

## Estimasi Stok Karbon Pada Ekosistem Lamun Di Perairan Utara Papua (Studi Kasus : Pulau Liki, Pulau Befondi Dan Pulau Meossu)

Aditya Hikmat Nugraha<sup>1\*</sup>, Ilham Antariksa Tasabaramo<sup>2</sup>, Udhi E. Hernawan<sup>3</sup>,  
Susi Rahmawati<sup>3</sup>, Risandi Dwirama Putra<sup>1</sup>, Fadhliyah Idris<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,  
Universitas Maritim Raja Ali Haji, Jl. Politeknik Senggarang. Tanjungpinang, 29111 Indonesia

<sup>2</sup>Univeristas Sembilanbelas November Kolaka

Jl. Pemuda, Taha, Kolaka, Sulawesi Tenggara 93561 Indonesia

<sup>3</sup>Pusat Penelitian Oseanografi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Jl. Pasir Putih No. 1, Ancol-Jakarta Utara

Email: adityahn@umrah.ac.id

### Abstract

#### **Estimation of Carbon Stocks in Seagrass Ecosystems in Northern Papua Waters (Case Study: Liki Island, Befondi Island and Meossu Island)**

One of the ecological functions of the seagrass ecosystem is the ability to absorb carbon coming from the atmosphere. The ability of seagrass to absorb carbon is carried out through photosynthesis. The absorbed carbon will then be stored in the form of seagrass biomass in the seagrass body. This study aims to estimate the carbon stock content stored in seagrass ecosystems in the Northern waters of Papua including on Liki Island, Befondi Island, and Meossu Island. The calculation of carbon stock is done by converting seagrass biomass using constants derived from representative values of seagrass carbon content in Indonesian waters. In general, based on the results obtained indicate that the biomass at the bellow ground of the seagrass is greater than the biomass at above ground the seagrass. The value of organic carbon content in seagrasses is influenced by seagrass biomass. The carbon stock content in the seagrass ecosystem in the study area is in the range of 18,04 – 419,46 gC/m<sup>2</sup>. Stations on Liki Island have generally higher carbon stocks compared to stations on other islands.

**Keywords :** biomass, carbon, seagrass, papua

### Abstrak

Salah satu fungsi ekologi dari ekosistem lamun yaitu memiliki kemampuan dalam menyerap karbon yang berasal dari atmosfer. Kemampuan lamun dalam menyerap karbon dilakukan melalui proses fotosintesis. Karbon yang terserap selanjutnya akan disimpan dalam bentuk biomassa lamun pada tubuh lamun. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kandungan stok karbon yang tersimpan pada ekosistem lamun di Perairan Utara Papua tepatnya di Pulau Liki, Pulau Befondi dan Pulau Meossu. Perhitungan stok karbon dilakukan dengan melakukan konversi biomassa lamun menggunakan konstanta yang berasal dari nilai representatif konsentrasi kandungan karbon pada lamun yang berada di Perairan Indonesia. Secara umum berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa biomassa pada bagian bawah lamun lebih besar dibandingkan dengan biomassa pada bagian atas lamun. Nilai kandungan karbon organik pada lamun dipengaruhi oleh biomassa lamun. Kandungan stok karbon pada ekosistem lamun di wilayah penelitian berada pada kisaran 18,04–419,46 gC/m<sup>2</sup>. Stasiun yang berada di Pulau Liki memiliki stok karbon yang umumnya lebih tinggi dibandingkan dengan stasiun yang berada di pulau lainnya.

**Kata kunci :** biomassa, karbon, lamun, Papua

## PENDAHULUAN

Ekosistem lamun merupakan salah satu penyusun wilayah perairan pesisir yang memiliki peran yang sangat penting. seperti tempat mencari makan bagi beberapa biota laut (*feeding ground*), tempat pengasuhan biota laut (*nursery ground*), sumber kehidupan bagi masyarakat pesisir dan fungsi ekologis lainnya yang tak kalah penting. Fungsi ekologis lain yang tidak kalah penting adalah kemampuan lamun dalam melakukan aktivitas fotosintesis yang berdampak kepada peran ekosistem lamun sebagai penyerap karbon yang berasal dari atmosfer. Saat ini diduga konsentrasi karbondioksida di atmosfer terus mengalami peningkatan. konsentrasi gas karbondioksida di atmosfer telah mencapai angka 407,4 ppm pada tahun 2018 (NOAA,2020).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, lamun mampu menyerap karbon 35 kali lebih cepat dibandingkan dengan hutan hujan tropis dan dapat mengikat karbon dalam waktu ribuan tahun (Nellman *et al.*,2009). Potensi penyerapan karbon terbesar oleh lamun terdapat pada tubuh lamun bagian bawah. Selain berasal dari organisme lamun sendiri, kemampuan penyerapan karbon juga didukung oleh kondisi substrat dasar yang jenuh dan kemampuan lamun dalam memperangkap sedimen (Duarte *et al.*, 2015). Hasil kajian mengatakan bahwa ekosistem lamun pada tingkat global mampu menyerap karbon hingga 165,6 MgC/ha (Fourqurean *et al.*,2012). Perairan pesisir di wilayah tropis memiliki peran penting dalam siklus karbon global dikarenakan memiliki produktivitas yang tinggi yang dihasilkan oleh ekosistem lamun, mangrove dan terumbu karang (Bouillon dan Connolly, 2009).

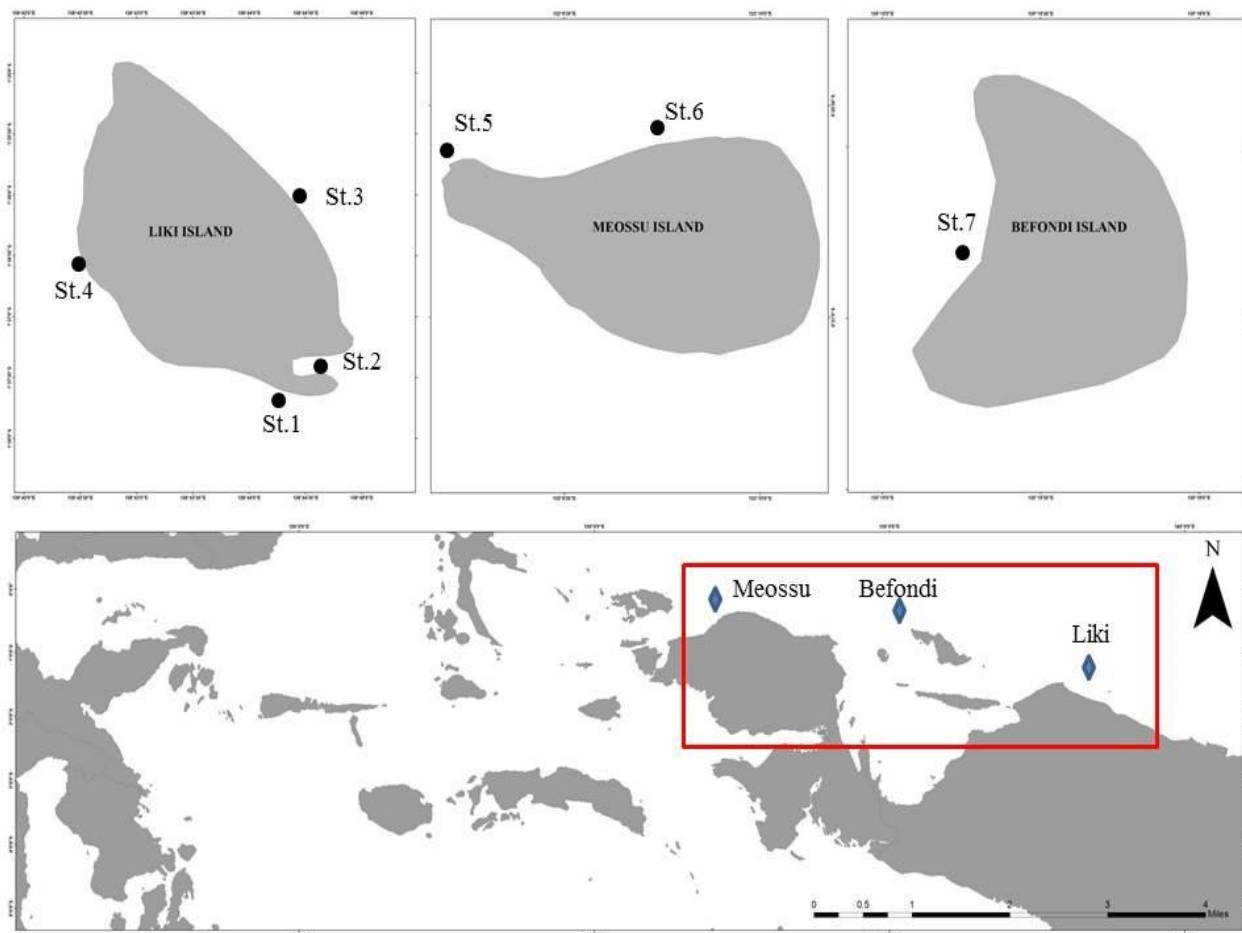
Keberadaan ekosistem pesisir menjadi kunci dalam melakukan regulasi siklus karbon. Diduga 25% produktivitas primer di lautan berasal dari ekosistem pesisir (Ribas-ribas *et al.*, 2011). Perairan utara Papua merupakan bagian dari perairan Indonesia yang termasuk ke dalam wilayah Samudera Pasifik bagian selatan. Kawasan tersebut diduga pusat keanekaragaman dan persebaran lamun, dimana terdapat 12 lamun yang

masih hidup di wilayah tersebut sampai saat ini (Short *et al* 2007).. Kondisi perairan yang umumnya dalam kondisi baik dikarenakan rendahnya dampak aktivitas manusia. Hal itu berdampak kepada kondisi ekosistem perairan yang ada di sekitarnya tak terkecuali ekosistem lamun, salah satu contohnya yaitu ekosistem lamun yang berada di perairan utara Papua yang memiliki tutupan lamun yang sehat terdapat di Perairan Pulau Liki (Nugraha *et al.*, 2019a)

Kondisi ekosistem yang baik tentu akan berdampak kepada jasa ekosistem yang dihasilkan, tidak terkecuali jasa ekosistem lamun dalam proses penyerapan karbon. Sampai saat ini masih sulit dalam penelusuran referensi terkait dengan stok karbon pada ekosistem lamun di perairan Papua. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan kajian terkait dengan estimasi stok karbon pada ekosistem lamun yang berada di Perairan Papua. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi stok karbon yang tersimpan pada ekosistem lamun di Perairan Utara Papua khususnya di Pulau Liki, Pulau Befondi dan Pulau Meossu.

## MATERI DAN METODE

Proses pengambilan data di lapangan dilakukan pada bulan November tahun 2018. Penelitian dilaksanakan di Perairan Utara Papua yang mencakup 8 stasiun pengamatan, tersebar di tiga pulau yaitu Pulau Liki, Pulau Meossu dan Pulau Befondi (Gambar 1). Penentuan lokasi penelitian mengacu kepada rute dari kegiatan Ekspedisi Nusa Manggala Leg II yang meliputi Pulau-pulau kecil terluar yang berada di Samudera Pasifik dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII. Penentuan stasiun di lokasi penelitian berdasarkan keterwakilan ekosistem lamun yang berada di Pulau tersebut. Pulau Liki terdapat 4 stasiun lamun, ekosistem lamun di Pulau Liki sangat mudah untuk dijumpai, area timur dan barat Pulau Liki dikelilingi oleh ekosistem lamun. Pulau Befondi hanya terdapat 1 stasiun, dikarenakan di Pulau Befondi sangat jarang ditemukan ekosistem lamun dan Pulau Meossu terdapat 3 stasiun, ekosistem lamun di Pulau Meossu tumbuh dengan subur dan mudah ditemukan.



**Gambar 1.** Peta lokasi penelitian

Pengambilan sampel biomassa lamun dilakukan bersamaan dengan pengambilan data struktur ekosistem lamun lainnya seperti kerapatan dan tutupan. Pengambilan data dilakukan dengan mengacu kepada Rahmawati *et al* (2017) yang sedikit dimodifikasi, dimana pengambilan data menggunakan metode transek garis dimulai dari titik 0 m (titik pertama kali ditemukan lamun) menuju tubir (titik akhir ditemukan lamun). Pengambilan biomassa lamun dilakukan secara acak dalam satu transek garis pengamatan ekosistem lamun supaya lebih merepresentasikan area pengamatan. Sampel biomassa lamun yang berasal dari lapangan kemudian dibersihkan selanjutnya sampel dipisahkan antara biomassa bagian atas lamun yang meliputi pelepah beserta daun lamun dan bagian bawah lamun yang meliputi akar dan rhizome. Kemudian sampel lamun yang telah dipisahkan tersebut

dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu sebesar 80°C sampai memiliki bobot yang konstan. Selanjutnya biomassa lamun dihitung dengan menggunakan persamaan ( Azkab, 1999).

$$\text{Biomassa (gbk/m}^2\text{)} = \frac{\text{Berat kering}}{\text{Luas area}}$$

Pada penelitian ini estimasi stok karbon dilakukan terhadap karbon yang berasal dari biomassa lamun. Perhitungan kandungan karbon dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Rahmawati *et al.*,2019):

$$\text{Kandungan karbon} = \text{biomassa lamun} \times 0,336$$

Angka 0,336 merupakan konstanta yang berasal dari pengujian terhadap kandungan karbon yang berasal dari jenis lamun yang terdapat di perairan Indonesia. Selanjutnya untuk membandingkan perbedaan biomassa

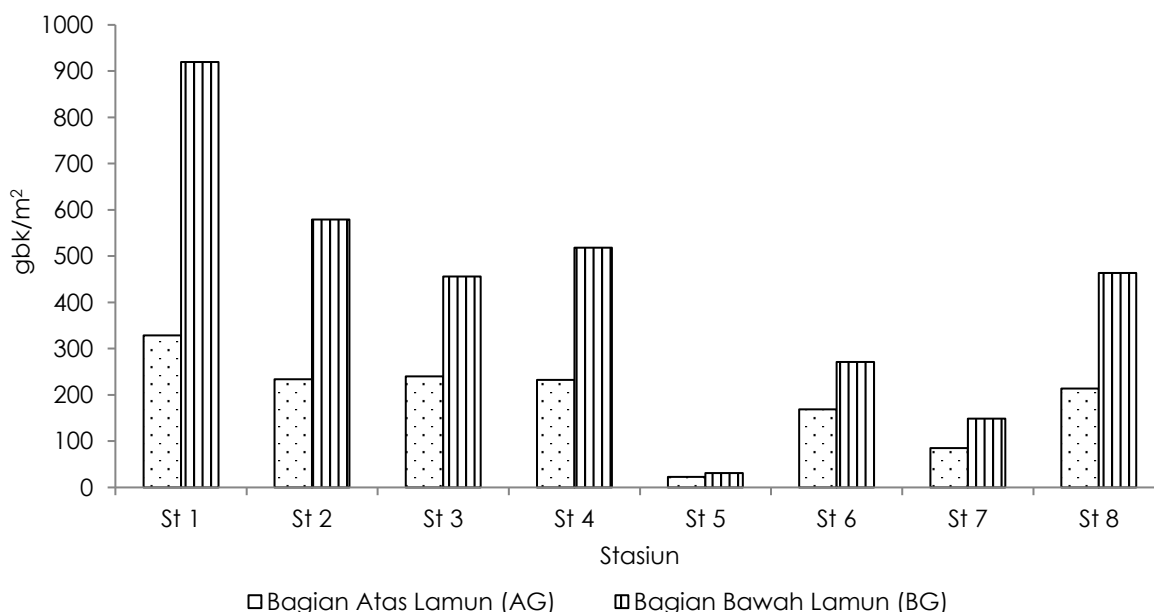
dan kandungan karbon pada bagian atas dan bawah tubuh lamun di setiap lokasi penelitian dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

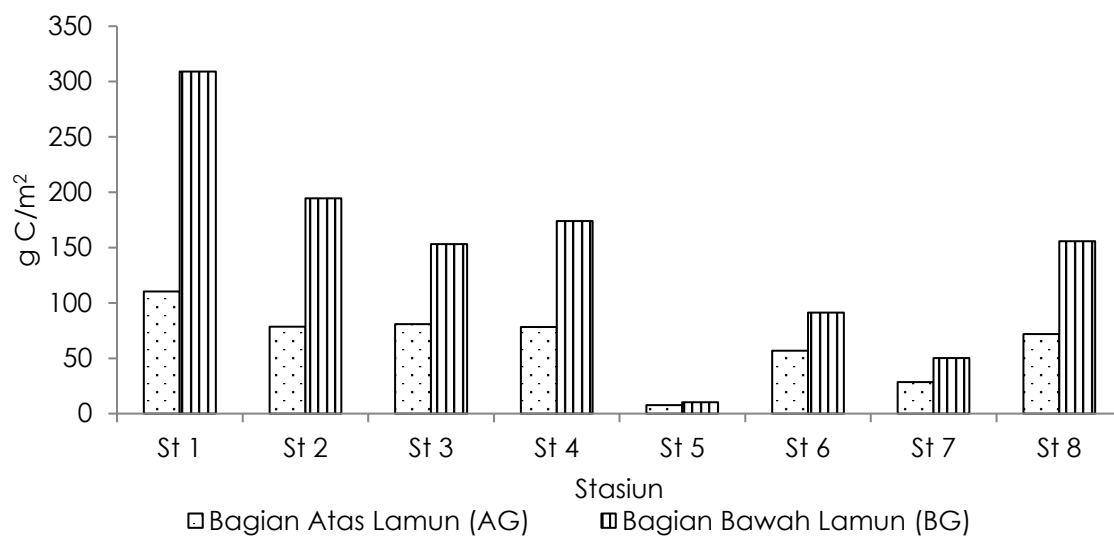
Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa umumnya biomassa lamun pada bagian bawah substrat memiliki nilai yang besar dibandingkan dengan biomassa lamun pada bagian atas substrat (Gambar 2). Berdasarkan data yang diperoleh nilai biomassa lamun pada bagian bawah atas lamun berada pada kisaran 22,78 – 328,77 gbk/m<sup>2</sup> dan nilai biomassa pada bagian bawah lamun berada pada kisaran 30,93 – 919,63 gbk/m<sup>2</sup>. Secara umum dapat diketahui juga bahwa umumnya stasiun yang berada di Pulau Liki (St 1- St 4) memiliki biomassa lamun lebih besar dibandingkan dua pulau lainnya. Berdasarkan uji ANOVA menunjukkan bahwa biomassa lamun antara bagian atas dan bagian bawah lamun memiliki nilai yang berbeda nyata pada setiap lokasi pengamatan (P < 0.05).

Tingginya biomassa pada bagian bawah lamun diduga karena bagian bawah lamun memiliki struktur morfologi yang lebih padat dibandingkan dengan tubuh lamun

bagian atas. asil dari aktivitas fotosintesis yang berupa material organik banyak disimpan pada bagian bawah substrat lamun, sehingga berdampak kepada tingginya biomassa pada bagian bawah substrat lamun (Tasabaramo *et al.*, 2015). Hal tersebut berkaitan dengan adaptasi lamun terhadap kondisi lingkungannya, yaitu dalam bentuk memperkuat daya tancap lamun dengan bantuan biomassa bagian bawah tubuh lamun. Selain itu bagian bawah substrat lamun umumnya cenderung lebih stabil daripada bagian atas lamun. Selain itu morfometrik lamun berperan terhadap penentuan besarnya biomassa lamun, lamun yang memiliki morfometrik yang besar akan menghasilkan nilai biomassa yang besar begitupun sebaliknya dengan lamun yang memiliki morfometrik yang kecil (Khairunnisa *et al.*, 2018; Nugraha *et al.*, 2019b). Struktur ekosistem lamun utamanya kerapatan berkontribusi dalam menentukan nilai akhir biomassa lamun, semakin rapat lamun maka biasanya memiliki nilai biomassa yang lebih besar dibandingkan dengan ekosistem yang memiliki kerapatan yang rendah. Kondisi lingkungan perairan berperan dalam mempengaruhi biomassa lamun, umumnya perairan yang memiliki konsentrasi nutrien yang lebih tinggi akan berdampak kepada tingginya biomassa lamun pada perairan tersebut (Kawaroe *et al.*, 2016)



**Gambar 2.** Biomassa lamun (gbk/m<sup>2</sup>) pada stasiun pengamatan



**Gambar 3.** Kandungan karbon pada lamun

### Stok Karbon di Lamun

Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai kandungan karbon pada bagian atas lamun lebih besar dibandingkan dengan biomassa pada bagian atas tubuh lamun (Gambar 3).

Berdasarkan informasi yang disajikan pada Gambar 3, kandungan karbon pada tubuh lamun bagian atas substrat berada pada kisaran 7,65 – 110,46 gC/m<sup>2</sup> sedangkan kandungan karbon pada bagian tubuh lamun bagian bawah substrat berada pada kisaran 10,39- 308,99 gC/m<sup>2</sup>. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai kandungan karbon pada bagian atas dan bagian bawah tubuh lamun memiliki nilai yang berbeda nyata pada setiap lokasi penelitian ( $P < 0.05$ ). Berdasarkan hasil kajian Wahyudi *et al* (2020) kandungan karbon pada tubuh lamun bagian atas substrat di Perairan Indonesia umumnya berada pada kisaran 27,40 – 35,84 gC/m<sup>2</sup> dan bagian bawah substrat berada pada kisaran 66,93-79,42 gC/m<sup>2</sup>. Hasil penelitian Nugraha *et al* (2019) di Daerah Teluk Bakau Kepulauan Riau, kandungan karbon pada tubuh lamun bagian atas substrat berada pada kisaran 8,15 -27,31 gC/m<sup>2</sup>, sedangkan pada bagian bawah substrat berada pada kisaran 19,97 – 64,4 gC/m<sup>2</sup>. Tingginya nilai kandungan karbon pada penelitian ini apabila dibandingkan dengan nilai kandungan karbon lamun di Perairan Indonesia dikarenakan pada lokasi

penelitian memiliki tutupan lamun yang sangat baik sedangkan estimasi kandungan karbon pada ekosistem lamun yang diteliti oleh Wahyudi *et al* (2020) merupakan hasil dari rata-rata perhitungan kandungan karbon pada ekosistem lamun di seluruh Perairan Indonesia yang mayoritas memiliki tutupan lamun dalam kategori sedang.

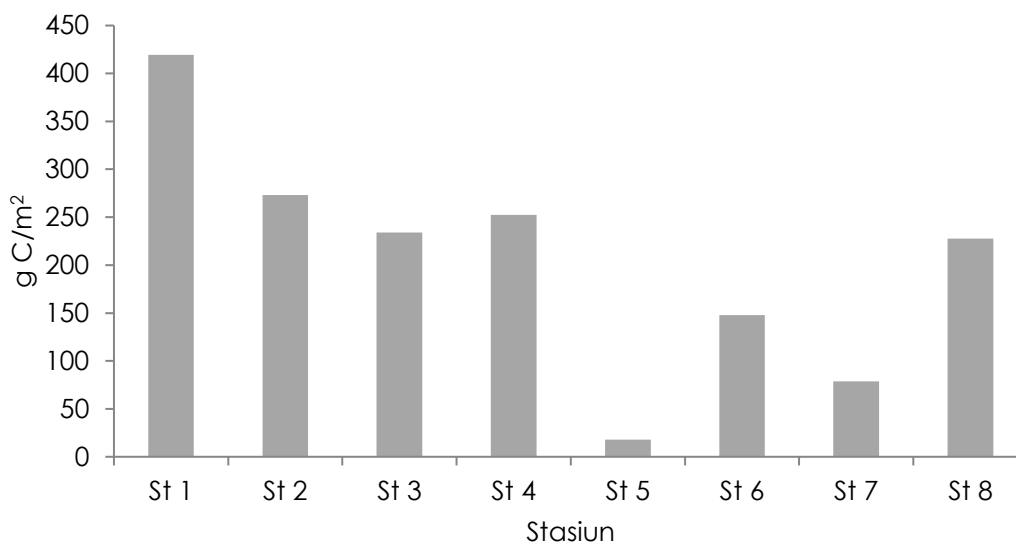
Nilai kandungan karbon yang diperoleh memiliki keterkaitan dengan nilai biomassa lamun yang terdapat pada setiap stasiun pengamatan. Lamun yang memiliki ukuran besar memiliki total kandungan karbon yang lebih besar, begitu juga sebaliknya dengan lamun yang memiliki ukuran kecil. Lamun yang memiliki ukuran besar umumnya memiliki siklus hidup yang lebih lama dibandingkan dengan lamun yang berukuran kecil, hal tersebut berpengaruh terhadap proses akumulasi karbon yang terjadi pada setiap jenis lamun (Khairunisa *et al* 2018). Selain itu menurut Rahmawati *et al* (2019) kandungan karbon pada lamun bergantung kepada jenis lamun, setiap jenis lamun umumnya memiliki rasio kandungan karbon yang berbeda terhadap berat kering lamun. Selain biomassa dalam perhitungan kandungan karbon organik dengan menggunakan model persamaan ini, kerapatan dan tutupan menjadi variabel yang mempengaruhi nilai kandungan karbon lamun. Nilai kerapatan dan tutupan yang tinggi di hampir seluruh stasiun pengamatan berdampak kepada tingginya kandungan

karbon organik pada lamun. Kerapatan dan tutupan lamun yang tinggi ini disebabkan karena stasiun pengamatan yang mayoritas masih bersifat alami dan sedikitnya dampak aktivitas manusia terhadap keberlangsungan ekosistem lamun di wilayah tersebut.

Kandungan karbon pada setiap bagian jenis lamun tersebut akan mempengaruhi terhadap stok karbon tersimpan yang terdapat pada ekosistem lamun. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan total stok karbon tersimpan pada ekosistem lamun di seluruh stasiun pengamatan disajikan pada Gambar 4. Berdasarkan data yang disajikan pada Gambar 4, dapat diketahui bahwa kandungan stok karbon pada ekosistem lamun di seluruh stasiun pengamatan berkisar antara 18,04 - 419,46 g C/m<sup>2</sup> dengan rata-rata stok karbon pada ekosistem lamun pada seluruh stasiun penelitian sebesar 208,83

gC/m<sup>2</sup>. Rata-rata stok karbon pada ekosistem lamun di Pulau Liki sebesar 294,67 g C/m<sup>2</sup>, Pulau Befondi sebesar 18,04 g C/m<sup>2</sup> dan Pulau Meossu sebesar 151,35 g C/m<sup>2</sup>. Kandungan stok karbon tertinggi terdapat pada stasiun 1 yang berlokasi di Pulau Liki dan kandungan stok karbon terendah terdapat pada stasiun 5 yang berlokasi di Pulau Befondi. Umumnya ekosistem lamun di Indonesia memiliki kandungan stok karbon pada ekosistem lamun yang beragam (Tabel 1). Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan kondisi ekosistem lamun di setiap wilayah dan dipengaruhi oleh faktor lainnya.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan stok karbon pada ekosistem lamun diantaranya seperti iklim, nutrien, aktivitas antropogenik, pemangsaan oleh organisme herbivora (Gattuso *et al.*, 1998). Selain itu struktur komunitas lamun sendiri seperti tutupan dan kerapatan lamun



Gambar 4. Stok karbon pada ekosistem lamun

Tabel 1. Stok karbon pada ekosistem lamun di beberapa daerah di Indonesia

| Lokasi              | Stok Karbon (g C/m <sup>2</sup> ) | Sumber                          |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| Pulau Pari          | 200,5                             | Rahmawati (2011)                |
| Pulau Belitung      | 54                                | Rahmawati (2012)                |
| Teluk Kotania       | 238,5                             | Wawo <i>et al</i> (2014)        |
| Berakit             | 233,67                            | Khairunnisa <i>et al</i> (2018) |
| Malang Rapat        | 209,85                            | Khairunnisa <i>et al</i> (2018) |
| Teluk Bakau         | 422,26                            | Khairunnisa <i>et al</i> (2018) |
| Pulau Beralas Pasir | 34,02                             | Nugraha <i>et al</i> (2019)     |

memiliki kontribusi yang sangat penting dalam menentukan stok karbon tersimpan pada lamun (Wahyudi *et al.*, 2020). Sampai saat ini belum ada terkait kisaran nilai kandungan stok karbon yang mengategorikan bahwa stok karbon pada suatu ekosistem memiliki kandungan karbon yang tinggi atau rendah.

## KESIMPULAN

Kandungan stok karbon pada area penelitian berada pada kisaran 18,04-419,46 gC/m<sup>2</sup> dengan rata-rata stok karbon pada ekosistem lamun pada seluruh stasiun penelitian sebesar 208,83 g C/m<sup>2</sup>. Stasiun pengamatan yang berada di wilayah Pulau Liki umumnya memiliki kandungan stok karbon yang lebih tinggi dibandingkan dengan dua stasiun yang berada di dua pulau lainnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan salah satu bagian dari kegiatan Ekspedisi Nusa Manggala Leg II yang diselenggarakan oleh Pusat Penelitian Oseanografi LIPI yang didanai oleh Coremap CTI Program tahun anggaran 2018 – 2019.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azkab, M.H. 1999. Pedoman inventarisasi lamun. *J. Oseana*, 24(1):1-16.
- Bouillon, S. & Connolly, R.M. 2009. Carbon exchange among tropical coastal ecosystems. Di dalam: Nagelkerken I, editor. *Ecolog. Conn. Tropic. Coast. Ecosyst.*, pages 45-70. doi: 10.1007/978-90-481-2406-0
- Gattuso, J.P., Frankignoulle, M. & Wollast, R. 1998. Carbon and carbonate metabolism in coastal aquatic ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic*. 29:405–434 .
- Kawaroe, M., Nugraha, A.H. & Juraij. 2016. Ekosistem Padang Lamun. Bogor: IPB Press. 95 hal
- Khairunnisa, Setyobudiandi, I. & Boer, M. 2018. Estimasi cadangan karbon pada lamun di pesisir timur kabupaten bintan. *J. Ilmu Teknol. Kel. Trop.*, 10(3):639-650. doi: 10.29244/jitkt.v10i3.21397
- Kurniawan, F., Imran, Z., Darus, R.F., Anggraeni, F., Damar, A., Sunuddin, A., Kamal, M.M., Pratiwi, N.T.M., Ayu, I.P. & Iswantari, A. 2020. Rediscovering *Halpohila major* (Zollinger) (Miquel 1855) in Indonesia. *Aqua. Bot.*, 161:1-4
- Nelleman, C., Corcoran, E., Duarte, C.M., Valdes, L., De Young, C., Fonseca, L. & Grimsditch, G. 2009. Blue Carbon- The Role of Healthy Oceans in Binding Carbon. Report A New Rapid Response Assessment. Report Release 14 October 2009 at the Diversitas Conference, Cape Town Conference Centre, South Africa
- NOAA. 2020. Climate Change: Atmospheric Carbon Dioxide.
- Nugraha, A.H., Tasabaramo, I.A., Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Irawan, A., Juraij, Khalifa, M.A., Dharmawan, I.W.E., Putra, R.D. & Puteri, D.H. 2019a. Relationship of Distribution Seagrass Species with Dugong (Dugong dugon) Sighting at Liki Island-Papua. *Omniakuatika*, 15(2):92–97.
- Nugraha, A.H., Kawaroe, M., Srimariana, E.S., Jaya, I., Apdillah, D. & Deswati, S.R. 2019b. Carbon storage in seagrass meadow of Teluk Bakau – Bintan Island. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 278:1-6
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi cadangan karbon pada komunitas lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J. Segara*, 7(1):1-12
- Rahmawati, S. 2012. Estimasi Cadangan Karbon Komunitas Padang Lamun di Perairan Barat Pulau Belitung, Provinsi Bangka Belitung. In: Nuchsin R *et al*, editors. *Kondisi lingkungan Pesisir Perairan Pulau Jakarta Bangka Belitung.*: LIPI Press.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I.H. & Azkab, M.H. 2017. Panduan Monitoring Padang Lamun. Jakarta: Sarana Komunikasi Utama.
- Rahmawati, S., Hernawan, U.E. & Rustam, A. 2019. The seagrass carbon content of 0.33 dry weight can be applied in Indonesia seagrasses. *AIP Conf. Proc. Int. Conf. Biol. App. Sci.*, doi: 10.1063/1.5115616.
- Ribas-Ribas, M., Hernández-Ayón, J.M., Camacho-Ibar, V.F., Cabello-Pasini, A., Mejia-Trejo, A., Durazo, R., Galindo-Bect, S., Souza, A.J., Forja, J.M. & Siqueiros-Valencia, A. 2011. Effect of upwelling, tides and biological processes on the

organic carbon system of a coastal lagoon in Baja California. *J. Est. Coast. Shelf Sci.* 30:1–10. doi: 10.1016/j.jecss.2011.09.017

Short, F., Carruthers, T., Dennison, W., & Waycott, M., 2007. Global Seagrass Distribution and Diversity: a Bioregional Model. *Exp. Mar. Biol. Ecol.* 350:3–20. doi: 10.1016/j.jembe.2007.06.012

Tasabaramo, I.A., Kawaroe, M. & Rappe, R.A. 2015. Laju pertumbuhan, penutupan, dan tingkat kelangsungan hidup *Enhalus acroides* yang ditransplantasi secara monospesies dan multispesies. *J. Ilmu Teknol. Kel. Trop.*, 7(2):757-770. doi : 10.29244/jitkt.v7i2.

Wahyudi, A.J., Rahmawati, S., Irawan, A., Hadiyanto, H., Prayudha, B., Hafizt, M., Afdal, A., Adi, N.S., Rustam, A., Hernawan, U.E., Rahayu, Y.P., Iswari, M.Y., Supriyadi, H.I., Solihudin, T., Ati, R.N.A., Kepel, T.L., Kusumaningtyas, M.A., Daulat, A., Salim, H.L., Sudirman, N., Suryono, D.D., Kiswara, W. 2020. Assesing carbon stock and sequestration of the tropical seagrass meadow in Indonesia. *Ocean Sci. J.*, 55(1):85-97. doi:10.1007/s12601-020-0003-0.

Wawo, M., Wardiatno, Y., Adrianto, L., & Bengen, D.G. 2014. Carbon stored on seagrass community in marine nature tourism park of Kotania Bay, Western Seram, Indonesia. *J. Manaj. Hut. Trop.*, 20(1):51-57. doi:10.7226/jtfm.20.1.51.