



ESTIMASI SIMPANAN KARBON DAN STATUS KESEHATAN PADANG LAMUN DI PULAU KELAPA KABUPATEN BIMA

Isnaini Marlina¹, Hilman Ahyadi², Dining Aidil Candri³, Immy Suci
Rohyani⁴, Sukmaraharja Aulia Rachman Tarigan⁵, Pardede Shinta
Trilestari⁶, Sebastian Aviandhika⁷, dan Sri Puji Astuti^{8*}

^{1,3,&8}Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Mataram, Indonesia

^{2&4}Program Studi Ilmu Lingkungan, FMIPA, Universitas Mataram, Indonesia

^{5,6,&7}Wildlife Conservation Society (WCS), New York, United States of America

E-Mail : spastuti@unram.ac.id

Submit: 07-03-2021; Revised: 06-04-2021; Accepted: 23-04-2021; Published: 30-06-2021

ABSTRAK: Komunitas Lamun merupakan komunitas tumbuhan Angiospermae yang mayoritas tumbuh di perairan laut yang dangkal. Komunitas tersebut memiliki peranan dan fungsi ekologi, baik sebagai habitat berbagai jenis biota maupun sebagai penyerap karbon. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis, kondisi ekosistem padang lamun di Pulau Kelapa berdasarkan persentase tutupan; dan untuk mengetahui estimasi simpanan karbon lamun yang terkandung. Pengambilan data komunitas Lamun dilakukan pada bulan September-Oktober tahun 2020 di Perairan Pulau Kelapa, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Digunakan transek kuadrat untuk pengambilan data tutupan Lamun, dan analisis tutupan komunitas Lamun menggunakan aplikasi *PhotoQuad*, dilanjutkan dengan penentuan kondisi ekosistem komunitas Lamun, serta analisis estimasi simpanan karbon menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, terdapat 4 jenis Lamun yang ditemukan, terdiri dari: *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, dan *Halodule pinifolia*. Persentase tutupan Lamun sebesar 52,31%, karena kurang dari 60% maka status kesehatan padang lamun adalah kurang sehat berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 tahun 2004. Total simpanan karbon sebesar 16,1 gr.Cm⁻². *Thalassia hemprichii* sebagai spesies penyimpan karbon tertinggi sebanyak 8,27 gr.Cm⁻².

Kata Kunci: Lamun, Status, *PhotoQuad*, Karbon, Pulau Kelapa.

ABSTRACT: The seagrass community are angiosperm plant communities that mostly grow in shallow marine waters. The community has an ecological role and function, both as a habitat for various types of biota and as a carbon sink. The purpose of this study was to determine the type and condition of the seagrass ecosystem in Kelapa Island based on the percentage of cover; and to determine the estimated carbon stocks of seagrasses contained. Seagrass community data collection was carried out in September-October 2020 in the waters of Kelapa Island, Bima Regency, West Nusa Tenggara Province. A quadratic transect was used for data collection of seagrass cover, and analysis of seagrass community cover using the *PhotoQuad* application, followed by determining the condition of the seagrass community ecosystem, and analysis of estimated carbon storage using the *Loss On Ignition* (LOI) method. The results showed that there were 4 types of seagrass found, consisting of: *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, and *Halodule pinifolia*. The percentage of seagrass cover is 52.31%, because it is less than 60%, the health status of seagrass beds is unhealthy based on the Decree of the Minister of the Environment Number 200 of 2004. Total carbon storage is 16.1 gr.Cm⁻². *Thalassia hemprichii* as the highest carbon storage species was 8.27 gr.Cm⁻².

Keywords: Seagrass, Status, *PhotoQuad*, Carbon, Kelapa Island.



Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi is Licensed Under a CC BY-SA [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). [doi: https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1.3542](https://doi.org/10.33394/bjib.v9i1.3542).



Dikelola oleh : Program Studi Pendidikan Biologi

Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan

Universitas Pendidikan Mandalika

PENDAHULUAN

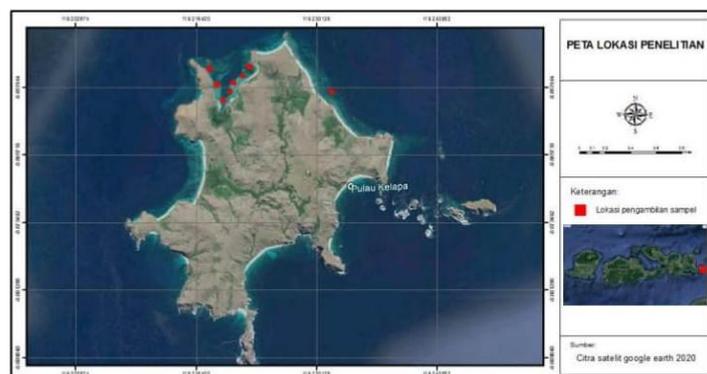
Lamun atau *Seagrass* merupakan tumbuhan berbunga yang hidup di laut, dan termasuk ke dalam kelompok angiospermae dan monokotil. Lamun memiliki struktur tumbuhan terestrial, yakni memiliki: sistem perakaran, sistem batang, sistem vaskular, fase vegetatif, dan reproduksi seksual dengan bunga yang difertilisasi dengan polen di dalam air (Bujang, 2012). Ekosistem padang lamun memiliki banyak manfaat bagi fauna yang hidup di laut, seperti: sebagai tempat mencari makan, membesarkan anak, dan tempat memijah (Rustam *et al.*, 2015). Pentingnya peranan padang lamun sebagai penstabil substrat, peredam arus, dan juga penyebab pergerakan air menjadi tenang membuat kondisi kesehatannya sangat penting bagi perairan secara umum.

Ekosistem padang lamun memiliki kemampuan cukup tinggi dalam menyimpan karbon, baik dalam biomassa jaringan hidup atau karbon organik di dalam tanah, jika dibandingkan dengan tumbuhan yang berada di ekosistem hutan tropis, hutan boreal (Howard *et al.*, 2014), ekosistem rumput laut dan ekosistem yang berada di padang pasir maupun semi padang pasir (Laffoley dan Grimsditch, 2009; Rahmawati, 2011). Perkembangan industrialisasi menjadi faktor terbesar dalam peningkatan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim di bumi, sehingga perlu pelestarian ekosistem di laut salah satunya padang lamun karena sangat berperan dalam penyimpanan karbon.

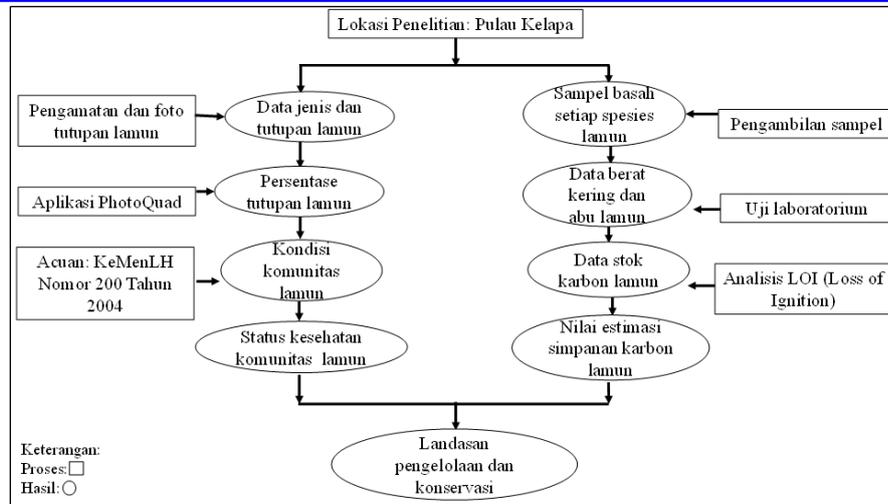
Keanekaragaman lamun yang cukup tinggi diduga berada di Pulau Kelapa, yaitu salah satu pulau kecil yang diprioritaskan sebagai perluasan kawasan konservasi di Provinsi Nusa Tenggara Barat, dan terletak di sebelah timur Kabupaten Bima. Kurangnya data mengenai keanekaragaman lamun di daerah tersebut menjadi salah satu latar belakang dilakukannya penelitian ini. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai informasi awal dalam menentukan strategi mitigasi dan adaptasi untuk menghadapi perubahan iklim global serta upaya pengelolaan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Perairan Pulau Kelapa, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Sampling dilakukan di bagian utara dan timur laut Pulau Kelapa, sebaran sampling dapat dilihat pada Gambar 1 dan rancangan penelitian digambarkan pada diagram alur pada Gambar 2.



Gambar 1. Sebaran Area Sampling di Pulau Kelapa Kabupaten Bima.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian.

Kondisi Ekosistem Padang Lamun

Cara untuk mengetahui kondisi ekosistem padang lamun adalah mengukur status kesehatan lamun menggunakan metode kuadrat transek, metode ini mengacu pada COREMAP-CTI LIPI dari referensi Panduan Monitoring Padang Lamun karangan Rahmawati *et al.* (2014). Penentuan stasiun pengambilan data didasarkan pada ada tidaknya padang lamun di lokasi tersebut. Ada 8 stasiun pengambilan sampel, setiap stasiun ada tiga transek dengan panjang transek masing-masing 100 m. Jarak antara transek 50 m, sehingga total luasannya 100 x 100 m. Setiap satu transek terdapat 11 kuadran dengan jarak masing-masing kuadran 10 m.

Status kesehatan padang lamun diukur menggunakan aplikasi *PhotoQuad* sehingga diperoleh persentase tutupan lamun, mengacu pada Trygonis and Sini, (2012). Analisis data total tutupan lamun menggunakan analisis statistik deskriptif mengacu pada Assuyuti *et al.* (2016). Berdasarkan penjabaran aturan Menteri Lingkungan Hidup menurut Herandarudewi *et al.* (2019) bahwa, persentase tutupan lamun yang diperoleh akan dikategorikan dalam kondisi baik, jika penutupan $\geq 60\%$, status kurang sehat dengan luas penutupan sekitar 30-59,9% dan status padang lamun rusak (miskin) jika penutupan $\leq 29,9\%$.

Simpanan Karbon di Padang Lamun

Sampling untuk mengukur besaran simpanan karbon di padang lamun, menggunakan kuadran dengan ukuran 20 x 20 cm dan pengulangan sebanyak tiga kali. Kuadran disebar pada lokasi padang lamun dengan sebaran spesies yang merata untuk merepresentasikan sebaran spesies lamun di Pulau Kelapa. Metode ini mengacu pada referensi *Blue Carbon in Seagrass Ecosystem* oleh Rahmawati *et al.* (2019).

Pengukuran estimasi simpanan karbon menggunakan metode *Loss On Ignition* (LOI). Metode ini pada prinsipnya adalah menghilangkan bahan organik melalui proses pembakaran di dalam tanur atau tungku (*furnace*). Nilai bahan organik yang didapat merupakan berat sampel yang hilang karena pembakaran



pada suhu sekitar 450°C selama 4 jam, metode ini mengacu pada metode yang digunakan Rustam *et al.* (2015). Rumus yang digunakan untuk mengukur biomassa spesies, karbon jaringan dalam lamun, total stok karbon di padang lamun, dan estimasi simpanan karbon menggunakan rumus di bawah ini. Rumus Biomassa Spesies Lamun (Azkab, 1999).

$$\text{Biomassa (gDWm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{Berat Kering (gDW)}}{\text{Luas Area Pengamatan (m}^2\text{)}}$$

Rumus Karbon Jaringan Lamun (Helrich, 1990).

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

Keterangan:

a = Berat Cawan Porselen Kosong (gram);

b = Berat Cawan Porselen Ditambah Berat Kering Lamun (gram);

c = Berat Cawan Porselen Ditambah Berat Abu Lamun (gram).

$$\text{Kadar Bahan Organik (\%)} = \frac{[(b-a)-(c-a)]}{[b-a]} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat Cawan Porselen Kosong (gram);

b = Berat Cawan Porselen + Berat Kering Lamun (gram);

c = Berat Cawan Porselen + Berat Abu Lamun (gram).

$$\text{Kandungan Karbon Organik (\%C)} = \frac{\text{Kadar Bahan Organik (\%)}}{1,724}$$

Keterangan: 1,724 = Konstanta Nilai Bahan Organik (Barron *et al.*, 2004).

$$\text{Simpanan Karbon (gCm}^{-2}\text{)} = \frac{\text{Kandungan Karbon (\% C)} \times \text{Biomassa Spesies (gDWm}^{-2}\text{)}}{100}$$

Rumus Estimasi Simpanan Karbon (Sulaeman *et al.*, 2005).

$$C_t = \sum (L_i \times C_i)$$

Keterangan:

C_t = Total Karbon (tC);

L_i = Luas Area Ekosistem Padang Lamun (ha);

C_i = Rata-rata Kandungan Karbon Lamun (gCm⁻²).

Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter lingkungan yang diukur meliputi: salinitas menggunakan alat refraktometer, suhu menggunakan alat thermometer air, pH menggunakan alat pH stik, dan intensitas cahaya menggunakan alat lux meter. Pengukuran kualitas air dilakukan pada perairan tempat tumbuhnya lamun, pengukuran dilakukan di setiap transek minimal satu kali pada setiap stasiun lokasi pengamatan pada pertengahan transek dan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali (Herandarudewi *et al.*, 2019).



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Ditemukan 4 jenis lamun di Perairan Pulau Kelapa dengan kehadiran yang berbeda-beda pada setiap stasiun dan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kehadiran Jenis Lamun di Perairan Pulau Kelapa Kabupaten Bima.

Famili	Jenis Lamun	Stasiun							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Cymodoceaceae	<i>Cymodocea rotundata</i>	+	+	+	+	-	+	+	+
	<i>Halodule pinifolia</i>	-	-	+	+	+	+	+	-
Hydrocharitaceae	<i>Halophila ovalis</i>	+	+	+	+	+	+	-	+
	<i>Thalassia hemprichii</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
Jumlah Jenis		3	3	4	4	3	4	3	3

Keterangan: + = Ada; - = Tidak Ada.

Luas area tutupan lamun pada Tabel 2 dan data persentase tutupan lamun yang dianalisis menggunakan aplikasi *PhotoQuad* dijadikan sebagai acuan dalam menganalisis kondisi ekosistem padang lamun dengan penentuan status kesehatan lamun dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Luas Area Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima.

Stasiun	Area Jenis Lamun (m ²)				Total Area Per Stasiun (m ²)
	Cr	Hp	Ho	Th	
1	0.203	-	1.389	0.343	1.935
2	0.125	-	0.785	0.004	0.914
3	0.203	0.012	0.056	0.251	0.522
4	0.162	0.151	0.068	0.285	0.666
5	-	1.338	0.796	0.050	2.184
6	0.630	0.622	0.365	0.704	2.321
7	1.472	0.087	-	2.099	3.658
8	2.173	-	0.284	0.137	2.594
Total Area Per Jenis (m ²)	4.968	2.210	3.743	3.873	14.794

Keterangan:

Cr: *Cymodocea rotundata*; Hp: *Halodule pinifolia*; Ho: *Halophila ovalis*;

Th: *Thalassia hemprichii*.

Tabel 3. Tutupan Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima.

Stasiun	Tutupan Jenis Lamun (%)				Total Tutupan Per Stasiun (%)
	Cr	Hp	Ho	Th	
1	5.27	-	36.48	7.90	49.65
2	4.44	-	23.84	0.13	28.41
3	13.25	0.77	3.62	16.42	34.06
4	10.67	10.22	4.42	18.79	44.10
5	-	43.68	26.00	1.63	71.31
6	13.70	13.53	7.95	15.32	50.50
7	25.07	1.48	-	35.75	62.30
8	65.49	-	8.56	4.12	78.17
Rata-rata Tutupan (%)	17.24	8.71	13.86	12.51	52.31*

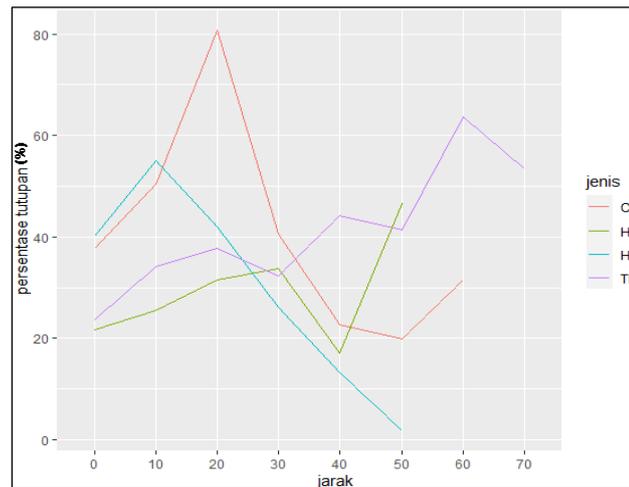


Keterangan:

Cr: *Cymodocea rotundata*; Hp: *Halodule pinifolia*; Ho: *Halophila ovalis*; Th: *Thalassia hemprichii*.

*% Tutupan Lamun Kurang Dari 60%, Kategori Kurang Sehat.

Sebaran jenis lamun berdasarkan persentase tutupan, cenderung bervariasi antar jenis dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Jenis Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima.

Simpanan karbon padang lamun dibagi menjadi dua, yakni: bagian atas substrat dan bagian bawah substrat. Metode *Loss On Ignition* (LOI) atau pengabuan, digunakan untuk mengetahui besaran estimasi simpanan karbon pada jaringan lamun, baik itu bagian atas substrat (AS) yang terdiri dari daun dan pelepah, serta bagian bawah substrat (BS) yang terdiri dari akar dan juga rimpang. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 4, dan simpanan karbon per stasiun dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 4. Simpanan Karbon Padang Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima.

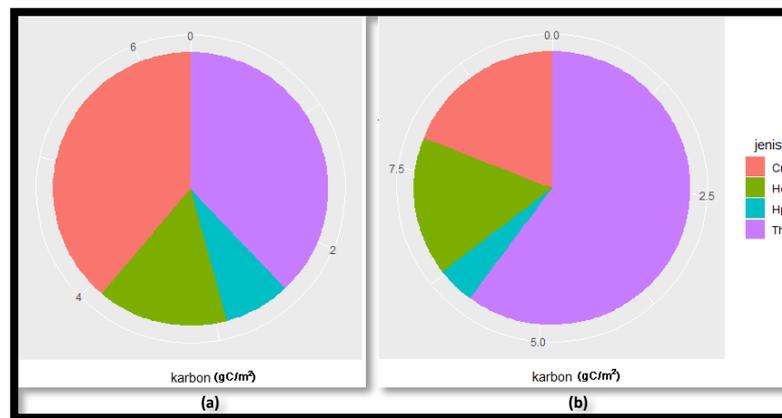
Jenis Lamun		Biomassa (gDWm ⁻²)	Kadar Abu (%)	Kadar Bahan Organik (%)	Kandungan Karbon (% C)	Simpanan Karbon (g C m ⁻²)	Total Karbon
<i>Cymodocea rotundata</i>	AS	0.94	8.69	91.31	52.97	0.50	2.48
	BS	0.65	2.15	97.85	56.76	0.37	1.85
<i>Halodule pinifolia</i>	AS	0.45	13.16	86.84	50.37	0.23	0.50
	BS	0.46	67.48	32.52	41.67	0.19	0.43
<i>Halophila ovalis</i>	AS	0.51	12.37	87.63	50.83	0.26	0.98
	BS	0.84	12.47	87.53	50.77	0.43	1.60
<i>Thalassia hemprichii</i>	AS	1.23	13.63	86.37	50.10	0.51	2.42
	BS	2.79	6.69	93.31	54.13	0.63	5.85

Total Simpanan Karbon (Atas Substrat + Bawah Substrat): 6,38 + 9,72 = 16,1 gCm⁻².

Tabel 5. Simpanan Karbon Per Stasiun.

Jenis Lamun	Simpanan Karbon Per Stasiun (gCm ⁻²)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Cr	AS	0.22	0.51	0.73	0.80	-	0.39	0.56	0.33
	BS	0.18	0.46	0.68	0.44	-	0.29	0.31	0.26
Hp	AS	-	-	0.22	0.21	0.26	0.27	0.20	-
	BS	-	-	0.20	0.15	0.19	0.23	0.19	-
Ho	AS	0.31	0.34	0.35	0.32	0.22	0.19	-	0.12
	BS	0.41	0.37	0.77	0.46	0.30	0.41	-	0.34
Th	AS	0.52	0.41	0.50	0.51	0.49	0.57	0.58	0.50
	BS	0.66	0.53	0.61	0.60	0.63	0.68	0.66	0.64

Estimasi simpanan karbon jenis lamun tertinggi adalah jenis *Thalassia hemprichii*, dan estimasi simpanan karbon terendah adalah jenis *Halodule pinifolia* dapat dilihat dalam Gambar 4.



Gambar 4. Total Simpanan Karbon Per Jenis: (a) Bagian Atas Substrat; dan (b) Bagian Bawah Substrat.

Parameter fisika dan kimia diambil untuk melihat kondisi lingkungan yang dapat mendukung pertumbuhan lamun, dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Parameter Fisika dan Kimia.

Stasiun	Parameter Lingkungan				
	Fisika			Kimia	
	Suhu Air (°C)	Kedalaman Air (m)	Intensitas Cahaya Permukaan Air (lux)	pH	Salinitas (‰)
1	29	0-1.3	2.768-15.278	7	35
2	29	0-1	19.922-21.808	7	35
3	27	0-0.3	7.230-9.478	7	35
4	27	0-0.35	3.797-4.500	7-8	35
5	27	0-0.35	3.797-4.500	7	35
6	27	0-0.3	7.230-9.478	7	35
7	29	0-1	13.723-15.466	7	35
8	29	1-1.6	32.768	7	30



Pembahasan

Ekosistem padang lamun di Perairan Pulau Kelapa yang tumbuh umumnya didominasi oleh jenis lamun campuran, terbukti dari setiap lokasi pengamatan ditemukan lebih dari satu jenis lamun. Jenis *Cymodocea rotundata* yang dominan ditemukan di jarak 20 m dari bibir pantai, karena spesies ini dominan ditemukan pada daerah yang memiliki substrat pasir berlumpur. Berbeda halnya dengan jenis *Halodule pinifolia* yang dominan tumbuh pada jarak terdekat dari bibir pantai, yaitu di meter ke-0 sampai 10 yang memiliki sebaran tertinggi pada jarak tersebut, karena jenis ini ditemukan melimpah pada bagian awal padang lamun dengan substrat dominan pasir berlumpur. Jenis *Halodule pinifolia* tidak ditemukan pada stasiun 8 yang memiliki kedalaman air sekitar 1 sampai 1,6 m dan intensitas cahaya 32.768 lux, karena tidak memiliki kemampuan untuk tumbuh pada kondisi tersebut.

Jenis *Halophila ovalis* ditemukan berlimpah pada jarak 50 m, karena spesies ini dominan tumbuh pada substrat pasir dan pecahan karang. Menurut Yusuf (2020), jenis ini tumbuh relatif sempit dan mengelompok, serta sebagai jenis lamun pionir dapat ditemukan pada daerah yang bercampur dengan ekosistem terumbu karang serta substrat didominasi pecahan karang atau *rubble*. *Halophila* dan *Halodule* merupakan spesies pionir yang biasa ditemukan di pesisir pantai. Pertumbuhannya yang cepat karena sebagai spesies pionir berperan sebagai garda depan pemulihan padang lamun, dikarenakan kemampuannya untuk tumbuh lebih cepat. Lamun genus *Enhalus* atau *Thalassia* sering kali menjadi jenis lamun yang tumbuh saat akhir suksesi atau telah mencapai klimaks.

Jenis *Thalassia hemprichii* banyak ditemukan pada jarak 60 m, karena spesies ini dominan ditemukan pada substrat pasir dan pecahan karang serta memiliki kemampuan penetrasi akar dan rimpang yang kuat untuk bertahan di kondisi yang ekstrem. Sebaran lamun sangat dipengaruhi oleh jenis substrat, karena setiap jenis lamun memiliki karakter tersendiri dalam hal substrat tempat tumbuh. Kedalaman juga menjadi salah satu faktornya, seperti jenis *Halodule pinifolia* yang tidak ditemukan pada stasiun 8 karena memiliki kedalaman 1 sampai 1,6 m. Stasiun 1 dan 2 juga tidak ditemukan jenis ini karena kemungkinan akibat aktivitas antropogenik, yaitu permukaan bawah kapal saat berlabuh yang menggerus bagian lamun dengan morfologi kecil ini.

Ekosistem mangrove yang terdapat di Pulau Kelapa berfungsi sebagai *barrier* dari darat untuk pertumbuhan lamun, begitu juga dengan ekosistem terumbu karang yang menjadi *barrier* di tengah perairan. Di lokasi pengamatan *Thalassia hemprichii* hanya ditemukan berdampingan dengan *Halophila ovalis*, *Halodule pinifolia*, dan *Cymodocea rotundata*. Berdasarkan literatur, *Thalassia hemprichii* tumbuh dominan pada dasar pasir ataupun puing karang mati dan dapat tumbuh pada dasar lumpur serta tumbuh bersama *Halophila ovalis*, *Halodule uninervis*, *Cymodocea serrulata*, dan *Enhalus acoroides* (Zurba, 2018).

Spesies tersebut tidak ditemukan menandakan bahwa proses suksesi sedang terjadi diakibatkan oleh baling-baling kapal dan ombak besar pada musim tertentu akan mengaduk dasar perairan serta menarik sedimen menjauh dari garis pantai. Hal ini menyebabkan tercabutnya sebagian lamun dan koloni lamun



lainnya tertimbun saat sedimen yang terbawa arus tersebut mengendap. Proses ini diduga kuat menjadi pemicu terbentuknya pola sebaran mengelompok (*patchy*) pada lamun, yang ditandai dengan banyaknya daerah kosong atau daerah cekungan “*blow out*” yang tidak ditumbuhi lamun.

Kondisi Ekosistem Padang Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima

Rata-rata tutupan lamun dari 8 stasiun di Pulau Kelapa sebesar 52,31% (kurang dari 60%), sehingga berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 tahun 2004, tentang kriteria baku kerusakan dan pedoman penentuan status padang lamun menyatakan bahwa, tutupan lamun yang kurang dari 60% mengindikasikan bahwa kesehatan lamun di daerah tersebut berada pada status kurang sehat. Salah satu penyebab tidak sehatnya lamun di Pulau Kelapa karena pada perairan tersebut sering dijadikan sebagai tempat berlabuhnya berbagai jenis kapal, sehingga turbulensi dan pengadukan sedimen sering terjadi dan menyebabkan terangkatnya atau tertimbunnya tumbuhan lamun. Kondisi perairan yang cerah juga membuat pertumbuhan dari filamen alga sangat cepat, sehingga membuat beberapa jenis lamun memiliki daun yang tertutupi oleh alga seperti jenis *Ulva sp.*, *Ectocarpus sp.*, dan *Padina sp.*

Intensitas cahaya di permukaan perairan Pulau Kelapa berkisar antara 2.768 sampai 32.768 lux. Intensitas cahaya optimum bagi pertumbuhan lamun berkisar antara 5.400 lux sampai 20.520 lux, sedangkan untuk melakukan fotosintesis dibutuhkan suhu optimum pada 28.400 lux (Ow *et al.*, 2016). Kondisi intensitas cahaya yang dibutuhkan oleh lamun dan alga hampir sama, karena alga memiliki filamen yang cepat tumbuh sehingga tutupannya lebih dominan dibandingkan dengan lamun. Suhu, pH, dan salinitas pada hasil penelitian ini kurang berpengaruh terhadap persentase tutupan lamun, karena ketiga faktor tersebut berada dalam rentang optimum pertumbuhan lamun.

Total tutupan di setiap stasiun berdasarkan hasil pengamatan, stasiun 8 memiliki tutupan tertinggi dengan 78,31%, dan stasiun 2 memiliki tutupan terendah dengan 28,41%. Faktor lingkungan menjadi penentu dalam pertumbuhan lamun yang berakibat pada persentase tutupannya, salah satunya adalah intensitas cahaya. Stasiun 8 memiliki intensitas cahaya yang cukup tinggi dan tidak ditemukan alga yang tumbuh, sehingga tidak terjadinya dominansi tutupan alga. Intensitas cahaya di stasiun 8 sebesar 32.768 lux, sedangkan alga optimum tumbuh dengan kisaran antara 2.130 sampai 28.400 lux (Singh *and* Singh, 2015).

Faktor antropogenik dimungkinkan juga berpengaruh karena bagian utara banyak aktivitas manusia seperti penangkapan ikan menggunakan jaring atau pancing dan banyaknya kapal berlabuh di daerah tersebut, termasuk kapal yang mencari ikan menggunakan bom sehingga pertumbuhan lamun di daerah tersebut kurang baik. Berbeda dengan di stasiun 8 yang memiliki posisi di bagian timur laut yang sepi dan tidak ada penduduk setempat yang melakukan aktivitas, sehingga pertumbuhan lamun tidak terganggu.

Tutupan jenis lamun tertinggi adalah *Cymodocea rotundata* dengan rata-rata tutupan 17,24%. Hal tersebut terjadi karena jenis ini dapat tumbuh baik pada substrat pasir, pasir berlumpur, dan pecahan karang. Sedangkan untuk tutupan jenis lamun terendah yaitu *Halodule pinifolia* dengan rata-rata tutupan sebesar



8,71%, karena ukuran dan bentuk jenis ini termasuk kecil jika dibandingkan dengan jenis lainnya, sehingga tutupannya lebih rendah. Menurut Rahman *et al.* (2018), ukuran morfologi jenis lamun bisa mempengaruhi tutupan karena memiliki ukuran kecil berpengaruh terhadap tutupannya yang rendah.

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 tahun 2004, tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun, stasiun 2 termasuk ke dalam kategori rusak karena dilihat dari persentase tutupannya yang kurang dari 29,9%, sedangkan untuk stasiun 1, 3, 4, dan 6 termasuk dalam kondisi kurang sehat karena persentase tutupannya masuk dalam kisaran 30% sampai 59,9%. Lamun dengan kondisi sehat dapat ditemukan pada stasiun 5, 7, dan 8 karena persentase tutupannya melebihi 60%, berbeda halnya dengan kondisi ekosistem padang lamun di Pulau Kelapa berdasarkan rata-rata persentase tutupannya termasuk ke dalam kondisi kurang sehat dengan nilai 52,31%.

Simpanan Karbon Padang Lamun di Pulau Kelapa Kabupaten Bima

Lamun dengan jenis *Cymodocea rotundata* mengandung cukup tinggi simpanan karbon dalam jaringan di atas substrat. Hal tersebut terjadi karena jenis ini dominan ditemukan di daerah yang memiliki substrat pasir berlumpur di dekat bibir pantai, sehingga lebih mengutamakan jaringan di atas substrat untuk tumbuh. Hasil penelitian Rahman *et al.* (2018) adalah *Cymodocea* sp. memiliki simpanan karbon yang cukup tinggi, karena ukuran morfologinya yang besar dan sesuai dengan pernyataan Zahra *et al.* (2020) bahwa, jumlah stok karbon lamun bergantung dalam biomasanya.

Jenis *Halodule pinifolia* dan *Halophila ovalis* tergolong rendah dalam menyimpan karbon di bagian atas substrat. Rahman *et al.* (2018) melaporkan *Halophila* sp. memiliki simpanan karbon yang rendah, karena merupakan spesies pionir dan memiliki ukuran morfologi yang kecil. *Halophila* sp. memiliki ekspansi vegetatif dan produksi yang relatif cepat, namun penyimpanan karbon yang relatif sedikit. Sedangkan *Thalassia* sp. yang diistilahkan sebagai lamun klimaks (*climax species*) merupakan kategori lamun yang memiliki penyebaran yang lambat, namun menyimpan karbon yang relatif besar (Rahmawati, 2011).

Biomassa lamun bagian atas (bagian daun dan pelepah) dan bawah substrat (akar dan rimpang) tertinggi adalah jenis *Thalassia hemprichii*, karena jenis ini memiliki morfologi yang cukup besar jika dibandingkan dengan jenis lamun lainnya, sehingga biomassa yang terkandung cukup besar. *Thalassia hemprichii* memiliki biomassa yang cukup tinggi dengan nilai 4,02 gDWm⁻². Hal tersebut sesuai dengan penelitian Hartati *et al.* (2017) bahwa, jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi.

Thalassia hemprichii mengandung simpanan karbon tertinggi dibandingkan dengan spesies lainnya dengan nilai 8,27 gCm⁻², karena ukuran morfologinya yang besar sehingga dapat mengakumulasi karbon yang lebih banyak. Jenis ini memiliki stok karbon yang tinggi, karena jumlahnya yang banyak dan lokasi pertumbuhannya tersebar serta ukuran daun, batang, dan akar yang lebih besar dan tebal. Sebaran jenis ini dominan ditemukan di kedalaman



cukup tinggi, sehingga lebih mengutamakan pertumbuhan akar dan rimpang untuk penetrasi lebih kuat, sehingga simpanan karbon bawah substrat lebih tinggi dari pada di atas substrat. Menurut Rahmawati (2011) dan Harimbi *et al.* (2019), spesies lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung menyimpan biomassa yang lebih besar di bagian Bawah Substrat (BS), dan kapasitas untuk mengakumulasi karbon menjadi semakin tinggi dikarenakan pergantian akar dan rimpang yang relatif lambat.

Ukuran morfologi menjadi faktor terbesar dalam penentuan nilai estimasi simpanan karbon, karena ukuran morfologi mempengaruhi kandungan biomassa pada lamun. Jenis substrat juga memiliki peran yang cukup penting dalam penyimpanan karbon dan kandungan bahan organik mempengaruhi jenis lamun dominan yang akan tumbuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, faktor lingkungan seperti suhu, pH, dan salinitas kurang berpengaruh terhadap simpanan karbon lamun, berbeda halnya dengan kedalaman air dan intensitas cahaya. Jenis *Thalassia hemprichii* dan *Halophila ovalis* memiliki simpanan karbon tinggi pada bawah substratnya, karena lebih mengembangkan pertumbuhan akar dan rimpang untuk mempertahankan diri dari arus. Intensitas cahaya berperan penting dalam pertumbuhan lamun, karena faktor ini juga sebagai pendukung dalam ledakan pertumbuhan alga.

Total stok karbon padang lamun Pulau Kelapa adalah 16,1 gCm⁻² dengan 6,38 gCm⁻² tersimpan di jaringan lamun bagian atas substrat dan 9,72 gCm⁻² tersimpan di jaringan lamun bagian bawah substrat. Kandungan karbon rendah karena memiliki kategori tutupan lamun yang rendah, sehingga berhubungan dengan biomassa dan kandungan karbon pada lamun tersebut juga rendah (Harimbi *et al.*, 2019).

Variasi nilai karbon yang terdapat di lokasi penelitian disebabkan oleh perbedaan besaran biomassa antar jenis maupun antar jaringan lamun. Ganefiani *et al.* (2019) menyatakan bahwa, semakin tinggi kandungan biomassa pada lamun, maka nilai kandungan karbon pada jaringan lamun juga semakin meningkat, yang artinya kandungan karbon berbanding lurus dengan kandungan biomassa pada lamun. Menurut Gunawan *et al.* (2019), kandungan karbon pada lamun sebesar 34% berasal dari berat keringnya.

Spesies lamun yang tumbuh mempengaruhi nilai biomassa lamunnya. Jumlah stok karbon dari ekosistem lamun menunjukkan nilai banyaknya CO₂ yang dapat diserap oleh ekosistem tersebut. Semakin besar nilai stok karbon dari suatu ekosistem semakin baik, karena memberikan kontribusi besar dalam proses mitigasi perubahan iklim. Ekosistem lamun memiliki kemampuan yang baik dalam menyimpan karbon, karena disimpan dalam waktu yang lebih lama jika dibandingkan ekosistem terestrial. Peningkatan penyerapan CO₂ dari atmosfer sangat diperlukan untuk mengurangi dampak pemanasan global, seperti jenis *Thalassia hemprichii* yang merupakan spesies lamun paling besar menyimpan karbon pada jaringannya di Pulau Kelapa.

Rendahnya stok karbon di Pulau Kelapa diduga dipengaruhi oleh luas ekosistem lamun yang tumbuh, dan aktivitas antropogenik di sekitar ekosistem. Luasan ekosistem lamun di suatu perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:





faktor fisik (suhu, salinitas, ombak, arus, kedalaman, substrat, dan lama penyinaran); faktor alam (cahaya, nutrisi, epifit, dan penyakit); dan faktor antropogenik (limbah dan sedimen) (Gunawan *et al.*, 2019). Stasiun 1 sampai 4 memiliki pengaruh antropogenik yang paling besar dibandingkan dengan stasiun lainnya. Hasil pengamatan ditemukan banyak kapal yang sedang berlabuh dan beberapa aktivitas masyarakat yang terlihat mencari ikan.

Suhu air di Pulau Kelapa berkisar 27-29⁰C, menurut Feryatun *et al.* (2012), suhu normal untuk pertumbuhan lamun di perairan tropis berkisar antara 24⁰C sampai 35⁰C. pH air di lokasi pengamatan antara 7-8 termasuk ke dalam kategori normal, karena nilai keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar 7,3-9,0 (Tahril *et al.*, 2011). Salinitas yang terukur berkisar 30-35‰ dan lamun hidup pada toleransi salinitas optimum 20‰-35‰ (Feryatun *et al.*, 2012), serta kedalaman air di Pulau Kelapa sekitar 0-1,6 m, lamun dapat hidup pada kedalaman sampai 70 meter tergantung dari jenis dan tingkat kejernihan dari perairan tersebut, sehingga intensitas cahaya matahari dapat menembus dan digunakan oleh lamun untuk fotosintesis (El Shaffai, 2011).

Faktor lingkungan memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan lamun, dan berakibat pada kandungan biomassa serta simpanan karbon yang disimpan. Nilai suhu, pH, salinitas, dan kedalaman secara keseluruhan masuk dalam kategori normal, karena berada dalam rentang optimum pertumbuhan lamun. Berbeda halnya dengan intensitas cahaya, rentang optimum bagi pertumbuhan lamun berkisar 5.400 lux sampai 20.520 lux, sedangkan untuk melakukan fotosintesis optimum pada 28.400 lux (Ow *et al.*, 2016). Sedangkan di Pulau Kelapa berkisar antara 2.768 sampai 32.768 lux dan intensitas cahaya tertinggi terdapat pada stasiun 8 yang berada di bagian timur laut. Hal ini berpengaruh terhadap luasan pertumbuhan lamun yang cukup tinggi, karena tidak ditumbuhi alga seperti pada stasiun yang lain.

SIMPULAN

Jenis lamun yang terdapat di Pulau Kelapa, Kabupaten Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat, ada 4 jenis yang terdiri dari: *Thalassia hemprichii*, *Halophila ovalis*, *Cymodocea rotundata*, dan *Halodule pinifolia*. Sebaran jenis lamun *Thalassia hemprichii* dan *Halophila ovalis* dominan ditemukan pada substrat pasir dan pecahan karang, sedangkan *Cymodocea rotundata* dan *Halodule pinifolia* pada substrat pasir berlumpur. Kondisi ekosistem padang lamun berdasarkan persentase tutupan komunitas lamun dengan penentuan status kesehatan lamun, termasuk ke dalam kategori kurang sehat dengan nilai 52,31%, karena kurang dari 60% berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 200 tahun 2004. Total simpanan karbon di Pulau Kelapa sebesar 16,1 gCm⁻² dengan jenis *Thalassia hemprichii* sebagai penyimpan karbon paling tinggi dengan nilai 8,27 gCm⁻².

SARAN

Sangat penting untuk dilakukan penelitian mengenai estimasi simpanan karbon yang terkandung dalam sedimen dan identifikasi biota asosiasi di padang





lamun, karena Pulau Kelapa akan dijadikan sebagai perluasan wilayah konservasi, sehingga seluruh data mengenai biota yang ada di wilayah tersebut akan sangat membantu sebagai landasan dalam menentukan kebijakan dan peraturan selanjutnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada *Wildlife Conservation Society (WCS), New York, United States of America*, yang telah memberikan pendanaan melalui beasiswa *Research Fellowship Program (RFP)*.

DAFTAR RUJUKAN

- Assuyuti, Y.M., Rijaluddin, A.F., Ramadhan, F., dan Zikrillah, R.B. (2016). Estimasi Jumlah Biomassa Lamun di Pulau Pramuka, Karya dan Kotok Besar, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Depik : Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 5(2), 85-93.
- Bujang, J.S. (2012). *The Marine Angiosperms, Seagrass*. Selangor: Universiti Putra Malaysia Press.
- El Shaffai, A. (2011). *Field Guide to Seagrasses of the Red Sea (First Edition)*. Gland, Switzerland: IUCN and Courbevoie.
- Feryatun, F., Hendrarto, B., dan Widyorini, N. (2012). Kerapatan dan Distribusi Lamun (*Seagrass*) Berdasarkan Zona Kegiatan yang Berbeda di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Management of Aquatic Resources Journal (Maquares)*, 1(1), 1-7.
- Ganefiani, A., Suryanti, S., dan Latifah, N. (2019). Potensi Padang Lamun sebagai Penyerap Karbon di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. *Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(2), 115-122.
- Gunawan, J.V., Parengkuan, M., Wahyudi, A.J., dan Zulpikar, F. (2019). Estimasi Stok Karbon pada Biomassa Lamun di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 4(2), 89-99.
- Harimbi, K.A., Taufiq-Spj, N., dan Riniatsih, I. (2019). Potensi Penyimpanan Karbon pada Lamun Spesies *Cymodocea serrulata* dan *Enhalus acoroides* di Perairan Jepara. *Oseanografi Marina*, 8(2), 109-115.
- Hartati, R., Pratikto, I., dan Pratiwi, T.N. (2017). Biomassa dan Estimasi Simpanan Karbon pada Ekosistem Padang Lamun di Pulau Menjangan Kecil dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa. *Oseanografi Marina*, 6(1), 74-81.
- Herandarudewi, S.M.C., Kiswara, W., Irawan, A., Juraij, Anggraeni, F., Sunuddin, A., Munandar, E., Tania, C., dan Khalifa, M.A. (2019). *Panduan Survei dan Monitoring Duyung dan Lamun (Edisi 1)*. Bandung: ITB Press.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., dan Telszewski, M. (2014). *Coastal Blue Carbon*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Ow, Y.X., Uthicke, S., dan Collier, C.J. (2016). Light Levels Affect Carbon Utilisation in Tropical Seagrass Under Ocean Acidification. *Plos One*,



I(1), 1-18.

- Rahman, F.A., Qayim, I., dan Wardiatno, Y. (2018). Carbon Storage Variability in Seagrass Meadows of Marine Poton Bako, East Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(5), 1626-1631.
- Rahmawati, S. (2011). Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Segara*, 7(1), 1-12.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I.H., dan Azkab, M.H. (2014). *Panduan Monitoring Padang Lamun (Edisi 1)*. Bogor: PT Sarana Komunikasi Utama.
- Rahmawati, S., Hernawan, U.E., McMahan, K., Prayudha, B., Prayitno, H.B., Wahyudi, A.J., dan Vanderklift, M. (2019). *Blue Carbon in Seagrass Ecosystem Guideline for the Assessment of Carbon Stock and Sequestration in Southeast Asia (Edisi 1)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Rustam, A., Kepel, T.L., Kusumaningtyas, M.A., Ati, R.N.A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A., dan Hutahaean, A.A. (2015). Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di P. Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Indonesian Journal of Biology*, 11(2), 233-241.
- Singh, S.P., and Singh, P. (2015). Effect of Temperature and Light on The Growth of Algae Species. *Elsevier*, 50(1), 431-444.
- Tahril, Taba, P., Nafie, N.L., dan Noor, A. (2011). Analisis Besi dalam Ekosistem Lamun dan Hubungannya dengan Sifat Fisikokimia Perairan Pantai Kabupaten Donggala. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(2), 105-112.
- Trygonis, V., and Sini, M. (2012). PhotoQuad: a Dedicated Seabed Image Processing Software, and A Comparative Error Analysis of Four Photoquadrat Methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 424(425), 99-108.
- Yusuf, M.S. (2020). Status Padang Lamun di Gili Belang, Poto Tano dan Teluk Jelenga, Jereweh Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Sanitasi dan Lingkungan (JSL)*, 1(1), 8-22.
- Zahra, F.A., Chairul, dan Zakaria, I.J. (2020). Carbon Stock of Seagrass In Karang Tirta's Coastal Area, Padang. *Bioscience*, 4(1), 73-78.
- Zurba, N. (2018). *Pengenalan Padang Lamun, Suatu Ekosistem yang Terlupakan*. Lhokseumawe: Unimal Press.