

**ESTIMASI SERAPAN KARBON PADA SUBSTRAT DASAR
BERDASARKAN TUTUPAN LAMUN EKOSISTEM PADANG LAMUN
DI PULAU BARRANG LOMPO KOTA MAKASSAR
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

*(Estimation of Carbon Absorption on Basic Substrate Based on Seaweed Covers
Ecosystems at Barrang Lompo Island, Makassar City,
South Sulawesi Province)*

Asbar¹⁾ dan Muhammad Yunus²⁾

^{1,2)} Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Muslim Indonesia,
Makassar 90231, Indonesia

Korespondensi : muh.yunus.kl@umi.ac.id

Diterima: 10 September 2022 ; Disetujui: 29 Desember 2022

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine seagrass cover and carbon estimation in seagrass ecosystems on Barrang Lompo Island, South Sulawesi Province by using the quadratic transect method (perpendicular to the shoreline). The research was carried out in July-August 2022. Located on Barrang Lompo Island. Sample analysis was carried out at the Chemistry and Soil Fertility Lab, Hasanuddin University. The method used in this study for seagrass cover on Barrang Lompo Island was a quadratic transect (perpendicular to the shoreline) modified from the Seagrass Watch method. The consideration of choosing Seagrass Watch as a reference is that this method is suitable for monitoring activities carried out by the general public or volunteers because the implementers of seagrass monitoring in COREMAP - CTI activities are not only researchers or technicians in the seagrass field. The method used for sampling the substrate is purposive sampling method. Purposive sampling is a sampling technique with certain considerations. The results showed that the seagrass cover on Barrang Lompo Island was in the medium category with an average cover value of 37.05% and the total organic carbon content of the substrate contained in one area was 0.70 Ton/Ha with a total CO₂ absorption on the substrate of the field. Seagrass in Barrang Lompo waters is 2.57 Ton/Ha.

Keywords: Seagrass, Carbon, Barrang Lompo Island

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui tutupan lamun dan estimasi karbon pada ekosistem padang lamun di Pulau Barrang Lompo Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan metode transek kuadrat (Tegak lurus garis pantai). Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2022. Berlokasi di Pulau Barrang Lompo. Analisis Sampel dilakukan di Lab. Kimia dan Kesuburan Tanah, Universitas Hasanuddin. Metode yang digunakan pada penelitian untuk penutupan lamun di Pulau Barrang Lompo adalah transek kuadrat (tegak lurus garis pantai) yang dimodifikasi dari metode Seagrass Watch. Pertimbangan dari pemilihan Seagrass Watch sebagai acuan adalah metode ini sesuai untuk kegiatan monitoring yang dilakukan oleh masyarakat umum atau sukarelawan karena pelaksana monitoring padang lamun pada kegiatan COREMAP – CTI tidak hanya peneliti atau teknisi bidang lamun saja. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel substrat adalah metode purposive sampling. Purposive sampling adalah teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penutupan padang lamun di Pulau Barrang Lompo termasuk kategori sedang dengan nilai penutupan rata-rata 37,05% dan Total kandungan karbon organik substrat yang terkandung dalam satu kawasan tersebut adalah 0,70 Ton/Ha dengan total serapan CO₂ pada substrat padang lamun di perairan Barrang Lompo sebesar 2,57 Ton/Ha.

Kata Kunci : Lamun, Karbon, Pulau Barrang Lompo

PENDAHULUAN

Perubahan iklim yang drastis akibat kegiatan manusia telah menyumbangkan gas karbon dioksida yang cukup banyak ke udara dan atmosfer bumi. Karbon Dioksida (CO₂) memiliki kontribusi yang paling tinggi terhadap kandungan Gas Rumah Kaca yaitu sebesar 55% dari emisi karbon oleh aktivitas manusia (IPCC, 2007). UNEP, FAO dan UNESCO. Pertumbuhan sektor industri dan ekonomi di berbagai negara yang relatif cepat menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca seperti karbon dioksida (CO₂) dan CH₄ di atmosfer. Akibatnya peningkatan tersebut berkontribusi dalam perubahan iklim dan berdampak pada perubahan pola cuaca, produksi makanan, serta kehidupan manusia (Nellemann *et al.*, 2009).

Lautan memiliki peranan yang penting dalam siklus karbon secara global. Sekitar 93% CO₂ di bumi disirkulasikan dan disimpan melalui lautan. Laut, termasuk ekosistem pesisir pantai, dapat menyimpan karbon dalam jumlah yang banyak dan dalam jangka waktu yang relatif lama. Ekosistem pesisir pantai seperti ekosistem mangrove, rawa masin (salt marshes), dan padang lamun memiliki luas area yang

relatif kecil dibandingkan luas lautan (< 0,5 %) dan ekosistem terrestrial lainnya. Namun, ekosistem tersebut memiliki kemampuan menyerap dan menyimpan karbon dengan kapasitas penyimpanan mencapai lebih dari 50% total penyimpanan karbon di dalam sedimen laut dan juga memiliki nilai produksi primer bersih (net primary production/NPP) yang cukup signifikan dibandingkan ekosistem lainnya (Larkum *et al.*, 2006). Selain itu, biomassa vegetasi pesisir yang bernilai sekitar 0,05% dibandingkan biomassa tumbuhan di daratan mampu menyimpan karbon dengan jumlah yang sebanding setiap tahunnya (Nelleman *et al.*, 2009). Dengan demikian, lautan memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam mengikat dan menyimpan CO₂ di atmosfer.

Lamun seperti tumbuhan lainnya memerlukan CO₂ untuk fotosintesis, tumbuh dan berkembang yang tersimpan dalam biomassa, baik bagian atas (yang berada di atas tanah) seperti daun dan biomassa bagian bawah (yang berada dalam tanah) seperti rhizoma dan akar. Salah satu fungsi ekologis dari lamun adalah menfiksasi karbon yang Sebagian besar masuk ke dalam sistem daur rantai makanan. Beer *et al.* (2002) mengatakan

bahwa dalam melakukan fotosintesis lamun memanfaatkan karbon anorganik di kolom air sehingga lamun dapat mereduksi CO₂. Hal ini menunjukkan adanya kemampuan ekosistem lamun menenggelamkan (*sink*) CO₂ dari atmosfer ke laut dengan mekanisme adanya perbedaan tekanan parsial dari atmosfer ke laut untuk fotosintesis yang kemudian tersimpan baik dalam bentuk biomassa lamun itu sendiri maupun tersimpan di dasar perairan atau sedimen.

Lamun memiliki kapasitas yang cukup besar untuk mengakumulasi karbon karena waktu pergantian komponennya yang relatif lambat dan lama. Selain itu, lamun dapat menimbun kelebihan produksi karbon di dalam sedimen yang tersimpan dalam kurun waktu ribuan tahun, misalnya oleh jenis *Posedonia oceanica* (Mateo *et al.*, 1997), sehingga peran lamun sebagai penyimpan karbon secara proporsional menjadi lebih signifikan dan menjadikan lamun sebagai salah satu ekosistem dengan karbon terkaya di biosfer (Duarte *et al.*, 2011).

Padang lamun memiliki peran penting dalam mengurangi emisi karbon pada atmosfer dan laut. Namun, aktivitas antropogenik di daerah pesisir

memberikan tekanan lingkungan kepada ekosistem lamun, salah satunya adalah kegiatan pariwisata. Kegiatan ini menimbulkan kerusakan fisik dan limbah. Akibatnya, kerapatan lamun menjadi berkurang dan kemampuan ekosistem lamun dalam menyerap karbon juga menurun (Feryatun *et al.*, 2012). Kemampuan padang lamun dalam mengurangi emisi CO₂ dapat diketahui dengan menghitung potensi cadangan karbon ekosistem lamun. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan serapan karbon pada substrat dasar padang lamun di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli - Desember 2022. Berlokasi di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Analisa sampel substrat telah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Pengukuran kualitas perairan dilakukan langsung di lapangan. Peta lokasi penelitian dapat di lihat pada Gambar 1 di bawah ini :

Jenis dan Sumber Data

Dalam penelitian ini menggunakan metode secara langsung di lapangan untuk melakukan pengamatan, pengukuran dan pengambilan data. Ada dua jenis data yang dibutuhkan mencakup data primer dan sekunder, sebagai berikut :

1. Data primer adalah data yang dibuat oleh penulis dengan maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh penulis langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan.
2. Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan dari sumber lain yang telah ada.

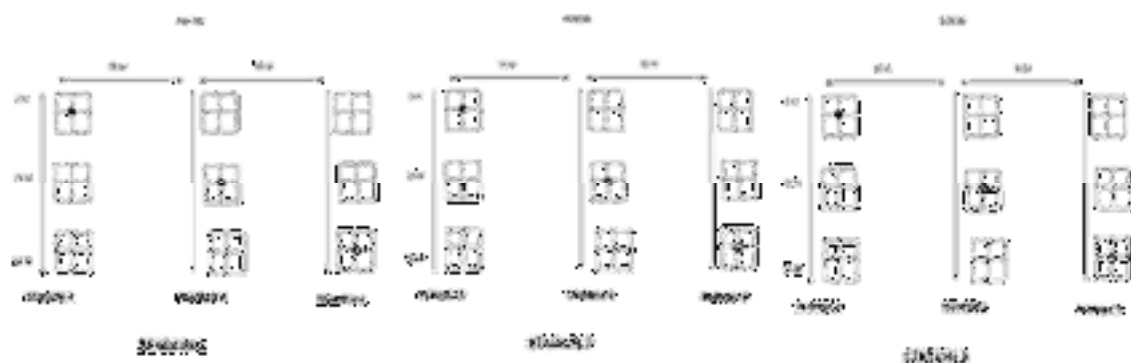
Metode Pengumpulan Data

Pengambilan data pada penelitian ini menggunakan Metode Observasi Lapangan (pengamatan); melakukan pengukuran data lapangan untuk memperoleh data penutupan ekosistem lamun dan serapan karbon pada substrat dasar ekosistem lamun

Pengambilan sampel data ekosistem lamun dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadran (tegak lurus garis pantai) yang dimodifikasi dari metode *Seagrass Watch*. Metode transek kuadrat, terdiri dari transek dan frame berbentuk kuadran, pengambilan data tutupan dimulai pada saat surut terendah.

Pengambilan contoh substrat menggunakan beberapa alat dan bahan yang telah disiapkan. Berikut titik pengambilan sampel substrat dapat dilihat pada gambar 2.

Pengambilan contoh substrat dilakukan dengan 3 plot pada setiap stasiun, dan masing-masing plot terdiri dari 3 titik pengambilan sampel permukaan dengan 3 kedalaman yaitu 0-10 cm, 11-20 cm, dan 21-30 cm. Pengambilan titik sampel substrat dan sampel substrat utuh dilakukan dengan menggunakan Ring Soil Sampler (pipa paralon) dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 sebagai berikut;



Gambar 2. Titik Pengambilan Sampel



Gambar 3. Metode Pengambilan Sampel

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a) Analisis Tutupan Lamun

Menurut Panduan COREMAP-CTI, Untuk menghitung nilai penutupan lamun pada satu stasiun menggunakan rumus :

Rata-Rata Penutupan Lamun per Stasiun

$$(\%) : \frac{\text{Jumlah penutupan lamun seluruh transek}}{\text{Jumlah kuadrat seluruh transek}}$$

Hasil rata-rata tutupan lamun dimasukkan kedalam empat kategori yaitu seperti pada tabel 2

Tabel 2. Kategori Penutupan Lamun

Kategori	Penilaian Penutupan
0 – 25	Jarang
26 – 50	Sedang
51 – 75	Padat
76 – 100	Sangat padat

Sumber : Panduan Monitoring COREMAP CTI

b) Kandungan Karbon, Stok Karbon, dan Kemampuan Serapan Gas CO₂ per Hektar

1. Analisis Bobot Isi Substrat

Bobot isi substrat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bobot Isi (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{BKTO}}{\text{Volume}}$$

Keterangan:

BKTO : Berat Kering Tanah Oven (gram)

Volume : Volume Tabung (cm)

2. Kandungan Karbon Organik Tanah

Menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011) yaitu:

$$Ct = Kd \times p \times \% C \text{ Organik}$$

Keterangan:

Ct :Kandungan karbon organik tanah (g/cm²).

Kd : Kedalaman contoh tanah (cm).

p : Kerapatan lindak (*bulk density*) (g/cm³).

% C organik : Nilai persentase kandungan karbon (0,47 atau

menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium).

3. Cadangan Karbon Organik Tanah per Hektar

Menggunakan rumus yang mengacu pada Badan Standardisasi Nasional (2011)⁵, yaitu:

$$\text{Cad. C tanah per Hektar} = C_t \times 100$$

Keterangan:

Cad. C tanah per Hektar : Kandungan organik per hektar (ton/ha).

C_t : Kandungan karbon organik tanah (g/cm^2).

100 : Faktor konversi dari g/cm^2 ke ton/ha.

5. Serapan Gas Karbon dioksida (CO_2) per Hektar

Perhitungan gas CO_2 per hektar menggunakan rumus yang merujuk pada Bismark *et al.* (2008) yaitu:

$$S \text{ CO}_2 \text{ per Hektar} = \frac{S \text{ CO}_2}{1000} \times \frac{10000}{L \text{ Plot}}$$

Keterangan:

$S \text{ CO}_2$ per Hektar : Serapan gas CO_2 per hektar ($\text{kg CO}_2 / \text{ha}$).

$S \text{ CO}_2$: Kandungan karbon pada masing-masing *carbon pool* (kg/m^2).

$L \text{ plot}$: Luas plot pada masing-masing *carbon pool* (m^2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penutupan Lamun di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar

Pengamatan Padang Lamun di Pulau Barrang Lompo dilakukan pada 3 Stasiun pengamatan meliputi data persentase penutupan dan dominansi jenis lamun. Jenis lamun yang ditemukan pada semua lokasi monitoring di Pulau Barrang Lompo ada enam jenis, yaitu *T.hemprichii*, *C.*

4. Serapan Gas Karbondioksida (CO_2)

Menggunakan rumus yang mengacu pada Bismark *et al.* (2008)⁶ dalam Oktaviana *et al.* (2017)¹⁹ yaitu:

$$S \text{ CO}_2 = \frac{Mr \text{ CO}_2}{Ar \text{ C}} \times Kc$$

Keterangan:

$S \text{ CO}_2$: Serapan gas karbon dioksida (kg/m^2)

$Mr \text{ CO}_2$: Berat molekul relatif (44)

$Ar \text{ C}$: Massa atom relatif (12)

Kc : Kandungan karbon (kg/m^2)

rotundata, *E. Acoroides*, *H. uninervis*, *H. ovalis* dan *S. isoetifolium*. Jenis lamun yang paling mendominasi di setiap stasiun yaitu *T. hemprichii*, *C. rotundata*, dan *E. Acoroides*.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di Pulau Barrang Lompo, Penutupan tertinggi berada pada Stasiun 1 sebesar 50,81% yang dimana setiap stasiun dilakukan 3x pengamatan, kemudian pada Stasiun 2 sebesar 42,93% dan pada Stasiun 3 sebesar 17,41%. Rata-rata total pada setiap Stasiunnya adalah 37,05%. Berdasarkan Tabel 2, Kategori penutupan Lamun di Pulau Barrang Lompo termasuk dalam kategori sedang.

Penutupan vegetasi lamun merupakan gambaran dari peran ekologi yang dapat dimainkan oleh ekosistem padang lamun. Penutupan vegetasi lamun sangat ditentukan oleh kepadatan dan jenis lamun dominan. Spesies lamun yang

memiliki permukaan daun yang lebar seperti *E. acoroides*, meskipun kerapatannya rendah namun memberikan penutupan yang cukup tinggi. Sebaliknya, jenis dengan luas permukaan daun yang kecil seperti *S. isoetifolium* meskipun memiliki kerapatan individu yang tinggi namun dapat saja menghasilkan penutupan yang rendah.

Penutupan vegetasi lamun yang tinggi akan menghasilkan serasah daun yang tinggi yang selanjutnya berpengaruh terhadap siklus nutrien yang tinggi dalam ekosistem. Selain itu penutupan yang tinggi juga bisa menyediakan tempat yang lebih luas bagi organisme penempel (*epifit*) maupun organisme lain yang menjadikan padang lamun sebagai daerah asuhan, daerah mencari makan, daerah pemijahan dan sebagainya. Penutupan

vegetasi lamun pada setiap stasiun dan substasiun pengamatan menunjukkan adanya keragaman. Hal ini selain disebabkan oleh perbedaan sebaran spesies pada setiap stasiun maupun substasiun dan juga oleh perbedaan sebaran kerapatan jenis lamun pada setiap stasiun/substasiun. Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan oleh banyak faktor di antaranya yaitu topografi pantai dan aktivitas manusia/penduduk pada setiap sisi pulau.

Kemampuan Serapan Gas CO₂ Per Hektar pada Substrat Dasar Lamun

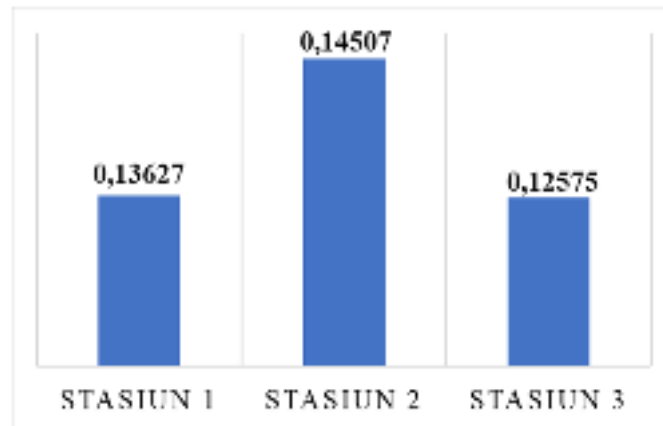
Besarnya nilai kandungan karbon, cadangan karbon, dan kemampuan serapan gas CO₂ per hektar substrat dasar mangrove dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Total dan Rata-rata Serapan Gas CO₂ (ton CO₂/ha) Berdasarkan Plot dan Kedalaman

Kedalaman Permukaan	Stasiun			Total	$\bar{X}$
	I	II	III		
0-10 cm	0,022	0,021	0,022	0,064	0,021
11-20 cm	0,045	0,048	0,043	0,137	0,046
21-30 cm	0,070	0,076	0,060	0,206	0,069
Total	0,136	0,145	0,126		
$\bar{X}$	0,045	0,048	0,042		

Berdasarkan Tabel 3, total serapan gas CO₂ yang paling besar berdasarkan stasiun ditemukan pada stasiun 2 yaitu 0.145 ton CO₂/ha dengan rata-rata 0.0,048

ton CO₂/ha. Terdapat hubungan antara stasiun dengan serapan gas CO₂ pada substrat dasar mangrove dapat dilihat pada Gambar 4.

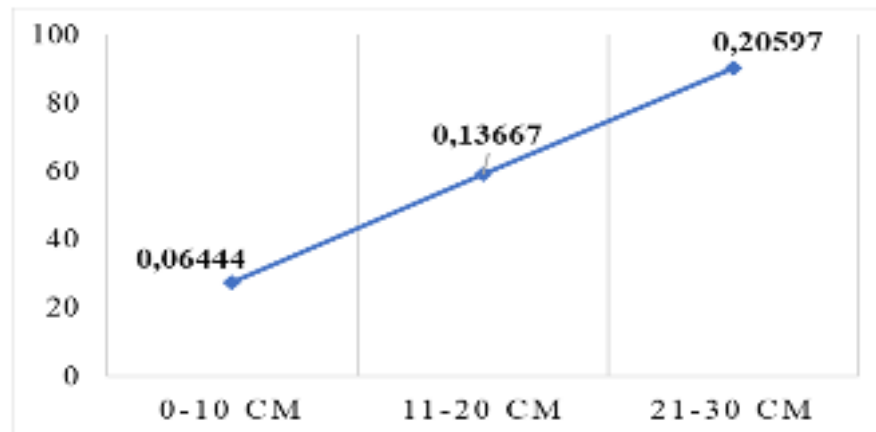


Gambar 4. Grafik hubungan antara plot dengan total serapan gas CO₂

Berdasarkan Gambar 4, maka terlihat bahwa total serapan gas CO₂ tertinggi terdapat di stasiun 2 yang merupakan stasiun dengan sebaran lamun padat dikarenakan kurangnya aktifitas masyarakat. Sehingga ekosistem lamun di sana bertumbu dengan baik dan dekat dari rumah warga sekitar.

Ekosistem lamun dapat menyimpan sebanyak 83.000 metrik ton karbon dalam setiap kilometer persegi dan mengendapkannya dalam jaringan bagian lamun atau sedimen dalam waktu yang cukup lama, sehingga keberadaan lamun di bumi sangat diperlukan sebagai jasa dalam penyerapan karbon (Ganefiani *et al.*, 2019). Dengan demikian, padang lamun dapat berperan sebagai reservoir karbon di lautan (*carbon sink*) atau dikenal dengan istilah karbon biru (*blue carbon*). Total serapan gas CO₂ pada substrat hasil penelitian sebanyak 0,044 ton CO₂/ha, dan luas Ekosistem Lamun Pulau Barrang Lompo adalah 58,85 Ha

maka banyaknya CO₂ yang dapat diserap dalam satu kawasan tersebut adalah 2,589 ton CO₂/ha. Berikut terdapat hubungan antara stasiun dengan Serapan Gas CO₂ (ton CO₂/ha) pada substrat dasar lamun (Gambar 4). Hal ini juga sesuai dengan Duarte *et al.*, (2005) yang menyatakan bahwa, Lamun merupakan satu-satunya tumbuhan tingkat tinggi yang mampu hidup terendam di bawah permukaan air laut. Padang lamun sebagai penyusun ekosistem pesisir memiliki kemampuan untuk menyimpan karbon (*carbon storage*). Ekosistem lamun dapat menyimpan stok karbon dalam jumlah besar karena didukung oleh kondisi substrat yang jenuh dengan air dan juga kemampuan lamun dalam menangkap sedimen. Berikut terdapat hubungan antara stasiun dengan serapan gas CO₂ pada substrat dasar lamun. Berikut terdapat hubungan antara kedalaman dengan Cadangan Karbon (ton CO₂/ha) pada substrat dasar lamun (Gambar 5).



Gambar 5 Grafik Hubungan antara Kedalaman dengan Total Serapan Gas CO2

Berdasarkan hasil penelitian total Serapan Karbon (ton CO₂/ha) pada kedalaman 0-10 cm sebesar 0,06444 ton CO₂/ha, kemudian pada kedalaman 11-20 total Serapan Karbon sebesar 0,13667 ton CO₂/ha dan pada kedalaman 21-30 cm Serapan Karbon sebesar 0,20597 ton CO₂/ha. Penyerapan karbon sangat dipengaruhi oleh besaran butiran substrat, karena semakin besar butiran substrat akan menurunkan kemampuan substrat tersebut mengikat karbon, hal ini sesuai pernyataan yang di sampaikan oleh (Lestari *et al.*,2020)

Biomassa lamun yang terletak pada bagian bawah substrat memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan biomassa lamun yang terletak pada atas substrat. Hal tersebut tentu berdampak terhadap kandungan karbon pada tubuh lamun bagian bawah yang cenderung memiliki nilai lebih besar. Hasil penelitian Indriani *et al.* (2017) memperoleh hasil yang sama bahwa nilai biomassa bawah substrat lebih

besar dari pada nilai biomassa atas substrat. Penelitian yang dilakukan Nugraha *et al.* (2019a) menjelaskan bahwasanya biomassa lamun yang ber ada pada bagian bawah substrat memiliki kandungan bahan organik yang lebih tinggi dan lebih padat dibandingkan dengan bahan organik pada tubuh lamun bagian atas.

Perbandingan antara penutupan lamun dan karbon dari hasil penelitian di Pulau Barrang Lompo menunjukkan bahwa karbon tertinggi terdapat pada Stasiun 2, hal itu disebabkan oleh tingginya jenis *E. Acroides* pada stasiun tersebut, Lamun yang berukuran besar memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menyimpan karbon pada lapisan sedimen yang lebih dalam dibanding lamun yang berukuran kecil sehingga pada padang lamun yang mayoritas ditumbuhi spesies berukuran besar cenderung memiliki sedimen dengan kandungan organik tinggi. (Pandleton *et*

al., 2012). Berdasarkan Karakteristik substrat pada table 4, Kandungan tertinggi pada lamun terdapat pada kedalaman 21 – 30 hal tersebut disebabkan oleh karakteristik sedimen yaitu pasir bercampur komposisi lamun, hal tersebut dibuktikan oleh Hartati *et al.* (2017) menyatakan bahwa rhizome mengandung banyak bahan organik dimana zat tersebut didistribusikan dari proses mekanisme fotosintesis yang terjadi di bagian daun lalu diserap dan disimpan pada bagian bawah substrat, sehingga biomassa pada rhizome lebih tinggi dibandingkan jaringan lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukan bahwa 1) Penutupan padang lamun di Pulau Barrang Lompo termasuk kategori sedang dengan nilai penutupan rata – rata 37,05%. 2) Total kandungan karbon organik pada substrat yang terkandung dalam satu kawasan tersebut adalah 0,044 ton/ha, dan Total serapan gas CO₂ substrat dalam satu kawasan tersebut adalah 2,589 ton CO₂/ha CO₂/ha.

SARAN-SARAN

Diharapkan adanya penelitian lanjutan mengenai potensi karbon pada tiap spesies dan potensi nilai Nitrogen (N) dan Fosfor (P) substrat lamun yang

terdapat di Pulau Barrang Lompo Kota Makassar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muslim Indonesia atas izin dan dukungan sarana dan prasarana sehingga penelitian ini dapat dijalankan dengan sebaik-baiknya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2011. SNI 7724 – Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Badan Standardisasi Nasional.(Tidak diterbitkan).
- Beer S, Bjork M, Hellblom F, Axelsson L. 2002. Inorganic carbon utilization in marine angiosperms (seagrass). *Funct Plant Biol.* 29:349-354.
- Bismark, M., Subiandono, E., dan Heriyanto, N.M. 2008. Keragaman dan Potensi Jenis serta Kandungan Karbon Hutan Mangrove di Sungai Subelen Siberut, Sumatera Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi*, 5 (3) : 297-306.
- COREMAP CTI LIPI.2014.Pabduab Monitoring Padang Lamun: Jakarta.
- Duarte, C., J. Middelburg, & N. Caraco. 2005. Majore role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2: 1-8. <https://doi.org/10.5194/bg-2-1-2005>

- Duarte, C. M., H. Kennedy, N. Marbà & I. Hendriks. 2011. Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: Current limitations and future strategies. *Ocean & Coastal Management*, 30: 1-7.
- Feryatun, F., Hendrarto, B., & Widyorini, N.(2012). Kerapatan dan Distribusi Lamun (seagrass) Berdasarkan Zona Kegiatan yang Berbeda di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu *Journal of Management of Aquatic Resources*, 1-7.
- Ganefiani, A., Suryanti, S., & 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
- Hartati, R., I. Pratikto, & T.N. Pratiwi. 2017. Biomassa dan estimasi simpanan karbon pada ekosistem padang lamun di Pulau Menjangan Kecil dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina*, 6(1): 74-81. <https://doi.org/10.14710/buloma.v6i1.15746>
- Indriani, A.J. Wahyudi, & D. Yona. 2017. Cadangan karbon di area padang lamun pesisir Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Oseanologi dan Limnologi Indonesia*, 2(3): 1-11. <https://doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.99>
- Larkum, A. W. D.; R. J. Orth & C. M. Duarte, 2006, *Seagrasses: Biology, Ecology, and Conservation*, Springer
- Lestari, K. I. V., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. 2020, Estimasi Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Karang Sewu, Gilimanuk, Bali.
- Mateo, M.A., J. Romero, M. Pérez, M.M. Littler & D.S. Littler. 1997. *Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass Posidonia oceanica*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 44: 103-110.
- Nelleman, C., E. Corcoran, C.M. Duarte, L. Valdes, C. DeYoung, L. Fonseca & Grimsditch, 2009, *Blue Carbon : A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme*, Birkeland Trykkeri AS.
- Pendleton, L., D.C Donato, B.C. Murray, et al. 2012. Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *J. Plus One*, 7(9):1-7. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>.