



Cadangan Karbon pada Komunitas Padang Lamun di Pulau Bawean

Carbon Stocks in the Seagrass Community on Bawean Island

Hanif Setyo P. Rasong^{1*}, Andika Dewa², Nur Amalina³, Raihan Ramadhan¹, Aisyah Fitriani¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

²Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

³Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding author: hanif.rasong@mhs.unsoed.ac.id

Diterima: 27 Maret 2024, Disetujui 13 Juni 2024

ABSTRAK

Pemanasan global merupakan isu yang sedang hangat diperbincangkan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk menanggulangi dampak dari pemanasan global, salah satunya adalah karbon biru. Karbon biru adalah karbon yang diserap dan disimpan di ekosistem pesisir dalam bentuk biomassa. Pulau Bawean merupakan salah satu pulau di Kabupaten Gresik yang memiliki padang lamun. Padang lamun berfungsi sebagai penyerap karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon pada biomassa dan sedimen lamun. Nilai Kerapatan dan tutupan lamun dihitung menggunakan transek 1x1 m². Uji kandungan karbon dilakukan dengan metode LOI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 7 jenis lamun yang ditemukan di perairan Pulau Bawean, yaitu *E. acoroides*, *T.*, *hemprichii*, *C. rotundata*, *S. Isoetifolium*, *H. ovalis*, *H. spinulosa*, dan *H. Uninervis*. Nilai cadangan karbon yang tersimpan pada biomassa lamun di perairan Pulau Bawean berkisar antara 115,32–810,69 ton C/ha dimana karbon terbanyak tersimpan pada biomassa bagian bawah. Cadangan karbon yang tersimpan pada sedimen memiliki nilai sebesar 1,86-8,37 ton C/ha. Jenis substrat dan kerapatan lamun memiliki pengaruh terhadap karbon yang tersimpan di padang lamun. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa padang lamun berperan sebagai penyerap karbon (carbon sink) yang dapat berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

Kata kunci: Bawean, Biomassa, Karbon, Lamun, Sedimen

ABSTRACT

*Global warming is an issue that is currently discussed. Various efforts have been made to overcome the impact of global warming, one of which is blue carbon. Blue carbon is carbon that is absorbed and stored in coastal ecosystems in the form of biomass. Bawean Island is an island in Gresik Regency which has seagrass beds. Seagrass beds acting as carbon sinks. This research aims to determine the carbon content in seagrass biomass and sediment. Seagrass density and cover values were calculated using 1x1 m² transects. The carbon content test was carried out using the LOI method. The research shows that there are 7 types of seagrass found in the waters of Bawean Island, namely *E. acoroides*, *T.*, *hemprichii*, *C. rotundata*, *S. Isoetifolium*, *H. ovalis*, *H. spinulosa*, and *H. Uninervis*. The value of carbon stored in seagrass biomass in the waters of Bawean Island ranges from 115.32–810.69 tons C/ha where the most carbon is stored in the bellow ground biomass. Carbon stored in sediment have*

a value of 1.86-8.37 tonnes C/ha. Substrate type and density of seagrass have an influence on the carbon stored in seagrass meadows. The results of this research prove that seagrass meadows act as carbon sinks which can contribute to climate change mitigation

Keywords: Bawean, Biomass, Carbon, Seagrass, Sediment

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan suatu isu yang banyak diperbincangkan saat ini karena menyebabkan peningkatan suhu bumi. Sejak era revolusi industri, aktivitas manusia dalam bidang industri dan transportasi merupakan penyebab utama meningkatnya kadar Gas Rumah Kaca (Indriani *et al.*, 2017; Runtuboi *et al.*, 2018). Emisi GRK seperti karbon dioksida, klorofluorokarbon, ozon, dinitro oksida, metana, heksafluorida, hidrofluorokarbon, dan perfluorokarbon telah memerangkap panas matahari sehingga suhu bumi menjadi lebih hangat. Gas CO₂ adalah gas yang sangat diperhitungkan kontribusinya terhadap pemanasan global. Gas CO₂ memiliki konsentrasi terbesar di atmosfer, yaitu lebih dari 55% dari total GRK (Cahyadi *et al.*, 2017; Ganefiani *et al.*, 2019).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer, salah satunya adalah pemeliharaan dan pengembangan hutan untuk menyerap dan menyimpan karbon (Rahmawati, 2011). Runtuboi *et al.* (2018) berpendapat bahwa daratan dengan hutannya belum mampu beralih fungsi sebagai penyerap CO₂ di atmosfer. Pada tahun 2009 UNEP, FAO, dan UNESCO memperkenalkan konsep karbon biru. Secara garis besar, konsep karbon biru membahas kemampuan ekosistem pesisir dalam menyerap emisi CO₂ di atmosfer dengan menangkap dan menyimpan karbon tersebut dalam bentuk biomassa (Hartati *et al.*, 2017). Ekosistem pesisir memiliki kemampuan yang dianggap lebih efisien dibandingkan dengan ekosistem terestrial dalam menyerap gas CO₂ (Tokoro *et al.*, 2014). Ekosistem pesisir merupakan kawasan dengan produktivitas biologis dan

aksesibilitas yang tinggi. Ekosistem pesisir telah menjadi pusat aktivitas manusia karena menyediakan beragam barang dan jasa seperti ikan, kerang, rumput laut, sumber pupuk, obat-obatan, kosmetik, dan bahan bangunan. Ekosistem penting yaitu hutan mangrove, padang lamun, dan terumbu karang (Burke *et al.*, 2001; Sjahrie *et al.*, 2018).

Pulau Bawean merupakan salah satu pulau di Kabupaten Gresik yang memiliki ekosistem laut cukup lengkap yaitu ekosistem mangrove, karang serta lamun yang masih terjaga. Salah satu ekosistem yang cukup luas di lingkungan perairan laut dangkal adalah ekosistem lamun (Aisyah dan Romadhon, 2020). Ekosistem lamun merupakan salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai peranan penting bagi kehidupan di laut serta merupakan salah satu ekosistem yang paling produktif. Padang lamun memiliki nilai produktifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan ekosistem mangrove dan terumbu karang (Asriyana dan Yuliana, 2012; Marwanto, 2017). Padang lamun sebagai bagian dari ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyimpan karbon dan disimpan dalam bentuk biomassa ataupun sedimen (Nordlund *et al.*, 2016).

Padang lamun mampu menyimpan 83.000 metrik ton karbon dalam setiap kilometer persegi, angka tersebut lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan darat menyerap karbon yaitu sekitar 30.000 metrik ton dalam setiap kilometer perseginya (Fourqurean *et al.*, 2012). Hasil penyerapan tersebut kemudian disimpan dan dialirkan ke beberapa komponen yaitu dalam bentuk sedimen tempat tumbuh lamun dan dalam bentuk biomassa. Penyimpanan karbon terbesar dalam ekosistem lamun adalah sedimen (Howard

et al., 2014). Fourqurean *et al.* (2012) menyatakan bahwa CO₂ dari fotosintesis diubah menjadi karbon organik yang disimpan pada jaringan lamun dan meningkatkan biomassa lamun. Biomassa terbesar berada di rizoma dan akar yang akan terdekomposisi perlahan secara anaerobik di sedimen. Hal tersebut menguatkan pendapat bahwa padang lamun merupakan autotrofik yang bertindak sebagai penyerap CO₂ di biosfer (Duarte & Jensen, 2017).

Penelitian terkait kandungan karbon pada ekosistem lamun di Pulau Bawean belum pernah dilakukan. Penelitian ini akan mengkaji terkait kandungan karbon yang berasal dari sedimen di ekosistem lamun serta yang berasal dari seluruh jenis lamun yang ditemukan, umumnya terdapat lebih dari dua jenis lamun yang ditemukan pada hamparan ekosistem lamun di Pulau Bawean. Terdapat dua lokasi pada penelitian ini yang secara umum memiliki karakteristik lingkungan perairan berbeda. Perbedaan kondisi lingkungan perairan berpengaruh terhadap struktur ekosistem lamun dan kemampuan dalam menyimpan karbon (Dahl *et al.*, 2020). Penelitian ini

bertujuan untuk mengkaji kandungan karbon pada ekosistem

METODE

Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus-September 2023. Penelitian dilakukan di perairan Pulau Bawean, Gresik, Jawa Tengah. Terdapat 3 stasiun pada penelitian ini yang tersaji pada Gambar 1. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *purposive sampling*.

Transek garis sepanjang 100 m dibentangkan tegak lurus garis pantai (McKenzie *et al.*, 2003). Pengamatan dilakukan dalam kuadran berukuran 1x1 m untuk memperoleh nilai kerapatan dan tutupan lamun. Kerapatan lamun dihitung dengan rumus sebagai berikut

$$Di = \frac{Ni}{A}$$

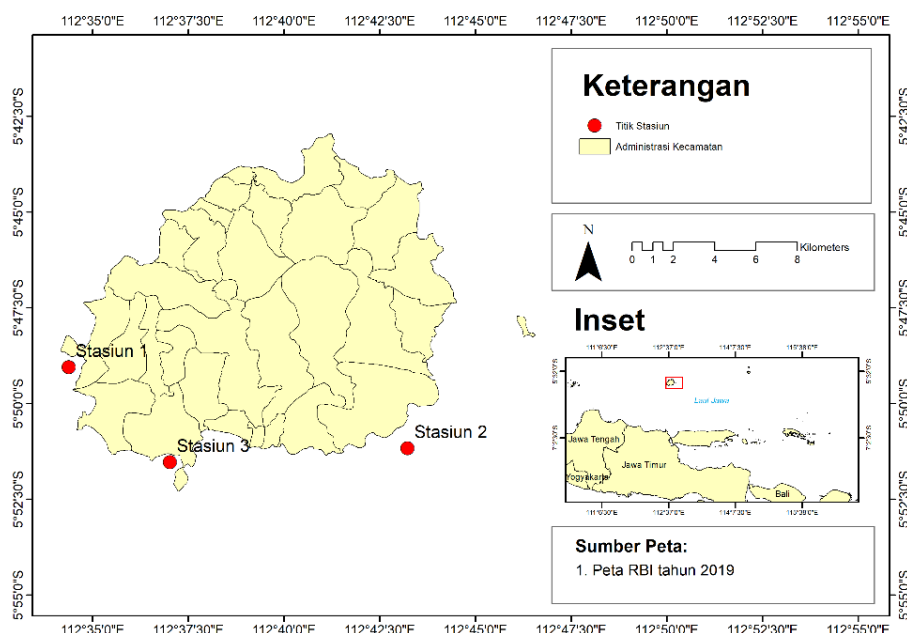
Keterangan

Di : Kerapatan jenis (ind/m²)

Ni : Jumlah total tegakan jenis ke-i

A : Luas area pengamatan

Nilai persentase lamun dihitung dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

$$\begin{aligned} &\text{Penutupan lamun} \\ &= \frac{\Sigma \text{utupan lamun seluruh kuadrat}}{\Sigma \text{utupan lamun seluruh transek}} \end{aligned}$$

Pengambilan Sampel Biomassa dan Sedimen

Pengambilan biomassa dilakukan dengan memperkirakan keterwakilan jenis lamun yang ada di dalam kuadran. Sampel lamun dibersihkan dari semua serasah, ditimbang sebagai berat basah, dipisahkan menjadi biomassa atas (daun), biomassa bawah (akar dan rizoma) (Rahmawati, 2011; Rahmawati *et al.*, 2019; Ganefiani *et al.*, 2016). Pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan *sediment core* yang sudah dimodifikasi dengan pipa paralon berukuran 3 inci dan panjang 30 cm, kemudian dihomogenkan di dalam plastik zip lock dan diawetkan pada suhu $<4^{\circ}\text{C}$ untuk menjaga sampel agar tidak teroksidasi (Rahmawati, 2011; Rustam *et al.*, 2019; Aji *et al.*, 2020).

Pengukuran Persentase Karbon Organik

Pengukuran diawali dengan mengeringkan sampel pada suhu 60°C hingga mencapai berat konstan selama 72 jam (Rustam *et al.*, 2019). Selanjutnya dilakukan metode pengabuan (LOI) untuk memperoleh persentase karbon organik dengan membakar sampel pada suhu $450-550^{\circ}\text{C}$ selama 4-8 jam. Perhitungan dilakukan dengan rumus (Santisteban *et al.*, 2004; Fourqurean *et al.*, 2014):

$$\% \text{LOI} = \frac{D - E}{D - C} \times 100$$

Keterangan:

C : Berat cawan kosong

D : Berat cawan + sampel

E : Berat cawan + sampel setelah pembakaran

Karena dalam LOI bukan hanya karbon yang terukur tapi juga bahan organik lainnya, maka dilakukan koreksi sebagai berikut (Fourqurean *et al.*, 2014):

$$\% \text{LOI} < 0,2 = 0,40 \times \% \text{LOI} - 0,21$$

$$\% \text{LOI} > 0,2 = 0,43 \times \% \text{LOI} - 0,33$$

Pengukuran Stok Karbon

Perhitungan berat karbon biomassa dapat dihitung berdasarkan rumus Fourqurean *et al.* (2014):

$$\text{Biomassa karbon} = \frac{\text{Berat kering (kg)}}{\text{luas (m}^2\text{)}} \times \% \text{LOI}$$

Pada sedimen, perlu dilakukan perhitungan nilai *dry bulk density* sebelum menghitung besaran nilai karbon. Nilai *dry bulk density* dihitung dengan rumus sebagai berikut (Kauffman dan Donato, 2012):

$$\text{Dry bulk density} = \frac{\text{Berat kering sampel (g)}}{\text{volume sampel (cm}^3\text{)}}$$

Volume sampel merupakan volume awal sedimen yang merupakan hasil perkalian dari luasan pipa paralon dan tinggi sedimen yang diambil. Perhitungan untuk mendapatkan besaran kandungan karbon dalam sedimen adalah sebagai berikut (Kauffman dan Donato, 2012):

$$\text{Karbon sedimen} = \text{dry bulk density} \times \% \text{LOI}$$

Metode penelitian mencakup waktu dan tempat penelitian, bahan dan alat, metode penelitian, metode pengumpulan data dan metode analisis data. Metode bisa juga termasuk desain dan prosedur penelitian. Jika menggunakan peta atau gambar lokasi, harus dicantumkan dengan jelas titik koordinatnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Bawean terletak di Kabupaten Gresik yang secara administratif terletak di Provinsi Jawa Timur. Bawean merujuk pada sebuah kumpulan pulau-pulau kecil yang terletak di kawasan laut Jawa kurang lebih 120 km sebelah utara Surabaya. Pulau Bawean memiliki habitat yang beraneka ragam mulai dari pantai berpasir, bervegetasi hingga berbatu. Vegetasi lamun di Perairan Bawean memiliki luas sebesar 27,397 ha (Hidayah *et al.*, 2018). Terdapat perbedaan

Tabel 1. Nilai kerapatan dan tutupan lamun di Pulau Bawean

No.	Spesies	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3	
		Kerapatan (ind/m ²)	Tutupan (%)	Kerapatan (ind/m ²)	Tutupan (%)	Kerapatan (ind/m ²)	Tutupan (%)
1.	<i>E. acoroides</i>	68,1	37,8	17,6	9,4	1,3	1,8
2.	<i>T. hemprichii</i>	85,9	37,5	133,7	34,8	29,1	14,2
3.	<i>C. rotundata</i>	13,8	5,5	1,4	1,4	-	-
4.	<i>S. isoetifolium</i>	6,7	2,4	-	-	-	-
5.	<i>H. ovalis</i>	11,8	9,1	0,6	0,3	1,7	0,3
6.	<i>H. spinulosa</i>	5,8	3,4	-	-	-	-
7.	<i>H. uninervis</i>	-	-	-	-	3,7	1,8
	Total	192	95,7	153,2	45,9	35,8	18,1

jenis lamun yang ditemukan. Perbedaan ini disebabkan oleh kondisi lingkungan yang berbeda pada tiap stasiun. Lamun jenis *E. acoroides* dan *T. hemprichii* dapat ditemukan pada ketiga stasiun, dimana kedua spesies ini memiliki karakteristik yang mudah menyesuaikan diri dan kemampuan bertahan diri dari gelombang dan arus dengan baik (Dewi *et al.*, 2017; Sari *et al.*, 2020).

Hasil perhitungan kerapatan dan nilai tutupan lamun dapat dilihat pada **Tabel 1**. Nilai kerapatan paling tinggi terdapat di stasiun 1 dengan nilai 192 ind/m² dengan kerapatan jenis tertingginya adalah *T. hemprichii* yang memiliki nilai sebesar 85,9 ind/m². Tingginya kerapatan lamun *T. hemprichii* dikarenakan lamun jenis ini biasanya hidup di area dengan substrat pasir hingga berlumpur (Kawaroe *et al.*, 2016). *T. hemprichii* memiliki rimpang yang kuat dan panjang sehingga mampu menutupi area lebih luas dari pada lamun lainnya. *T. hemprichii* juga memiliki akar yang lebih besar dan kuat daripada lamun yang lain sehingga mempermudah dalam penyerapan nutrisi dan menembus substrat (Hidayatullah *et al.*, 2018).

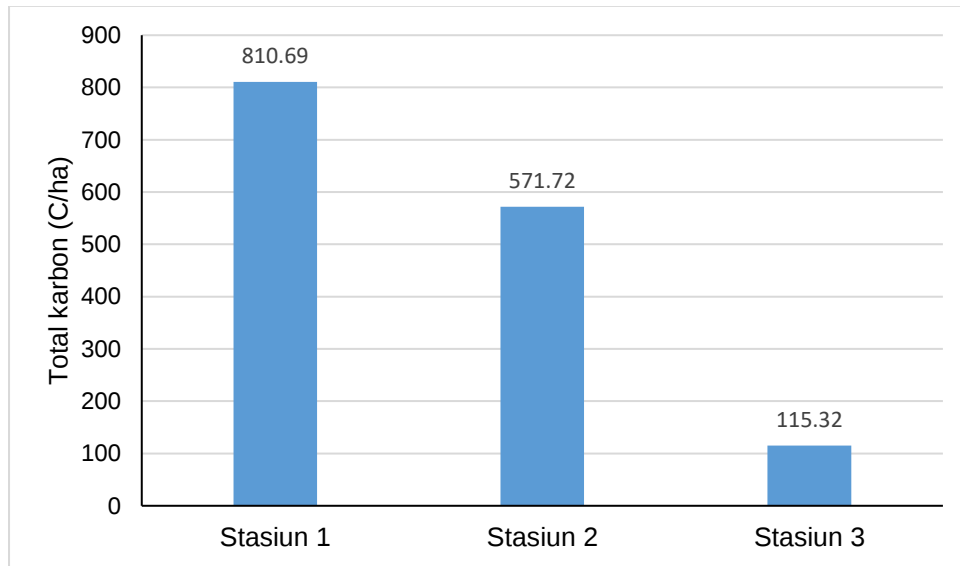
Persentase tutupan lamun tertinggi juga ditemukan pada stasiun 1 dengan nilai 95,7% dengan persentase tutupan jenis paling tinggi ada pada spesies *E. acoroides* yang bernilai sebesar 37,8%. Hal ini dapat terjadi karena ukuran morfometrik *E. acoroides* yang besar sehingga nilainya lebih tinggi dibanding spesies lainnya (Hartati *et al.*, 2012; Irawan dan Matuankotta, 2015).

Parameter kualitas lingkungan merupakan salah satu yang memengaruhi karakteristik dari suatu ekosistem perairan. Pengambilan data parameter kualitas perairan meliputi suhu (°C), salinitas (ppm), dan pH Hasil pengukuran disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2 memperlihatkan bahwa suhu di ketiga stasiun adalah berkisar 29-30°C. Perbedaan suhu perairan diakibatkan beberapa faktor antara lain dari sinar matahari, perbedaan geografis, sirkulasi arus, angin serta musim (Patty, 2013). Mengacu kepada baku mutu air laut untuk biota laut dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, maka suhu di perairan Bawean masih berada dalam batas normal dan

Tabel 2. Parameter air pada lokasi penelitian

No.	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1.	Suhu (°C)	30	29	29
2.	Salinitas (ppm)	33	32	33
3.	pH	7,3	7	7,1



Gambar 2. Estimasi karbon biomassa lamun di Pulau Bawean

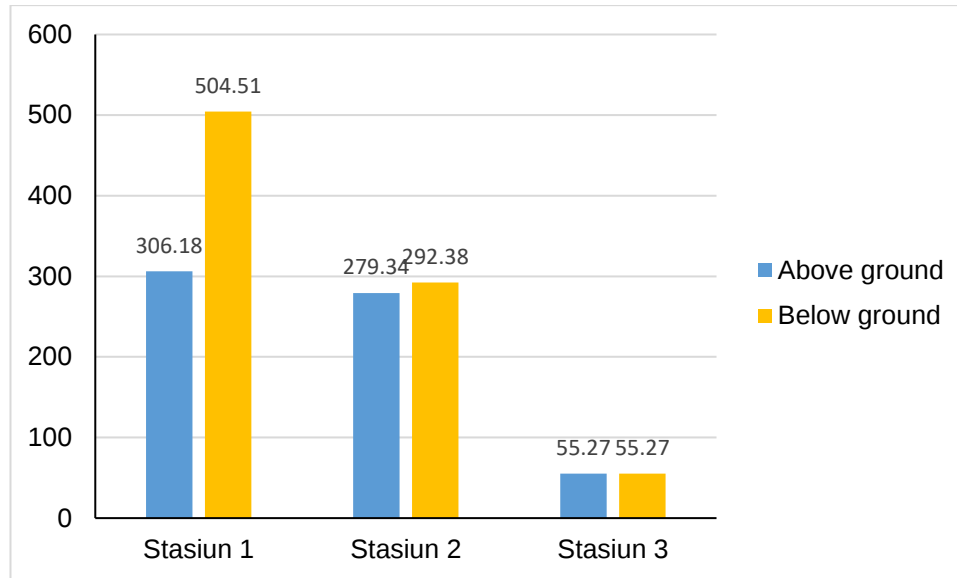
sesuai dengan kebutuhan untuk metabolisme biota laut dan ekosistem pesisir laut seperti karang, lamun, dan mangrove. Suhu berperan dalam memengaruhi proses fotosintesis, reproduksi dan memengaruhi pertumbuhan lamun (Repolho *et al.*, 2016).

Hasil pengukuran yang didapat dari ketiga stasiun menunjukkan nilai salinitas sebesar 32-33 ppm. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 baku mutu salinitas perairan berkisar 32-34 ppm. Pengaruh salinitas terhadap tumbuhan lamun yaitu memengaruhi fisiologi lamun yang berkaitan dengan tekanan osmotik lamun dengan lingkungannya. Hasil pengukuran nilai pH tidak menunjukkan perbedaan yang jauh. Nilai pH pada stasiun 1 sebesar 7,3, stasiun 2 sebesar 7, dan stasiun 3 sebesar 7,1. Nilai ini masih berada dalam kisaran yang baik untuk kehidupan lamun, karena menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 baku mutu pH perairan berkisar 7-8,5.

Karbon Biomassa Lamun

Hasil perhitungan karbon biomassa lamun dapat dilihat pada **Gambar 2**. Stasiun 1 memiliki nilai berat karbon paling tinggi dengan total sebesar 810,69 ton C/ha, sedangkan stasiun 2 memiliki nilai total sebesar 571,72 ton C/ha, dan stasiun 3 memiliki nilai total sebesar 115,32 ton C/ha. Pada perhitungan berat karbon biomassa, nilai biomassa berkontribusi terhadap kandungan karbon lamun. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa stasiun 1 memiliki nilai kerapatan tertinggi, yaitu sebesar 192 ind/m² dan diduga bahwa nilai kerapatan memiliki peran dalam memengaruhi nilai biomassa pada luasan area tertentu. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan yang dijelaskan oleh Nugraha *et al.* (2019) yakni kerapatan lamun berhubungan dengan nilai biomassa lamun yang digunakan untuk mengestimasi hasil karbon, semakin besar kerapatan lamun, maka semakin besar pula biomassa yang terdapat di dalamnya.

Selain kerapatan, morfometrik lamun juga berkontribusi dalam menentukan biomassa lamun, umumnya lamun yang memiliki karakteristik morfometrik besar memiliki biomassa yang lebih besar dibandingkan lamun yang memiliki morfometrik kecil, sehingga

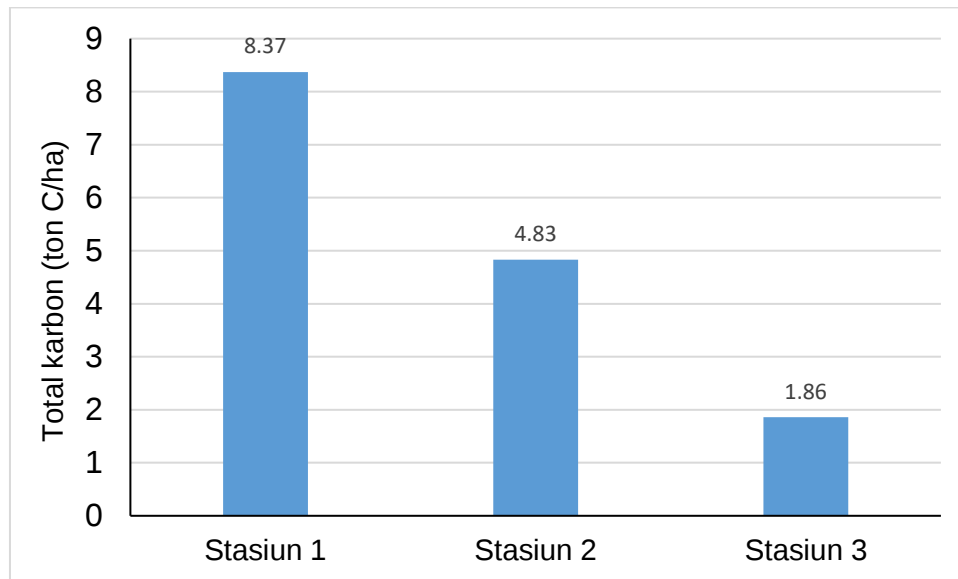


Gambar 3. Estimasi karbon biomassa lamun bagian atas dan bawah di Pulau Bawean

mampu menyimpan karbon lebih besar (Rustam *et al.*, 2017). Semakin besar ukuran lamun maka akan semakin besar biomassa, sehingga karbon yang tersimpan akan lebih besar. Total cadangan karbon biomassa lamun terbesar ditemukan di stasiun 1. Jenis lamun *E. acoroides* yang banyak ditemukan pada stasiun 1 diduga sebagai penyumbang nilai biomassa yang tinggi. Lamun dengan ukuran dan morfologi yang bear dapat menyumbang biomassa yang tinggi dikarenakan dapat menyimpan hasil fotosintesis pada jaringan dengan kapasitas yang lebih besar (Hartati *et al.*, 2017). Padang lamun dengan jenis lamun yang mempunyai ukuran daun dan rizoma yang lebih besar dan disertai kerapatan yang tinggi akan menyebabkan nilai biomassa padang lamun tersebut menjadi lebih tinggi (Azkab 2007; Setiawan *et al.*, 2019).

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, dapat diketahui bahwa cadangan karbon biomassa bagian bawah (*below ground*) memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan biomassa bagian atas (*above ground*) (**Gambar 3**). Biomassa bagian bawah tersusun atas

rizoma dan akar, sedangkan biomassa bagian atas tersusun atas daun. Materi biomassa yang terbentuk pada bagian bawah umumnya berupa biomassa yang lebih padat (rizoma) dibandingkan biomassa bagian atas (daun). Menurut Kennedy & Bjork (2009), akar dan rizoma lamun menyimpan karbon dalam jumlah besar. Hal tersebut disebabkan karena pergantian biomassa lamun relatif lambat pada bagian akar dan rizoma, sehingga lamun dapat mengakumulasi karbon dalam jumlah besar. Tingginya biomassa cadangan karbon bagian bawah lamun karena bagian tersebut relatif tidak terganggu oleh perubahan lingkungan dan biota laut, sedangkan pada lamun bagian atas merupakan bahan makanan sebagian biota laut sehingga menyebabkan lamun bagian atas rentan mengalami perubahan biomassa. Penelitian Indriani *et al.* (2017) dan Alcoverro *et al.* (2001) juga memperoleh hasil yang sama bahwa nilai cadangan karbon pada biomassa bagian bawah lebih besar dari pada nilai karbon biomassa bagian atas. Rhizome mengandung banyak bahan organik dimana zat tersebut didistribusikan dari proses mekanisme fotosintesis yang terjadi di bagian daun lalu diserap dan disimpan



Gambar 4. Estimasi karbon sedimen di Pulau Bawean

pada bagian bawah substrat (Hartati *et al.* 2017).

Karbon Sedimen

Nilai karbon sedimen pada ketiga stasiun memiliki nilai berkisar dari 1,86-8,37 ton C/ha yang dapat dilihat pada **Gambar 4**. Menurut Howard *et al.* (2014) karbon sedimen didominasi oleh dekomposisi dari biomassa hidup seperti akar, rizoma dan daun sehingga menjadikan sedimen sebagai tempat penyimpanan karbon di ekosistem. Tingginya nilai kandungan karbon pada stasiun 1 juga dapat disebabkan karena kerapatan lamun. Semakin besar kerapatan lamun, maka semakin besar pula biomassa yang dapat memengaruhi kandungan karbon organik di dalamnya (Harimbi *et al.*, 2019). Hal tersebut juga dipertegas oleh hasil penelitian Kennedy *et al.* (2010) yang menyatakan bahwa sumber kandungan karbon organik pada sedimen ekosistem lamun di kedalaman 0-10 m berasal dari biomassa lamun.

Mayoritas karbon organik pada sedimen ekosistem lamun berasal dari serasah jaringan lamun dan sisanya berasal dari lingkungan sekitar ekosistem

lamun (Rahayu *et al.*, 2019). Serasah yang terkubur dalam sedimen berpotensi sebagai sumber karbon organik di dasar perairan. Kennedy *et al.* (2010) menyatakan karbon yang ditemukan di ekosistem *blue carbon* dibedakan menjadi *autochthonous carbon* dan *allochthonous carbon*. *Autochthonous carbon* adalah tipe karbon organik yang diproduksi dan terdekomposisi di lokasi yang sama. *Allochthonous carbon* adalah tipe karbon organik yang diproduksi di satu tempat dan terdekomposisi di tempat lain.

Terdapat faktor lain yang memengaruhi kandungan karbon pada sedimen selain kerapatan lamun, yaitu seperti kondisi lingkungan perairan di sekitarnya (Kennedy *et al.*, 2010; Rahayu *et al.*, 2019). Tingginya nilai karbon pada stasiun 1 diduga karena berkaitan dengan jenis substrat pada lokasi tersebut. Secara visual stasiun 1 memiliki substrat pasir berlumpur, stasiun 2 bersubstrat pasir, sedangkan stasiun 3 memiliki substrat pecahan karang. Bahan organik pada substrat dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen, karena butir sedimen yang lebih besar menurunkan kemampuan sedimen menyerap bahan organik. Semakin kecil

ukuran partikel sedimen, maka bahan organik yang terkandung juga akan lebih besar apabila dibandingkan dengan sedimen kasar (Wood, 1987; Cyle *et al.*, 2016; Aji *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Terdapat 7 jenis lamun di perairan Pulau Bawean, yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *C. rotundata*, *S. Isoetifolium*, *H. ovalis*, *H. spinulosa*, dan *H. Uninervis*. Nilai cadangan karbon yang tersimpan pada biomassa lamun di perairan Pulau Bawean berkisar antara 115,32–810,69 ton C/ha. Cadangan karbon yang tersimpan pada sedimen memiliki nilai berkisar antara 1,86–8,37 ton C/ha. Jenis substrat dan kerapatan lamun memiliki pengaruh terhadap karbon yang tersimpan di padang lamun dibuktikan dengan angka cadangan karbon tertinggi ada di stasiun 1. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa padang lamun berperan sebagai penyerap karbon (*carbon sink*) yang dapat berkontribusi terhadap mitigasi perubahan iklim.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, S. dan Romadhon, A. 2020. Hubungan Porsen Penutupan Lamun dengan Kepadatan Echinodermata di Pulau Bawean Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Juvenil*, **1**(1): 132-140.
- Aji, F. B., Febrianto, S., dan Afiati, N. 2020. Estimasi Stok Karbon di Padang Lamun Pulau Nyamuk dan Pulau Kemujan, Balai Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, **12**(3): 805-819.
- Alcoverro, T., Manzarena, M., and Romero, J. 2001. Annual metabolic carbon balance of the seagrass *Posidonia oceanica*: The importance of carbohydrate reserves. *Marine Ecology Progress Series*, **1**(211): 105- 116.
- Asirah, N., Rani, C., dan Lanuru, M. 2019. Pengaruh keterbukaan gelombang dan zona pasang surut terhadap biomassa lamun di Perairan Pulau Barrangcaddi. Universitas Hassanudin Makassar. Prosiding Simposium Nasional Kelautan dan Perikanan VI. 279-288 pp.
- Asriyana dan Yuliana. 2012. Produktivitas Perairan. Bumi Aksara. Jakarta. 300 hal.
- Azkab, M.H. 2007. Status Sumberdaya Padang Lamun di Teluk Gili manuk, Taman Nasional Bali Barat, in Ruyitno (ed.) Status Sumberdaya Laut Teluk Gili manuk, Taman Nasional Bali Barat. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI, pp. 10–16.
- Burke, L., Kura, Y., Kassem, K., Revenga, C., Spalding, M., and McAllister, D. 2001. Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems. World Resources Institute. Washington DC. 71 p.
- Cahyadi, A., Sayekti, R. R., dan Suprayogi, S. 2017. *Estimasi Potensi Penyerapan Karbondioksida Atmosfer di Daerah Tangkapan Air Sistem Bawah Tanah Goa Pindul sebagai Upaya untuk Menekan Pemanasan Global*. Laporan Penelitian. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. 13 hal.
- Cyle, K. T., Hill, N., Young, K., Jenkins, T., Hancock, D., Schroeder, P. A., and Thompson, A. 2016. Substrate quality influences organic matter accumulation in the soil silt and clay fraction. *Soil Biology and Biochemistry*, **103**: 138-148.
- Dahl, M., M.E. Aslund, M. Bjork, D. Deyanova, E. Infantes, M. Isaeus, A.N. Sandman, and M. Gullstrom. 2020. The influence of hydrodynamic exposure on carbon storage and nutrient retention in eelgrass (*Zostera marina* L) meadows on the Swedish

- Skagerrak coast. *Scientific Reports*, **10**(13666): 1-13.
- Dewi, C. S. U., Subhan, B., dan Arafat, D. 2017. Keragaman, kepadatan dan penutupan lamun di perairan Pulau Biak, Papua. *DEPIK: Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, **6**(2):122- 127.
- Duarte, C. M. and Jensen, D. K. 2017. Export of seagrass meadows contribution to marine carbon sequestration. *Frontiers in Marine Science*, **4**(13): 1-7.
- Fourqurean, J. W., Johnson, B., Kauffman, J.B., Kennedy, H., Emmer, I., Howard, J., Pidgeon, E., Serrano, O. 2014. Conceptualizing the project and Developing a Field Measurement Plan: Coastal Blue Carbon, Methods for Assessing Carbon Stock and Emissions factor in Mangrove, Tidal Salt Marsh and Seagrass Meadow. The Blue Carbon Initiative. 39 - 107 hal
- Ganefiani, A., S. Suryanti, dan Latifah, N. 2019. Potensi Padang Lamun sebagai Penyerap Karbon di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. *Saintek Perikanan*, **14**(2): 115-122.
- Harimbi, K.A., Taufiq-Spj, N., dan Riniatsih, I. 2019. Potensi penyimpanan karbon pada lamun spesies *Enhalus acoroides* dan *Cymodocea serrulata* di Perairan Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*, **8**(2): 109-115.
- Hartati, R., Djunaidi, A., Haryadi, dan Mujiyanto. 2012. Struktur komunitas padang lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa. *J. Ilmu Kelautan*, **17**(4): 217-225.
- 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. *Buletin Oseanografi Marina*, **6**(1):74- 81.
- Hidayah, Z., Romadhon, A., Witjarnoko, Y. 2018. Penilaian Kerentanan Wilayah Pesisir Selatan Pulau Bawean terhadap Kenaikan Muka Air Laut. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, **20**(2): 87-94.
- Howard, J., S. Hoyt, K. Isesensee, E. Pidgeon, and M. Telszewski. 2014. Coastal blue carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA. 180 p.
- Indriani, Wahyudi, A. J., dan Yona, D. 2017. Cadangan Karbon di Area Padang Lamun Pesisir Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, **2**(3): 1-11.
- Irawan, A., dan Matuankotta, C. 2015. *Enhalus acoroides*, Lamun terbesar di Indonesia. *Oseana*, **40**(1): 19-26.
- Kauffman, J. B., dan Donato, D. C. 2012. Protocols for the Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass dan Carbon Stocks in Mangrove Forest. CIFOR.
- Kawaroe, M., Nugraha, A. H., dan Juraij. 2016. Ekosistem Padang Lamun. IPB Press. Bogor. 114 hal.
- Kennedy, H., Beggins, J., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Holmer, M., Marba, N., and Middelburg, J. J. 2010. Seagrass sediment as a global carbon sink: Isotropic constraints. *Global Biogeochemical Cycles*, **24**(1): 1-8.
- Marwanto. 2017. *Kondisi Ekosistem Padang Lamun di Perairan Desa Mantang Baru Kecamatan Mantang Kabupaten Bintan Provinsi Kepulauan Riau*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.

- Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjung Pinang. 61 hal.
- McKenzie, C. S., Campbell, S. J., and Roder, C. A. 2003. *Seagrasswatch: Manual for mapping & monitoring seagrass resources by community (citizen) volunteers* 2nd edition. The state of Queensland, Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland, 104p.
- Nordlund, L., Koch, E. W., Barbier, E. B., and Creed, J. C. 2016. Seagrass Ecosystem Services and Their Variability Across Genera and Geographical Regions. *PLoS ONE*, **11**(10): 1-23.
- Nugraha, A.H., Srimariana, E. S., Kawaroe, M., dan Jaya, I. 2019. Struktur ekosistem lamun di desa Teluk Bakau, pesisir bintang timur Indonesia. *J. Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, **8**(2): 87-96.
- Patty, S. I. dan Rifai, H. 2013. Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Pulau Mantehage, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, **1**(4): 177-186.
- Rahayu, Y. P., Solihuddin, T., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Salim, H., Rixen, T., and Hutahaeen, A. A. 2019. The sources of organic matter in seagrass sediments and their contribution to carbon stock in Spermonde Islands, Indonesia. *Aquatic Geochemistry*, **25**(1): 161-178.
- 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., U. Hernawan, K. McMahan, B. Prayudha, H.B. Prayitno, A.J. Wahyudi, and M. Vanderklift. 2019. Blue Carbon in Seagrass Ecosystem: Guideline for The Assessment of Carbon Stock And Sequestration In Southheast Asia. 2019. Asean Sub Committee on Marine Science and Technology (SCMSAT). Indonesia. 112 p.
- Repolho, T., Duarte, B., Dionisio, G., Paula, J. R., Lopes, A. R., Rosa, I. C., Grilo, T. F., Ccador, I., Calado, R., and Rosa, R. Seagrass physiological Performance Under Ocean Warming and Acidification. *Sci. Reports.*, **7**(41443): 1-12.
- Runtuboi, F., Nugroho, J., dan Rahakratat, Y. 2018. Biomassa dan Penyerapan Karbon oleh Lamun *Enhalus acroides* di Pesisir Teluk Gunung Botak Papua Barat. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, **2**(2): 91-102.
- Rustam, A., Sudirman, N., Ati, R. N. A., Salim, H. L., dan Rahayu, Y. P. 2017. Seagrass ecosystem carbon stock in the small islands: case study in Spermonde island, South Sulawesi, Indonesia. *J. Segara*, **13**(2): 97–106.
- Rustam, A., Adi, N. S., Daulat, A., Kiswara, W., Yusup, D. S. dan Rappe, R. A., 2019. Pedoman pengukuran karbon di ekosistem padang lamun. Bandung: ITB Press, pp. 39–52.
- Santiseban, J. I., Mediavilla, R., Lopez-Pamo, E., Dabrio, C. J., Zapata, M. B. R., Garcia, M. J. G., Castano, S., and Martinez-Alfaro, P. E. 2004. Loss on ignition: a qualitative or quantitative method for organic matter and carbonate mineral content in sediments. *Journal of Paleolimnology*, **32**(3): 287-299.
- Sari P. L., Adriman, dan Fauzi M. 2020. Jenis dan Kerapatan Lamun di Perairan Teluk Madong Kampung Bugis Kota Tanjungpinang Kepulauan Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, **1**(1): 2722-6026.
- Sjahrie, N. D. M., Hernawan, U. E., Prayudha, B., Supriyadi, I. H., Iswari, M. Y., Anggraini, K., Rahmawati S., dan Suyarso. 2018. Status Padang Lamun Indonesia 2018. Pusat

- Penelitian Oseanografi LIPI. Jakarta. 39 hal.
- Tokoro, T., Hosokawa, S., Miyoshi, E., Tada, K., Watanabe, K., Montani, S., Kayanne, H., and Kuwae, T. 2014. Net Uptake of Atmospheric CO₂ by Coastal Submerged Aquatic Vegetation. *Global Change Biology*, **20**(6): 1873- 1884.
- Wood, E. M. 1987. Subtidal ecology. Edward Arnold. London. 125 p.