

## Serapan Karbon Pada Lamun Di Perairan Pantai Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara

(Carbon Absorption in Seagrasses in Tongkaina Coastal Waters, Bunaken District, Manado City, North Sulawesi)

Dilivia Jelstika Namoua<sup>1</sup>, Adnan S. Wantasen<sup>2\*</sup>, Khristin I. F. Kondoy<sup>2</sup>, Rene Ch. Kepel<sup>2</sup>, Febry S. I. Menajang<sup>2</sup>, Wilmy Pelle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

<sup>2</sup>Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Jl. Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115 Sulawesi Utara, Indonesia

\*Corresponding author: [darusparansa@unsrat.ac.id](mailto:darusparansa@unsrat.ac.id)

### Abstract

This study was conducted to determine the types of seagrasses and calculate biomass and calculate how much carbon absorption in seagrasses was found in the location of Tongkaina Beach, Bunaken District, Manado City, North Sulawesi. The sampling procedure in the field is the method of cruising surveys. A cruising survey is a sample collection method that is carried out by walking through the coastal area of all seagrasses found. After the sampling at the site is completed, the sample in the inventory is then photographed. The samples that have been obtained are analyzed in the laboratory using the *loss on ignition* (LOI) method. The results of the study on Tongkaina coastal waters covering an area of 25,000 meters with a coastal length of  $\pm 500$  meters, in an area parallel to the coastline as wide as  $\pm 50$  meters towards the sea and six types of seagrasses were obtained, namely: *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis*, and *Halodule pinifolia*. The biomass in seagrasses found had an average value of 78.10% with the highest individual seagrass biomass found in seagrass type *Enhalus acoroides* with a biomass value of 87.23grams of dry weight (gbk)/individual and the lowest type of seagrass individual biomass value was found in seagrass type seagrass *with a* biomass value of 66.67grams of dry weight (gbk)/individual. The total carbon content calculated in the entire seagrass obtained was 46,0941gC

Keywords: Tongkaina Beach; seagrasses; biomass; carbon absorption

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui jenis-jenis lamun dan menghitung biomassa serta menghitung berapa serapan karbon pada lamun yang ditemukan dilokasi Perairan Pantai Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. Prosedur pengambilan sampel di lapangan menggunakan metode survei jelajah. Survei jelajah adalah metode pengumpulan sampel yang di lakukan dengan cara menyusuri daerah pantai terhadap semua lamun yang ditemukan. Setelah pengambilan sampel di lokasi selesai, sampel di inventarisir kemudian difoto. Sampel yang telah diperoleh dianalisa di laboratorium dengan menggunakan metode *loss on ignition* (LOI). Hasil penelitian pada perairan pantai Tongkaina seluas 25.000 meter dengan panjang pantai  $\pm 500$  meter sejajar garis pantai dan lebar  $\pm 50$  meter ke arah laut. Ditemukan enam jenis lamun yaitu: *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *Halodule uninervis* dan *Halodule pinifolia*. Biomassa pada lamun yang ditemukan memiliki nilai rata-rata 78,53% dengan biomassa individu lamun tertinggi terdapat pada lamun jenis *Enhalus acoroides* dengan nilai biomassa mencapai 87,23gram berat kering (gbk)/individu dan nilai biomassa individu jenis lamun terendah terdapat pada lamun jenis *Syringodium isoetifolium* dengan nilai biomassa 66,67gram berat kering (gbk)/individu. Untuk total kandungan karbon yang dihitung pada keseluruhan lamun yang didapat sebesar 46,0941gC.

Kata kunci: Pantai Tongkaina; Lamun; biomasa, serapan carbon

### PENDAHULUAN

Pemanasan global atau *global warming* telah menjadi permasalahan yang

banyak diperbincangkan saat ini. hal ini disebabkan oleh aktivitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil, produksi

semen dan alih fungsi lahan. Penyumbang pemanasan global yaitu Gas Rumah Kaca (GRK) yang terdiri dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), Metana (CH<sub>4</sub>), Nitrogen oksida dan gas *Chlorofluorocarbon* (CFC) (Romadoni, 2021). Laut memiliki peranan penting terhadap siklus karbon melalui proses fotosintesis sehingga perlu adanya pemanfaatan vegetasi laut untuk mengurangi dampak pemanasan global. UNEP, FAO dan UNESCO pada tahun 2009 memperkenalkan konsep blue karbon yaitu menekankan bahwa laut dan pesisir merupakan aset penting yang punya potensi besar dalam mengurangi emisi di lingkungan. Salah satu sumber daya lautan yang cukup memiliki potensi sebagai penyimpan gas CO<sub>2</sub> adalah vegetasi lamun (Romadoni, 2021).

Lautan dan ekosistem pesisir penyerap CO<sub>2</sub> alami (natural CO<sub>2</sub> sink) terbesar di bumi. Peran ini dikontrol oleh dua proses utama yaitu pompa solubilitas (solubility pump) dan pompa biologi (biological pump). Siklus karbon yang terjadi di laut diketahui mampu menyerap sekitar 55% karbon di atmosfer. Hal ini menunjukkan efisiensi tumbuhan laut sebagai carbon sinks. Kemampuan ekosistem pesisir yang sangat besar diyakini mampu menjadi gardu penyeimbang bersama dengan hutan tropis (green karbon) untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer (Larkum *et al.*, 2006)

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).

Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang kemudian disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar. Biomassa lamun dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan

dan perkembangan vegetasi. Karbon yang diserap melalui proses fotosintesis berasal dari atmosfer yang kemudian terlarut di laut dan disimpan dalam bentuk Dissolved Inorganic Carbon (Nabil *et al.*, 2018).

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penyimpanan karbon pada lamun di Perairan Pantai Tongkaina Kecamatan Bunaken kota Manado Provinsi Sulawesi Utara. Data dan informasi pada penelitian ini diharapkan juga dapat dipergunakan sebagai data pendukung bagi penelitian selanjutnya dalam konservasi serta rehabilitasi pada ekosistem lamun.

### METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Perairan Pantai Tongkaina Kecamatan Bunaken Kota Manado Provinsi Sulawesi Utara (Gambar 1) dan Laboratorium Terpadu Universitas Sam Ratulangi Manado. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode survey jelajah. Survey jelajah adalah metode pengumpulan sampel yang dilakukan dengan cara menyusuri daerah pantai terhadap semua lamun yang ditemukan. Luasan dari lokasi kegiatan pengambilan sampel ini dibatasi, yaitu panjang ± 500 meter sejajar garis pantai dan lebar ± 50 meter ke arah laut.

#### Penanganan Sampel di Lokasi

Tahapan yang dilakukan untuk pengambilan dan penanganan sampel lamun adalah sebagai berikut :

- a) Pengambilan sampel dilakukan pada saat kondisi perairan berada di fase bulan mati, dimana air mengalami surut terendah dan tidak bergelombang agar pada saat pengambilan sampel tidak ada hambatan.
- b) Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode survei jelajah.
- c) Sampel lamun diambil menggunakan alat sekop, dimana lamun dicabut utuh sampai dengan rhizoma dan akarnya.
- d) Setelah sampel diperoleh, sampel dibersihkan atau dipisahkan dari pasir dan lumpur yang menempel pada akar lamun dan dimasukkan ke dalam plastik sampel sesuai label yang sudah

diberikan, sampel yang sudah diberikan label dimasukkan kedalam cool box yang sudah diisi dengan es batu agar bertahan dan kemudian dibawa ke rumah untuk diinventarisir.

- e) Pada saat menginventarisir sampel, pertama-tama kita siapkan styrofoam untuk meletakkan sampel setelah itu siapkan mistar untuk mengukur sampel (akar, batang dan daun). Siapkan kamera untuk mengambil foto sampel, kemudian menginventarisir sampel yang sudah difoto menggunakan pedoman jurnal dari, Azkab (1999).

### Analisis data

Setelah pengambilan sampel di lokasi selesai, sampel yang telah diperoleh dianalisa di laboratorium dengan menggunakan metode loss on ignition (LOI). Pada prinsipnya metode ini adalah untuk 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 tertentu 450-550°C selama 4 sampai 8 jam (Rustam, et al. 2019). Rumus yang digunakan untuk mengukur biomassa spesies, karbon jaringan dalam lamun, total stok karbon di padang lamun, dan estimasi simpanan karbon menggunakan tahapan seperti dibawah ini :

### Tahapan penanganan sampel:

- Sebelum dibakar dalam tungku, sampel dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, ditimbang beratnya (A gram), kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100-105<sup>0</sup> C selama 12-24 jam (untuk menghilangkan kandungan air dalam sampel). Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang beratnya (B gram). Sampel dalam kondisi ini dapat disebut sampel mentah yang dapat digunakan untuk analisis konsentrasi karbon.
- Sampel dihomogenasi dengan cara dihaluskan dalam mortar/blender sampai halus dan ukuran partikel menjadi sama.
- Dihitung biomasanya menggunakan rumus:

Kadar air %

$$= \frac{B-C}{B-A} \times 100\%$$

(Kusumaningrum *et al.*, 2013).

Keterangan :

A = Berat awal cawan

B = Berat awal cawan + Sampel

C = Berat Akhir cawan + Sampel

- Cawan porselen dipanaskan di dalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit.
- Cawan porselen yang telah dipijarkan kemudian didinginkan, ditimbang dan dicatat beratnya (C gram).
- Sampel yang telah dikeringkan dan dihomogenasi dimasukkan sebanyak ±1gram ke dalam cawan porselen, kemudian dicatat bobotnya (D gram).
- Sampel dalam cawan porselen dimasukkan ke dalam tanur, dan dipijarkan pada suhu 450 – 550°C selama ± 4 jam.
- Sampel dalam cawan porselen didinginkan di dalam desikator dan kemudian ditimbang (E gram).
- Dihitung menggunakan rumus Karbon Jaringan Lamun (Helrich, 1990) *dalam Hartati et al.*,2017).

Kadar Bahan Organik (%)

$$= \frac{[(D-C)-(E-C)]}{D-C} \times 100\%$$

Keterangan:

C  $\implies$  Bobot Cawan Porselen Kosong (gram)

D  $\implies$  Bobot Cawan Porselen + Berat Kering Lamun (gram)

E  $\implies$  Bobot Cawan Porselen + Berat Abu Lamun (gram)

Sesudah diketahui nilai kandungan bahan organik, kemudian menghitung persamaan kandungan karbon dengan rumus (Helrich, 1990 *dalam Hartati, et al.*,2017)

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

Keterangan : 1,724 = Konstanta Nilai Bahan Organik.

Nilai hasil kandungan karbon tersebut kemudian dirata-rata sebagai nilai kandungan karbon jaringan lamun.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil penelitian didapatkan 6 spesies lamun dari 60 individu yang diambil di perairan Pantai Tongkaina kecamatan Bunaken kota Manado Provinsi Sulawesi Utara, spesies lamun tersebut yaitu : *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*. Menurut Supriadi (2014) dalam (Romadoni, 2021) bahwa biomassa merupakan total jumlah materi hidup diatas permukaan suatu tanaman atau pohon dan pada beberapa jenis tanaman, biomassa dapat dihitung melalui berat kering tanaman tersebut.

**Biomasa**

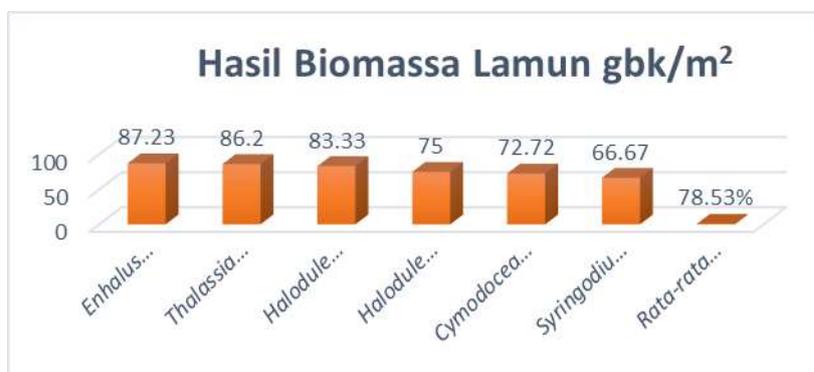
Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan menunjukkan bahwa total nilai biomassa individu lamun tertinggi terdapat pada lamun jenis *Enhalus acoroides* yaitu mencapai 87,23 gram berat kering (gbk)/individu. Kemudian nilai *Thalassia hemprichii* yaitu dengan nilai biomassa mencapai 86,2 gram berat kering

(gbk)/individu., *Halodule uninervis* memiliki nilai biomassa 83,33 gram berat kering (gbk)/individu, pada lamun jenis *Halodule pinifolia* memiliki nilai biomassa 75 gram berat kering (gbk)/individu, lamun jenis *Cymodocea rotundata* memiliki nilai biomassa 72,72 berat kering (gbk)/individu dan nilai biomassa individu jenis lamun terendah terdapat pada lamun jenis *Syringodium isoetifolium* dengan nilai biomassa 66,67 gram berat kering (gbk)/individu. Lamun jenis *Syringodium isoetifolium* merupakan jenis pembuka (pionir) dengan ukuran morfologi lebih kecil dibandingkan dengan jenis lamun lainnya (Gambar 2).

Terdapat perbedaan yang nyata antara simpanan karbon perberat kering *Thalassia hemprichii* terhadap *Syringodium isoetifolium* maupun sebaliknya. Rata-rata simpanan karbon perberat kering dari spesies lainnya tidak memberikan perbedaan yang nyata baik terhadap *Thalassia hemprichii* maupun terhadap *Syringodium isoetifolium*. Perbedaan yang signifikan ini diduga akibat perbedaan morfologi yang besar antara lamun

*Thalassia hemprichii* yang memiliki daun yang lebar dan rizoma yang tebal dengan lamun *Syringodium isoetifolium* yang

memiliki daun yang tipis dan rizoma yang kecil (Gunawan *et al.*,2019).



Gambar 2. Hasil perhitungan Biomassa Lamun

### Kandungan Bahan Organik

Lamun dapat menyerap CO<sub>2</sub>, sehingga dapat menghasilkan C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> yang berfungsi sebagai energi bagi lamun dan lingkungan sekitar lamun. Penyerapan karbon dalam fotosintesis berkaitan dengan pertumbuhan atau peningkatan biomassa tumbuhan. Kandungan bahan organik pada lamun ini diduga di pengaruhi oleh kondisi perairan, gelombang dan kecepatan arus. Ketersediaan bahan organik di perairan dianggap penting karena dapat digunakan sebagai mitigasi perubahan iklim. Lamun memfiksasi sejumlah karbon organik dan sebagian besar memasuki rantai makanan, baik melalui pemangsaan langsung oleh herbivora maupun melalui dekomposisi sebagai serasah (Siagian *et al.*,2017). Perolehan nilai persentase kandungan bahan organik didapatkan dari hasil pengabuan sampel, nilai rata-rata kandungan bahan organik dapat dilihat pada Gambar 3.

Setelah dilakukan perhitungan kandungan bahan organik. Hasil nilai presentase kandungan bahan organik yang paling rendah dari jenis lamun yang ditemukan adalah *Cymodocea rotundata* 63,81%, dan *Syringodium isoetifolium* 74,6%, dan pada jenis lamun lainnya memiliki nilai presentase dengan kandungan bahan organik yang tinggi mulai dari lamun *Thalassia hemprichii* 80%, *Halodule pinifolia* 85,04%,

*uninervis* 86,06%, *Enhalus acoroides* 87,29%. Jika dirata-ratakan total kandungan bahan organik dari jenis lamun yang ditemukan di perairan pantai Tongkaina kecamatan Bunaken kota Manado adalah 79,4668%.

Pada penelitian ini bila dibandingkan dengan hasil penelitian oleh Irawan (2017) di Pulau Bintang yang memperoleh cadangan karbon yang lebih besar untuk spesies *Enhalus acoroides* yaitu 102,20 gC.m<sup>-2</sup> sedangkan pada hasil penelitian ini untuk spesies yang sama memiliki nilai kandungan karbon sebesar 50,632 gC.m<sup>-2</sup>. Nilai cadangan karbon untuk spesies *Cymodocea rotundata* oleh Tupan, *et al.* (2021) di Perairan Pantai Waai Pulau Ambon sebesar 5,96 gC.m<sup>-2</sup> lebih rendah dibanding dari hasil penelitian ini yaitu 37,012gC.m<sup>-2</sup> untuk spesies yang sama.

### Total Karbon pada lamun

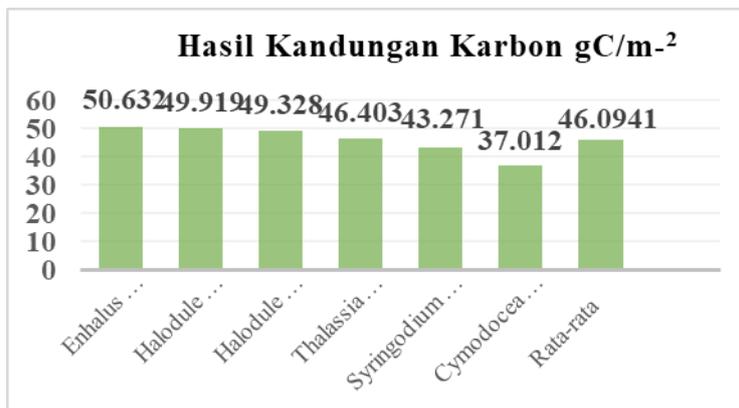
Berdasarkan perhitungan kandungan karbon dengan menggunakan metode (LOI) untuk hasil kandungan karbon yang dirata-ratakan dari keseluruhan lamun yang ditemukan di perairan pantai Tongkaina adalah 46,0941gC. Kandungan karbon lamun terbesar terdapat pada jenis lamun *E. acoroides* yang memiliki nilai kandungan karbon 50,632gC/m<sup>2</sup>, *H.uninervis* 49,919 gC/m<sup>2</sup>, *H. pinifolia* 49,328 gC/m<sup>2</sup>, *T. hemprichii* 46,403 gC/m<sup>2</sup>, *S. isoetifolium* 43,271 gC/m<sup>2</sup>, dan untuk kandungan karbon terkecil terdapat pada jenis lamun

*C.rotudata* 37,012gC/m<sup>2</sup>. Jenis substrat yang terdapat pada lokasi penelitian yang dilihat secara kasat mata tanpa alat ditemukan substrat berpasir, substrat pasir bercampur pecahan karang dan substrat

berlumpur. Dan untuk substrat yang paling dominan pada lokasi perairan adalah substrat pasir yang bercampur pecahan karang.



Gambar 3. Grafik nilai kandungan Bahan Organik



Gambar 4. Grafik Kandungan Karbon Pada Lamun.

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) bahwa besarnya kandungan karbon pada lamun terdapat pada substrat yang lebih kecil (halus) disebabkan oleh efek positif terhadap sistem penyerapan nutien, sebaliknya substrat yang lebih kasar akan menurunkan penyerapan nutrien pada lamun sehingga mempengaruhi besar kecilnya simpanan karbon yang terserap oleh lamun.

Jumlah stok karbon dari ekosistem lamun menunjukkan nilai banyaknya CO<sub>2</sub>

yang dapat diserap oleh ekosistem tersebut. Semakin besar nilai stok karbon dari suatu ekosistem akan semakin baik, karena memberikan kontribusi besar dalam proses mitigasi perubahan iklim. Ekosistem lamun memiliki kemampuan yang baik dalam menyimpan karbon. Ekosistem lamun dapat menyimpan karbon dalam waktu yang lebih lama dibandingkan ekosistem terestrial. Oleh karena itu, pengelolaan wilayah pesisir untuk menjaga ekosistem lamun sangat diperlukan, sehingga penyerapan CO<sub>2</sub> oleh ekosistem lamun dapat meningkat. Peningkatan penyerapan CO<sub>2</sub> dari atmosfer sangat diperlukan untuk mengurangi dampak pemanasan global (Gunawan et al.,2019).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Perairan pantai Tongkaina merupakan pantai terbuka dengan substrat berpasir, substrat pasir yang bercampur patahan karang dan substrat berlumpur. Dan dari hasil penelitian, diambil 60 individu lamun dari luasan daerah 25.000 m dengan lebar 50 m kearah laut dikali panjang 500 m sejajar garis pantai. Dari 60 individu lamun yang diambil dan diinventarisir ditemukan 6 spesies lamun yaitu : *Enhalus acoroides*, *Syringodium isoetifolium*, *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis* yang ada diperairan tersebut. Jenis lamun yang paling dominan di padang lamun yaitu 2 jenis lamun. Kedua jenis lamun tersebut adalah lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Banyak juga biota-biota laut yang hidup di perairan tersebut seperti ikan, bintang laut, kepiting, dan lain-lain.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan pada Perairan Pantai Tongkaina menunjukkan bahwa total nilai biomassa individu lamun tertinggi terdapat pada lamun jenis *Enhalus acoroides* yaitu dengan nilai biomassa mencapai 87,23 gram berat kering (gbk)/individu dan untuk nilai biomassa terendah terdapat pada lamun jenis *Syringodium isoetifolium* dengan biomassa 66,67gram berat kering (gbk)/individu.

Kandungan bahan organik dan kandungan karbon yang didapat pada lamun dilokasi penelitian memiliki kandungan bahan organik yang berbeda-beda mulai dari lamun *Enhalus acoroides* yang memiliki kandungan bahan organik 87,29%, *Halodule uninervis* 86,06%, *Halodule pinifolia* 85,04%, *Syringodium isoetifolium* 74,6%, *Thalassia hemprichii* 80%, *Cymodocea rotundata* 63,81% dan dari kandungan bahan organik disetiap lamun memiliki rata-rata 79,4668% dan kandungan karbon yang didapat pada lamun diperairan pantai Tongkaina kecamatan Bunaken kota Manado adalah 46,0941gC.

### Saran

Usaha meningkatkan kandungan karbon dan kandungan bahan organik pada perairan pantai Tongkaina kecamatan Bunaken kota Manado perlu menjaga ekosistem lamun pantai Tongkaina agar fungsi bioekologis sebagai penyimpan karbon lebih banyak, serta adanya penelitian berkelanjutan mengenai simpanan karbon, jenis-jenis lamun untuk mendapatkan data dan informasi berkelanjutan mengenai serapan karbon pada lamun.

### DAFTAR PUSTAKA

- Lestari, K. I. V., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. Estimasi Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Karang Sewu, Gilimanuk, Bali.
- 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.
- Gunawan, J. V., Parengkuan, M., & Zulpikar, F. (2019). Estimasi stok karbon pada biomassa lamun di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 4(2), 89-99.
- Hartati, R., Pratikto, I., & Pratiwi, T. N. (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.
- Irawan, A. (2017). Potensi cadangan dan serapan karbon oleh padang lamun di bagian utara dan timur Pulau Bintan. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 2(3), 35-48.
- Kusumaningrum, M., Kusrahayu, K., & Mulyani, S. (2013). Pengaruh berbagai filler (bahan pengisi) terhadap kadar air, rendemen dan sifat organoleptik (warna) chicken nugget. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 370-376.

- Larkum, A. W., Orth, R. J., & Duarte, C. M. (2006). Seagrasses: biology, ecology and conservation. *Phycologia*, 45(5), 5.
- Nabil, Z. (2018). Pengenalan Padang Lamun, Suatu Ekosistem yang Terlupakan. Unimal Press. Sulawesi.
- Romadoni, N. V. (2021). *Biomassa dan estimasi simpanan karbon ekosistem lamun di perairan pantai tunggul kecamatan paciran kabupaten lamongan* (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Rustam, Agustin. Susetyo, Novi, A., Daulat, August., Kiswara, Wawan., Suhernawan, Deny. Yusup., Rappe, Rohani Ambo. (2019). Pedoman pengukuran karbon di ekosistem padang lamun. Bandung
- Siagian, Y., Zulkifli, Z., & Efriyeldi, E. (2017). *C-organic Content in the Seagrass Leaf on Different Kinds seagrass of Island Poncan in Sibolga, North Sumatera Province* (Doctoral dissertation, Riau University).