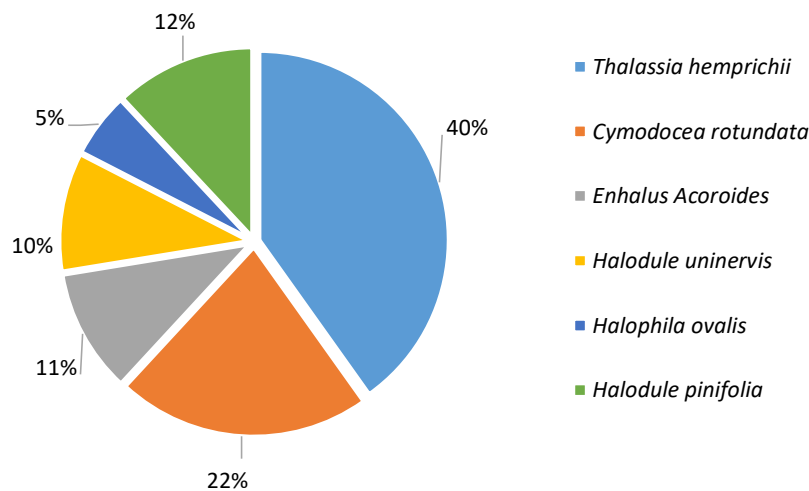
3.1 Jenis Penyusun dan Keanekaragaman Ekosistem Lamun di Nusa Lembongan

Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian diperoleh 6 jenis lamun di kawasan perairan Nusa Lembongan yaitu *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Halodule pinifolia*. Persebaran jenis lamun yang didapatkan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persebaran jenis lamun di Nusa Lembongan

No	Jenis Lamun	Stasiun		
		1	2	3
1	<i>Thalassia hemprichii</i>	+	+	+
2	<i>Cymodocea rotundata</i>	+	+	+
3	<i>Enhalus acoroides</i>	-	+	+
4	<i>Halodule uninervis</i>	-	+	-
5	<i>Halophila ovalis</i>	-	+	+
6	<i>Halodule pinifolia</i>	-	-	+

Secara keseluruhan tumbuhan lamun di kawasan Nusa Lembongan ditemukan pada tepi pantai dimulai dari garis air surut paling surut hingga ke arah lautan dengan bentangan luasan lamunan lamun perbedaan pada lokasi pengamatan. Persentase keseluruhan jenis-jenis lamun dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Komposisi Jenis Lamun di Kawasan Nusa Lembongan.

Berdasarkan hasil penelitian, kerapatan individu padang lamun tertinggi yang ditemukan adalah *Thalassia hemprichii* dengan 6.152 ind/m² (27 titik sampling), diikuti oleh *Cymodocea rotundata* dengan 328 ind/m². Keberadaan jenis lamun tertinggi di setiap stasiun Nusa Lembongan ditemukan di *Halodule uninervis* dan *Halophila ovalis*. Sedangkan jenis lamun yang paling jarang ditemukan adalah *Enhalus acoroides* dan *Halodule pinifolia*. Jenis lamun yang sama ditemukan di perairan Nusa Lembongan oleh Negara *et al.* (2020), sedangkan Graha *et al.* (2016) menemukan delapan jenis lamun di perairan pantai Sanur dengan padang lamun yang cukup luas.

Berdasarkan hasil analisis, indeks keanekaragaman tertinggi pada ekosistem lamun Nusa Lembongan terdapat pada Stasiun 2 yaitu 1,413, sedangkan indeks keanekaragaman terendah terdapat pada Stasiun 1 yaitu 0,415. Indeks Keseragaman tertinggi pada ekosistem lamun Nusa Lembongan terdapat pada Stasiun 2 yaitu 0,284, sedangkan indeks keseragaman terendah terdapat pada Stasiun 1 yaitu 0,070. Indeks dominansi tertinggi pada ekosistem lamun Nusa Lembongan terdapat pada Stasiun 1 yaitu 0,751, sedangkan indeks dominansi

terendah terdapat pada Stasiun 2 yaitu 0,292. Indeks Keanekaragaman lamun pada perairan Nusa Lembongan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Indeks keanekaragaman, keseragaman, dan dominansi lamun di Nusa Lembongan

Stasiun	Indeks Keanekaragaman (H')	Indeks Keseragaman (E)	Indeks Dominansi (D)
1	0,415	0,070	0,751
2	1,413	0,284	0,292
3	1,140	0,216	0,364
Rata-rata	0,989	0,190	0,469

Hasil analisa data keanekaragaman ekosistem lamun menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman pada Stasiun 2 dan Stasiun 3 memiliki keanekaragaman sedang dan kestabilan komunitas sedang. Menurut Wijana *et al.*, (2019), indeks keanekaragaman sedang menyatakan bahwa nutrisi sedang, ekosistem dan ekologi sangat alami. Selain itu nilai keanekaragaman jenis menggambarkan suatu struktur komunitas yang setiap jenisnya tidak memiliki perbedaan jauh maka dikatakan memiliki keanekaragaman tinggi.

Nilai indeks keseragaman dimaksudkan untuk melihat kestabilan

suatu ekosistem. Indeks keseragaman ekosistem lamun yang disajikan Tabel 6 menunjukkan bahwa pada perairan Nusa Lembongan memiliki nilai keseragaman yang rendah dan komunitas yang rendah. Hal ini menandakan bahwa satu jenis lamun dominan pada setiap stasiun yang diteliti. Semakin rendah/kecil nilai indeks keseragaman maka semakin besar perbedaan jumlah antar spesies, Semakin tinggi/besar nilai indeks keseragaman, maka perbedaan jumlah antar spesies semakin kecil, sehingga berlaku kecenderungan spesies tertentu (Wijana *et al.*, 2019).

Berdasarkan hasil penelitian nilai indeks dominasi perairan Nusa Lembongan menunjukkan nilai yang mendekati 1 berada pada stasiun 1 yang menandakan bahwa *Thalassia hemprichii* memiliki dominansi tinggi. Pada Stasiun 1 nilai indeks dominansi tinggi, jadi ada spesies yang individunya sangat banyak dan berbeda dari yang lain, sehingga berkontribusi pada ketidakstabilan komunitas. Menurut Latuconsina *et al.* (2012), jika terdapat berbagai jenis yang mendominasi maka keanekaragaman dan keseragamannya rendah.

3.2 Jenis Substrat di Nusa Lembongan

Berdasarkan analisa jenis substrat di Nusa Lembongan, ditemukan bahwa jenis substrat di Stasiun 1 adalah pasir, di Stasiun 2 adalah serpihan karang dan di Stasiun 3 adalah lumpur pasir. Jenis substrat dapat mempengaruhi penyerapan bahan organik di dasar perairan. Perbedaan ukuran substrat di dasar perairan mempengaruhi pengikatan bahan organik, dengan sedimen berbutir sangat kecil seperti lumpur memiliki kapasitas pengikatan organik cukup tinggi (Hertyastuti *et al.*, 2020). Dasar berpasir merupakan jenis substrat yang biasa didiami oleh padang lamun. Substrat jenis ini juga mempengaruhi daya serap karbon organik (Newmaster *et al.* 2011). Daya

serap karbon organik dapat dipengaruhi oleh ukuran butir pada substrat, semakin kasar butir substrat maka semakin rendah kemampuan substrat untuk menyerap organik karbon. Semakin halus butir substrat maka semakin besar kemungkinan lamun mampu tumbuh secara normal, karena membantu lamun untuk lebih mudah berakar di substrat, sehingga lamun akan lebih mudah menyerap nutrisi dari media sedimen (Lestari *et al.*, 2020). Menurut Potouroglou *et al.* (2021) menunjukkan bahwa ukuran partikel substrat perairan kenya adalah 0,3 mm. Penyerapan karbon 0,5 mm lebih rendah, dibandingkan dengan ukuran partikel substrat $0,0 < 0,1$ mm dapat menyerap lebih banyak karbon dalam sedimen.

Jenis substrat mempengaruhi jenis lamun yang dapat tumbuh pada lokasi tersebut. Seperti jenis *Thalassia hemprichii* hidup pada substrat pasir berlumpur hingga pecahan karang dengan kondisi daerah pasang tertinggi hingga surut terendah, jenis *Cymodocea rotundata* hidup pada substrat pasir berlumpur maupun patahan koral pada daerah pasang surut, *Enhalus acoroides* tumbuh pada substrat lumpur berpasir hingga patahan koral mulai dari bagian lokasi surut laut terendah hingga ke bagian surut laut tengah, *Halodule uninervis* hidup di substrat pasir atau pasir dengan koral pada daerah pasang laut tertinggi hingga pasang laut terendah, *Halophila ovalis* hidup pada substrat berlumpur, pasir berlumpur hingga patahan koral dari pasang tinggi hingga bagian bawah surut terendah, dan *Halodule pinifolia* hidup pada substrat pasir berlumpur atau pasir dengan patahan karang pada pasang laut tertinggi hingga pasang laut tengah (Faisol *et al.*, 2016).

3.3 Kerapatan Ekosistem Lamun di Nusa Lembongan

Kerapatan merupakan jumlah individu pada jenis tumbuhan dalam suatu

luasan tertentu. Kerapatan jenis lamun pada penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Jenis Lamun pada Setiap Stasiun Berdasarkan Kerapatan

Titik	Transek 0,5 x 0,5 m ²	Jenis Lamun						Total Kerapatan (tegakan/ m ²)	Status Lamun
		<i>T. hemprichii</i>	<i>C. rotundata</i>	<i>E. acoroides</i>	<i>H. uninervis</i>	<i>H. ovalis</i>	<i>H. pinifolia</i>		
1	1,1	500	-	-	-	-	-	739	Sangat Rapat
	1,2	908	-	-	-	-	-		
	1,3	684	-	-	-	-	-		
	1,4	672	-	-	-	-	-		
	1,5	732	-	-	-	-	-		
	1,6	956	-	-	-	-	-		
	1,7	380	-	-	-	-	-		
	1,8	716	-	-	-	-	-		
	1,9	132	968	-	-	-	-		
2	2,1	-	-	-	844	-	-	443	Rapat
	2,2	-	-	100	-	-	-		
	2,3	-	-	76	-	-	-		
	2,4	-	-	-	-	588	-		
	2,5	-	-	148	-	-	-		
	2,6	272	-	-	-	-	-		
	2,7	-	368	240	260	-	-		
	2,8	-	276	-	448	164	-		
	2,9	200	-	-	-	-	-		
	3	3,1	-	64	80	-	-		
3,2		-	60	32	-	360	688		
3,3		-	100	64	-	-	148		
3,4		-	-	44	-	-	-		
3,5		-	88	56	-	-	44		
3,6		-	404	-	-	-	-		
3,7		-	180	-	-	-	-		
3,8		-	544	-	-	-	-		
3,9		-	276	-	-	-	584		

Kawasan Nusa Lembongan memiliki kondisi kerapatan dengan nilai kerapatan rata-rata di atas 549 ind/m² yang merupakan total kerapatan. Hal ini menandakan lamun Nusa Lembongan tergolong lamun padat. Skala kerapatan lamun digunakan untuk mengetahui keadaan padang lamun. Jenis lamun *Thalassia hemprichii* merupakan jenis lamun dengan kerapatan rata-rata tertinggi di 27 stasiun, setara dengan 225 ind/m², dan merupakan spesies paling melimpah di Stasiun 1 dan 2, menurut pengamatan lokasi. Banyak individu diikuti oleh *Cymodocea rotundata* dengan kerapatan rata-rata 116 ind/m², lamun jenis *H. uninervis* dengan kerapatan rata-rata 57

ind/m², dan lamun jenis Stasiun 3 *Halodule pinifolia* dengan kerapatan rata-rata 68 ind/m². Jenis lamun dengan kerapatan rata-rata terendah di 27 stasiun adalah jenis *Enhalus acoroides* dengan 21 ind/m², yang hanya ada di 5 stasiun di stasiun 2 dan 5 stasiun di stasiun 3, dan yang dengan kerapatan rata-rata 39 ind/m² hanya ditemukan di tiga lokasi penelitian.

Thalassia hemprichii merupakan lamun dengan tingkat adaptasi yang tinggi terhadap lingkungannya (Hertyastuti *et al.*, 2020). Lamun ini banyak ditemukan di Indonesia bagian timur (Julianinda *et al.*, 2022). Berbeda dengan perairan pesisir Sanur yang kerapatannya didominasi oleh jenis lamun *Cymodocea*

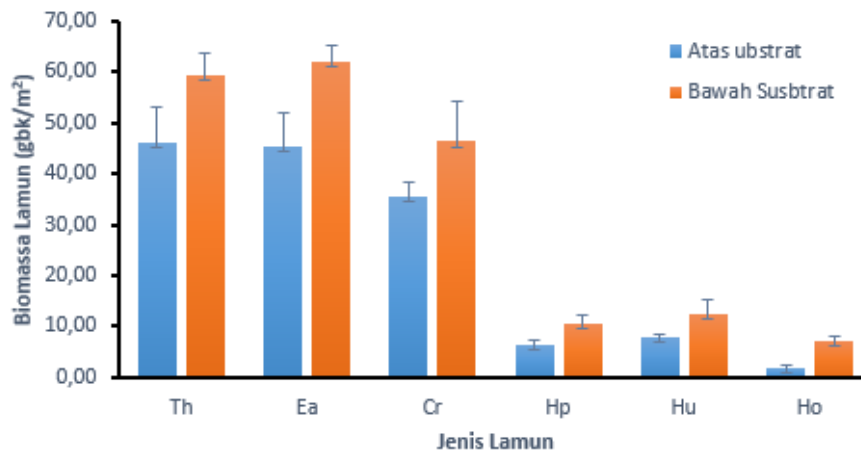
serrulata (Pratiwi *et al.*, 2018) dan di perairan Pulau Serangan adalah *Cymodocea rotundata* (Martha *et al.*, 2019). Faktor lingkungan mampu mempengaruhi kepadatan lamun. Beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan jenis lamun antara lain salinitas, pH dan jenis substrat (Hertyastuti *et al.*, 2020). Suhu air rata-rata 28-30⁰C, dapat dipahami bahwa tidak ada perbedaan suhu yang signifikan antara stasiun penelitian, sehingga dapat dikatakan bahwa suhu air Nusa Lembongan seragam. Menurut Hertyastuti *et al.* (2020), suhu berperan dalam fotosintesis serta mempengaruhi pertumbuhan padang lamun. Nilai pH air Nusa Lembongan adalah 7. Menurut Hamuna *etal.* (2018), konsentrasi pH yang ideal dalam air adalah 7 hingga 8,5. Kondisi air yang sangat basa atau sangat asam akan membahayakan kelangsungan

hidup organisme karena akan mengganggu metabolisme dan respirasi.

3.4 Biomassa Lamun di Nusa Lembongan

Biomassa adalah jumlah total materi hidup pada substrat tanaman atau pohon, dan di beberapa tanaman, biomassa dapat dihitung sebagai berat kering tanaman. Biomassa lamun terbagi atas dua kategori, yaitu biomassa di atas permukaan tanah (*aboveground biomass*) dan biomassa bawah permukaan (*subsurface biomass*) (Latuconsina *et al.*, 2014).

Nilai rerata biomassa daun tertinggi pada jenis *Thalassia hemprichii* sebesar 45,99 gbk/ m², sedangkan nilai rata nilai rata-rata biomassa di bawah akar dan 62hizome sebesar 59,71 gbk/ m² dan nilai rata-rata biomassa daun terendah jenis *Halophila ovalis* sebesar 2,01 gbk/ m² sedangkan nilai rata nilai rata-rata biomassa di bawah akar dan 62hizome sebesar 7,21 gbk/ m² (Gambar 3).



Gambar 3. Biomassa Lamun per Jenis di Perairan Nusa Lembongan

Biomassa lamun di Nusa Lembongan menandakan bahwa kandungan biomassa yang berpengaruh oleh jenis lamun yang berukuran dominan jenis *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*. Ukuran *Enhalus acoroides* yang lebih besar dibandingkan dengan jenis lamun

yang lain menyebabkan kandungan biomassa yang tinggi karena kemampuan menyimpan bahan organik dari hasil fotosintesis juga tinggi (Rhamadany *et al.*, 2021).

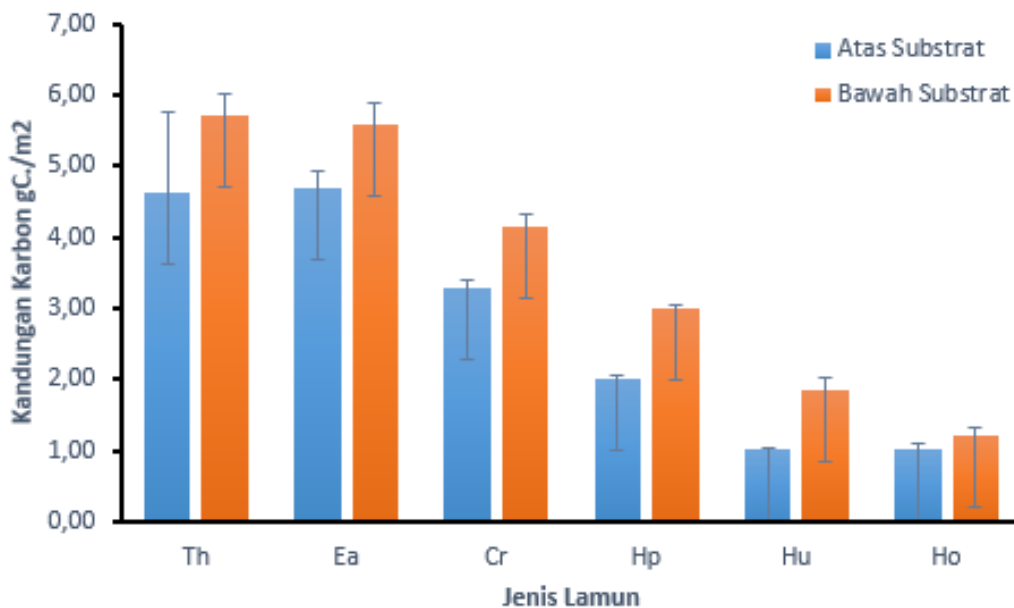
Selain itu, biomassa lamun juga dipengaruhi oleh gelombang dan zona

pasang surut. Arus kencang yang mempengaruhi gelombang mampu mengikis padatan, yang dapat mengurangi nutrisi dan mempengaruhi padang lamun. Menurut La Nafie (2016), terjadi perubahan kondisi padang lamun yang disebabkan oleh gelombang dan mempengaruhi kondisi morfologi dan keberadaan padang lamun. Zona pasang surut akan mempengaruhi pertumbuhan lamun karena faktor lingkungan seperti intensitas cahaya yang masuk ke perairan terhalang oleh kedalaman perairan. Kedekatan zona intertidal dengan aktivitas manusia membuatnya rentan terhadap gangguan dan mempengaruhi populasi organisme untuk beradaptasi dengan kondisi tersebut. *Thalassia hemprichii* dan *Cymodocea rotundata* merupakan lamun yang beradaptasi dengan sesuai pada zona

intertidal dan intertidal (Romadhon *et al.*, 2009).

3.5 Simpanan Karbon pada Ekosistem Lamun di Nusa Lembongan

Tumbuhan lamun memiliki kandungan karbon yang menggambarkan seberapa besar lamun tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Karbon tersimpan dalam wujud biomassa selama hidup lamun. Karbon tersebut akan menjadi energi untuk proses fisiologi tanaman dan sebagian masuk ke dalam struktur tumbuhan lamun. Hasil analisis uji kandungan karbon tertinggi terdapat pada jenis lamun. *Thalassia hemprichii* dengan nilai 10,32 gC/m², *Enhalus acoroides* dengan nilai 10,25 gC/m², *Halodule pinifolia* dengan nilai 5,01 gC/m², *Halodule uninervis* dengan nilai 1,11 gC/m² dan yang terendah yaitu *Halophila ovalis* dengan nilai 0,72 gC/m².



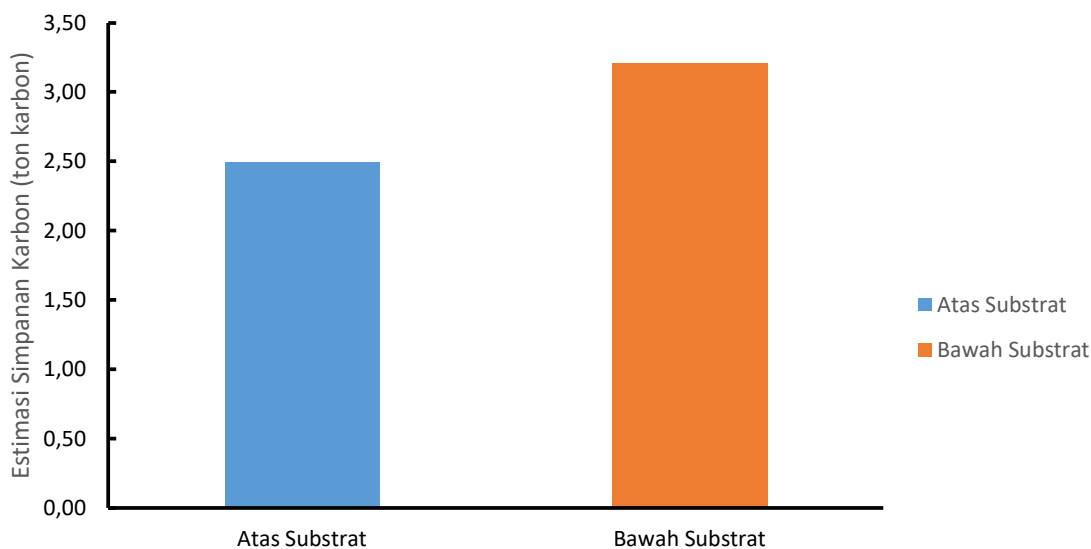
Gambar 4. Kandungan Karbon Tiap Jenis atas dan Bawah Substrat (gC/m²)

Menurut Hertiyastuti *et al.* (2020), semakin banyak biomassa, semakin banyak karbon yang dapat disimpan. Berdasarkan penelitian ini, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* mewakili jenis lamun dengan kandungan

karbon tertinggi. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa stok karbon rata-rata lamun adalah 6,36 gC/m², total stok karbon padang lamun seluas 89,6 ha di perairan Nusa Lembongan adalah 5,703 ton, sekitar 56,32% di

antaranya adalah terkonservasi sebagai stok karbon bawah rhizome dan akar dan 3,67% sebagai stok karbon daun. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini konsisten dengan yang dilaporkan oleh Putra *et al.* (2017) setuju bahwa permukaan bawah substrat memiliki

kandungan karbon yang lebih tinggi daripada permukaan atas substrat. Hamparan lamun yang digunakan mengacu pada Astaman (2019) yang menyebutkan bahwa kawasan Nusa Lembongan mempunyai padang lamun seluas 89,6 hektar.



Gambar 5. Estimasi Simpanan Karbon (Ton)

Pratiwi *et al.*, (2018) yaitu, kandungan karbon pada bagian bawah substrat lebih tinggi dibandingkan dengan bagian atas substrat. Menurut Kiswara *et al.*, (2010) kandungan karbon yang terdapat di bawah substrat akan tetap tersimpan bersama sedimen walaupun tumbuhan lamun tersebut telah mati, sedangkan kandungan karbon yang terdapat di atas substrat hanya akan tersimpan ketika tunas lamun masih dalam keadaan hidup. Menurut Indriani *et al.*, (2017) di pesisir Pulau Bintang, Nusa Lembongan merupakan salah satu kawasan pariwisata dan budidaya rumput laut yang memberikan pengaruh pada ekosistem lamun di kawasan tersebut. Aktivitas manusia di wilayah pesisir seperti wisata pantai, aktivitas budidaya dan aktivitas lainnya dapat mempengaruhi eksistensi lamun secara langsung atau tidak langsung (Wirawan, 2014).

4. SIMPULAN DAN SARAN

4.1. Simpulan

Jenis-jenis yang menyusun ekosistem lamun Pulau Lembongan adalah *Thalassia hemprichii*, *Cymodocea rotundata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule uninervis*, *Halophila ovalis*, *Halodule pinifolia*, keanekaragaman lamun yang terdapat di tempat tersebut tergolong keanekaragaman sedang. Rata-rata biomassa lamun yang ditemukan di Pulau Lembongan sebesar 11,02 – 28,66 gbk/m². Rata-rata stok karbon lamun 6,36 gC/m², dengan total stok karbon 5,703 ton, dan luas padang lamun di perairan Pulau Lembongan 89,64 hektar.

4.2. Saran

Penelitian selanjutnya perlu dilakukan penelitian stok karbon pada sedimen

sehingga dapat berkorelasi dengan hasil stok karbon pada tumbuhan lamun dan kajian terhadap aspek pariwisata dan budidaya rumput laut terhadap keberlangsungan ekosistem lamun baik secara langsung maupun tidak langsung dan penelitian selanjutnya mengenai biota asosiasi (makrozoobentos) yang mampu menyerap karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin R., Novi S.A., Daulat.A., Kiswara.W., Yusup.D.S., & RappeR.A. 2019. Pedoman Pengukuran Karbon di Ekosistem Padang Lamun. *ITB Press. Bandung*.
- Astaman DMKP. 2019. Pemetaan Habitat Dasar Perairan Dangkal Menggunakan Citra Satelit SPOT-7 di Pulau Nusa Lembongan, Bali [skripsi]. Bukit Jimbaran: Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana. 48 hal.
- Azakab M.H. 1999. Kecepatan Tumbuh dan Produksi Lamun dari Teluk Kuta Lombok. Di dalam: Soemodihardjo S, Arinardi OH, Aswandy I, Editor. *Dinamika Komunitas Biologi pada Ekosistem Lamun di Pulau Lombok, Indonesia*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Endrawati H. & Zainuri, M., 2000. The Abundance of Zooplankton as Secondary Producer at Awur Bay in the Northern Central Java Sea. *Journal Coast. Dev 4 (1) : 13-23*.
- Faisho M.L., Nurcahyo.H., Nugroho.D.A.S., Rizky.M.A., Hutanto.Y., Roni.S., Utama.A.P., Budi.P., Supriyadi., & Kertawijaya.L.S. 2016. Ekosistem Lamun di Taman Wisata Perairan Kepulauan Anambas. Pekanbaru: Loka Kawasan Konservasi Perairan Nasional Pekanbaru.
- Fourqurean J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E.T., Kendrick, G.A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K.J. and Serrano, O., 2012. Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Journal, Nat Geosci 5 : 505–509*.
- Graha Y.I., Arthana, I.W., & Karang, I.W.G.A. 2016. Simpanan Karbon Padang Lamun Di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic 10 (1): 46-53*.
- Hamuna B., R.H.R. Tanjung, S. Suwito, H.K. Maury, & A. Alianto. 2018. Kajian kualitas air laut dan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal. Ilmu lingkungan 16 (1): 35-43*.
- Helrich K. 1990. Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. Fifteenth Edition. Virginia.
- Herfina., Ruswahyuni., & S. Bambang.2014. Hubungan Kelimpahan Epifauna Yang Berasosiasi Dengan Lamun Pada Tingkat Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Pantai Pulau Panjang, Jepara. *Diponegoro Journal Of Maquares 3 (1): 193-201*
- Hertyastuti P.R, Risandi D.P., Tri A., Mario P.S., Fadhliyah I., & Aditya H.N. 2020. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis 12 (3): 849-862*.
- Iham Komaladewi Y., Aminah S., Salsabila R.N., Wandy Z.I. & Rahmi G. 2019. Monitoring Habitat. Kondisi Ekosistem Terumbu Karang dan Ekosistem Terkait Lainnya di Taman Wisata

- Perairan Kepulauan Kapoposang. Balai Kawasan Konservasi Perairan Nasional Kupang dan Wilker TWP Kep.Kapoposang. BKKPN.
- Imiliyana A., Muryono M. & Purnobasuki H. 2011. Estimasi Stok Karbon pada Tegakan Pohon *Rhizophora stylosa* di Pantai Camplong, Sampang-Madura. *Presentasi ilmiah tidak dipublikasi 1:1-14*.
- Julianinda Y.A., Dewi C.S.U., Kasitowati R.D., & Kurniawan F. 2022. Studi Pustaka: Distribusi Dan Sebaran Lamun Di Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research 6 (1): 120-129*.
- Kawasan Konservasi Perairan. 2010. Profil Kawasan Konservasi Perairan (KKP) Nusa Penida, Kabupaten Klungkung, Provinsi Bali.
- Kawaroe M. 2009. Perspektif Lamun Sebagai Blue Carbon Sink di Laut. (Lokakarya Lamun). Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Khairunnisa., Setyobudiandi I., & Boer M. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, 10 (3): 639-650*.
- Kordi K.H.G.M. 2011. Ekosistem Lamun (Seagrass): Fungsi, Potensi, dan Pengelolaan. *PT. Rineka Cipta, Jakarta*.
- La Nafie Y. A. 2016. Seagrass Responses to Interacting Abiotic Stresses PhD [Tesis]. Radboud University Nijmegen, 142p. With summaries in English, Dutch and Bahasa Indonesia.
- Latuconsina, H., Sangadji M.B., & Sarfan L. 2014. Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun di Perairan Wael Teluk Kontania. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan 6 :24-32*
- Lehninger A. L., 1982. Dasar-Dasar Biokimia. Erlangga, Jakarta.
- Lestari K.I.V., Hendrawan I.G., & Elok F., 2020 Estimasi Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Karang Sewu, Gilimanuk, Bali. *Journal of marine research and technology 3 (1): 40-46*.
- Martha, L., Juliantoro P.G.S., & Alfi H.W.S. 2019. Kondisi dan Keanekaragaman Jenis Lamun di Perairan Pulau Serangan, Provinsi Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences 5 (1): 131-141*
- Marpaung A.A.F., Yasir I., & Ukkas M. 2014. Keanekaragaman Makrozoobenthos Di Ekosistem Mangrove Silvofishery Dan Mangrove Alami Di Kawasan Ekowisata Pantai Boe, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Bonorowo Wetlands 4 (1): 1 – 11*.
- Nasution S. 2001. Metode Research (Penelitian Ilmiah). Penerbit Bumi Aksara, Jakarta.
- Nellemann C., E., Corcoran., Duarte C.M.L., Valdes C., De Y., Fonseca L., & Grimsditch G. D. editors. 2009. Blue carbon: the role of healthy oceans in binding carbon: a rapid response assessment. GRID-Arendal, Arendal.
- Negara S., Karang I.W.G., & Giri P.I.N. 2020. Simpanan Karbon Padang Lamun di Perairan Pantai Nusa Lembongan, Klungkung, Bali. *Journal Of Marine Research And Technology, 3 (2): 82-89*.
- Nurzahraeni. 2014. Keragaman Jenis dan Kondisi Padang Lamun di Perairan Pulau Panjang Kepulauan Derawan Kalimantan Timur [Skripsi]. Makassar: Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin. 68 hal.

- Newmaster A.F., Berg K.J., Ragupathy S., Palanisamy M., Sambandan K., & Newmaster S.G. 2011. Local Knowledge and conservation seagrass in the tamil nadu state of India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 7(1): 3-10.
- Odum, E. P. 1993. Dasar-dasar Ekologi. Edisi Ketiga. Diterjemahkan oleh T. Samingan. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pratiwi M., & N.M. Ernawati. 2018. Struktur Komunitas Ekosistem Padang Lamun Pada Daerah Intertidal Di Pantai Sanur, Bali. *Journal Ecotrophic* 12 (1): 50-56
- Potouroglou, M., James.C.B, Ken.W.K., Hilary.A.K., Marco.F., Daniele,D., Mwita,M.M., Michael.N.G., Karen, F., & Mark, H. (2017). Measuring the role of seagrasses in regulating sediment surface elevation. *Journal Scientific Reports* 7 (1): 1–11.
- Rhamadany A, Suryono C.A., & Pringgenies D. Biomasa dan Simpanan Karbon pada Ekosistem Lamun di Perairan Batulawang dan Pulau Sintok Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Journal of Marine Research* 10 (3): 413-420
- Rusman A, Kepel T.L., Afiati R.N., Salim H.L., Astrid M., Daulat A., Mangindan P., Sudirman N., Puspitaningsih Y., Dwiyantri D., & Hutahaean A., 2014. Peran Ekosistem Lamun Sebagai Blue Carbon Dalam Mitigasi Perubahan Iklim, Studi Kasus Tanjung Lesung, Banten. *Jurnal Segara* 10 (2): 278-285.
- Romadhon, A. 2009. Adaptasi Biota Zona Intertidal. *Makalah. Pengelolaan Sumber Daya Pesisir Dan Lautan* [Tesis]. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.10 hal.
- Stankovica M., Rapp R.A., Carly F., Galon F.D., Fortes M.D., Hossain M.S., Kiswara W., Luong C.V., Thuij P.M., Mishrak A.K., Noiraksarl T., Nurdin N., Panyawi J., Rattanachot E., Rozaimi M., Htun S., & Prathep A. 2021. Quantification of blue carbon in seagrass ecosystems of Southeast Asia and their potential for climate change mitigation. *Journal Science of The Total Environment* 783: 92-102.
- Sari N.W.P. 2016. Coral Reef sebagai Penyerap atau Penghasil Karbon. *Jurnal Oseana LIPI.* 12 (2): 32-40.
- Setyawan I.E., Siregar V.P., Pramono G.H., & Yuwono D.M.,2014. Pemetaan profil habitat dasar perairan dangkal berdasarkan bentuk topografi: studi kasus Pulau Panggang, Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Globe,* 16 (2): 125-132.
- Sjafrie N.D.M., Udhi E.H., Bayu P., Indarto H.S., Marindah Y.I., Rahmat., Kasih A., Susi R., & Suyarso. 2018. Ststus Padang Lamun Indonesia. Puslit Oseanografi - LIPI. Jakarta.
- Short F.T., Mckenzie L.J., G.Coles R. & Gaeckle J.L. 2004, SeagrassNet Manual for Scientific Monitoring of Seagrass Habitat – Western Pasific Edition, University of New Hampshire, USA; QDPI, Northern Fisheries Centre.
- Serrano O., Rozaimi M., Lavery P.S., & Smernik R.J. 2020. Organic chemistry insights for the exceptional soil carbon storage of seagrass *Posidonia australis*. *Journal Estuarine Coastal and Shelf Science* 3:227- 237.
- Sulaeman S., & Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman

- Air dan Pupuk. Bogor: Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- Supriadi S., Kaswadji R.F., Bengen D.G., & Hutomo M. 2014. Carbon Stock of Seagrass Community in Barranglompo Island, Makassar (Stok Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Barranglompo, Makassar). *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19 (1): 1-10.
- Tanaya T., Watanabe K., Yamamoto S., Hongo C., Kayanne H., & Kuwae T. 2018. Contributions of the direct supply of belowground seagrass detritus and trapping of suspended organic matter to the sedimentary organic carbon stock in seagrass meadows. *Journal Biogeosciences* 15: 4033–4045.
- Tangke U. 2010. Ekosistem Padang lamun (Manfaat, Fungsi dan Rehabilitasi) Agrikan: *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan* 3 (1):9-29.
- Tuwo A. 2011. Pengelolaan Ekowisata Pesisir dan Laut. Surabaya. Brillian Internasional
- United State Environmental Protection Agency EPA. 2019. (serial online), Jan.-Mar, Available from: URL <https://www.epa.gov/ghgemissions/sources-greenhouse-gas-emissions>.
- Vizzini S., E. Apostolaki T., Ricevuto E., Polymenakou P., & Mazzola A. 2019. Plant and sediment properties in seagrass meadows from two Mediterranean CO₂ vents: Implications for carbon storage capacity of acidified oceans. *Marine Environmental Research*.
- Waycott, M.K., CMahon M., Mellors J., Calladine A., & Kleine D. 2004. A Guide To Tropical Seagrass of the Indo-West Pasific. James Cook Universiy. *Journal Townsville*. 72.
- Wahyudi A.J., Andri I., Susi R., & IWayan Eka.D. 2018. Potensi Cadangan Dan Serapan Karbon Ekosistem Mangrove Dan Padang Lamun Indonesia 1(1): 1-12.
- Watinasih N.L., Nuarsa I.W., Merdana I.M., Dharma A., Antara I.N.G., & Budiarsa I.N. 2021. Carbon Storage on Different Species of Seagrass on Tourist Destination Areas: A Measure of Disturbed and Undisturbed Environments. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology* 11(3):1224-1231
- Wibisono M.S. 2011. Pengantar Ilmu Kelautan, Universitas Indonesia Press.
- Wijana I.M.S., Ernawati N.M., & Pratiwi M.A. 2019. Keanekaragaman Lamun Dan Makrozoobentos Sebagai Indikator Kondisi Perairan Pantai Sindhu, Sanur, Bali. *Journal Ecotrophic* 13 (2): 238–247
- Wirawan A. A. (2014). Tingkat Kelangsungan Hidup Lamun yang Ditransplantasi secara Multispesies di Pulau Barrang Lompo. Makassar: Universitas Hasanuddin.
- Yuniwati Y., & Suhartana S. 2014. Potensi Karbon Pada Limbah Pemanenan Kayu Acacia crassicarpa (Carbon Potential of Waste Timber Harvesting Acacia Crassicarpa). *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 12(1): 21-31.
- Zou Y.F., Chen K.Y., & Lin H.J. 2021. Significance of belowground production to the long-term carbon sequestration of intertidal seagrass beds. *Journal Science of The Total Environment* 800: 1-12.