

## Estimasi Konsentrasi dan Stok Karbon Organik pada Sedimen Lamun di Desa Selangan, Kalimantan Timur

Andi Fitri Sakmiana<sup>1</sup>, Mohammad Sumiran Paputungan<sup>1\*</sup>, Widya Kusumaningrum<sup>1</sup>, Susi Rahmawati<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman  
Jl. Gunung Tabur Kampus Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Riset Oseanografi, Badan Riset dan Inovasi Nasional  
Jl. Pasir Putih Raya No.1, Ancol, Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14430 Indonesia

\*Corresponding author, e-mail: sumiranpaputungan@fpik.unmul.ac.id

**ABSTRAK:** Informasi mengenai stok karbon di sedimen ekosistem lamun di Indonesia masih sedikit, khususnya di Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi stok karbon organik pada sedimen lamun yang berada di perairan sekitar Desa Selangan, pesisir Bontang. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada bulan September 2021, dengan menggunakan pipa PVC yang berdiameter 7 cm dengan panjang 130 cm. Pengambilan sampel sedimen berjumlah 3 core dimulai dari titik lamun yang berdekatan dengan ekosistem mangrove ke arah laut dengan jarak 50 m antar stasiun. Konsentrasi karbon organik sedimen diukur menggunakan metode loss on ignition (LOI) yang dilakukan di Laboratorium Botani Pusat Riset Oseanografi BRIN. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi karbon organik pada lokasi penelitian berkisar 1,70-4,90% dengan nilai rata-rata sebesar  $2,72 \pm 0,20$  %. Estimasi stok karbon sedimen lamun yang terdapat di perairan sekitar Desa Selangan adalah 210,94 Mg C/ha. Tidak terdapat perbedaan signifikan pada konsentrasi dan stok karbon organik antar lapisan sedimen. Namun, kedua nilai tersebut cenderung rendah pada lokasi lamun yang berada jauh dari ekosistem mangrove.

**Kata kunci:** Sedimen; Karbon Organik; Lamun; Desa Selangan; Stok

### *Estimation of Organic Carbon Concentration and Storage in Sediment of Seagrass in Selangan, East Kalimantan*

**ABSTRACT:** *The available information on sediment organic carbon stock data of the seagrass ecosystem in Indonesia is limited, especially in East Kalimantan. This study aimed to estimate the concentration and stock of organic carbon in seagrass sediment in Selangan, a coastal area of Bontang. Field activities to collect sediment samples were done in September 2021 by using 7-diameter PVC tube core with 130 cm length. Three sediment cores were collected from seagrass adjacent to mangrove ecosystem with 50 m interval between the cores toward the sea. Organic carbon concentration in sediment measured by using loss on ignition method that was performed in Botanical Laboratory of Research Center for Oceanography BRIN. The results showed that the concentration of organic carbon at the study sites ranged from 1.70-4.90% with average at  $2.72 \pm 0.20$ %. Organic carbon stocks in seagrass sediments in Selangan were estimated at 210.94 Mg C/ha. Both sediment organic carbon concentration and storage values were no significant difference through the layer of sediments. However, both values tend to low in seagrass sediment which were far from mangrove ecosystem.*

**Keywords:** *Sediment; Organic Carbon; Seagrass; Selangan; Stock*

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki luas ekosistem lamun kurang lebih 293.464 ha yang memiliki peran penting bagi ekosistem laut dangkal karena merupakan habitat ikan dan biota perairan lainnya (Sjafrie *et al.*, 2018). Selain itu, secara global, ekosistem lamun di estimasi memiliki laju penyimpanan karbon yang

lebih tinggi (138 gC/m<sup>2</sup>tahun) dibandingkan dengan hutan daratan di wilayah beriklim sedang/*temperate*, tropis, dan Boreal dengan nilai masing-masing yaitu 5,1 gC/m<sup>2</sup>/tahun, 4,0 gC/m<sup>2</sup>/tahun, dan 4,6 gC/m<sup>2</sup>/tahun (McLeod *et al.*, 2011). Lebih lanjut, per unit area lamun diduga mampu menyimpan karbon hingga 600 Mg C/ha di dalam sedimen dengan kedalaman hingga 1 m, yang mana lebih tinggi daripada stok karbon di hutan daratan yaitu <400 Mg C/ha (Fourqurean *et al.*, 2012). Oleh karena itu, ekosistem lamun sangat cocok untuk dimasukkan ke dalam kebijakan mitigasi perubahan iklim (Howard *et al.*, 2017)

Ekosistem lamun di Indonesia secara keseluruhan diperkirakan menyimpan 368,5 Tg karbon, dengan simpanan karbon di bagian sedimen diperkirakan 129,9 Mg C/ha (Alongi *et al.*, 2016). Estimasi tersebut lebih rendah jika dibandingkan estimasi global yang diperkirakan oleh Fourqurean *et al.* (2012). Diduga karena kurangnya ketersediaan inventarisasi data stok karbon bagian sedimen lamun dalam hasil penelitian Alongi *et al.* (2016), menyebabkan estimasi stok karbon yang tersimpan di bagian sedimen lamun di Indonesia belum terhitung dengan menyeluruh atau *underestimate*. Beberapa hasil penelitian terkini terhadap pengukuran stok karbon di ekosistem lamun di Indonesia juga lebih banyak dilakukan pada bagian biomassa, antara lain yang telah dilakukan di perairan Pulau Bintan (Khairunnisa *et al.*, 2018), di perairan Jepara (Ratnasari *et al.*, 2020; Sophianto *et al.*, 2020; Aji *et al.*, 2020), di perairan Pulau Bali (Lestari *et al.*, 2020) dan di perairan Utara Papua (Nugraha *et al.*, 2020).

Hasil kompilasi data penelitian stok karbon di ekosistem lamun di Indonesia yang telah dihimpun oleh Lembaga Penelitian Indonesia menunjukkan stok karbon di bagian biomassa lamun Indonesia adalah 0,94 Mg C/ha (Wahyudi *et al.*, 2018). Hasil penelitian stok karbon di ekosistem lamun di Indonesia masih terbatas pada bagian biomassa (Wahyudi *et al.*, 2020). Data stok karbon di ekosistem lamun secara menyeluruh penting untuk di inventarisasi karena menurut Howard *et al.* (2017) dan Wahyudi & Febriani (2021) bahwa data stok karbon diperlukan untuk mengukur potensi emisi dan serapan karbon dalam kebijakan mitigasi perubahan iklim. Selain itu data tersebut dapat menjadi acuan informasi untuk meningkatkan perlindungan ekosistem dalam menyerap dan menyimpan karbon (Howard *et al.*, 2017).

Berdasarkan sebaran data riset karbon biru Indonesia yang dihimpun oleh Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Wahyudi *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa ketersediaan data stok karbon pada ekosistem lamun di Provinsi Kalimantan Timur masih terbatas, terutama pada bagian sedimen. Kota Bontang merupakan salah satu wilayah di Kalimantan Timur yang memiliki ekosistem lamun seluas 13.990,8 ha (Oktawati *et al.*, 2018). Salah satu wilayah pesisir Bontang yang memiliki ekosistem lamun terdapat di dekat Desa Selangan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengestimasi konsentrasi dan stok karbon organik di sedimen ekosistem lamun yang berada di Desa Selangan.

## MATERI DAN METODE

Pengambilan sampel sedimen lamun dilakukan pada bulan September 2021 di ekosistem lamun yang terdapat di perairan sekitar Desa Selangan, Bontang Provinsi Kalimantan Timur (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan dari titik lamun yang berdekatan dengan ekosistem mangrove ke arah laut dengan jarak 50 m antar stasiun. Koordinat lokasi pengambilan sampel yaitu Stasiun 1 berada pada 0°03'56,74" LU dan 117°30'18.67" BT, Stasiun 2 berada pada 0°03'58,18" LU dan 117° 30'17.91" BT, dan Stasiun 3 berada pada 0°03'59,82" LU dan 117°30'17.55" BT. Analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Botani Pusat Riset Oseanografi Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN).

Sampel sedimen diambil dengan menggunakan pipa PVC berdiameter 7 cm dan panjang 130 cm (metode *coring*). Faktor koreksi akibat kompaksi saat proses pengambilan *core* sedimen dihitung menggunakan metode Howard *et al.* (2014), yang bertujuan untuk mengukur interval kedalaman sampel yang terkoreksi. Sampel sedimen dibekukan pada suhu -20°C dan dibawa ke laboratorium untuk pengukuran konsentrasi karbon organik.

Sampel sedimen (hasil *coring*) yang masih utuh terlebih dahulu dianalisis secara visual terhadap karakteristik umum *core* sampel diantaranya kondisi, warna, tekstur sedimen. Sampel *core*

sedimen tersebut dipotong dengan interval 5 cm. Tiap sub-sampel tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 60°C hingga mencapai berat kering yang stabil. Perbandingan antara berat kering dan volume sedimen dihitung sebagai nilai *bulk density* (Howard *et al.*, 2014).

Materi organik seperti akar dan rimpang lamun dipisah dari sampel sedimen. Kemudian sampel sedimen digerus menggunakan *mortar* dan *pestle* hingga halus dan homogen. Selanjutnya analisis konsentrasi karbon organik pada setiap sub-sampel sedimen dilakukan dengan menggunakan metode *loss on ignition* (LOI), dengan cara pengabuan menggunakan metode pembakaran pada suhu 550°C selama 12 jam (Wang *et al.*, 2011). Hasil pengukuran LOI (%) digunakan pada persamaan perhitungan konsentrasi karbon organik di sedimen ( $S_{-OCC}$ ) dengan menggunakan faktor konversi (persamaan 1 atau persamaan 2) yang dikembangkan oleh Fourqorean *et al.* (2012) sebagai berikut:

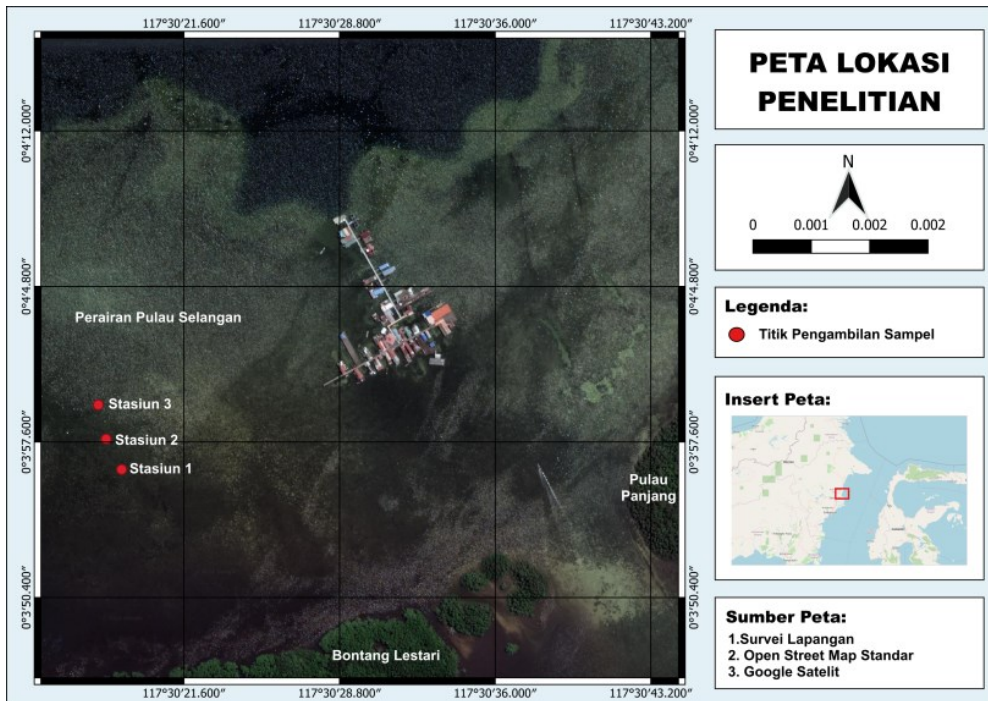
$$S_{-OCC} (\%) = 0,40 * \%LOI - 0,21, \text{ jika } \%LOI < 20\% \quad (1)$$

$$S_{-OCC} (\%) = 0,43 * \%LOI - 0,33, \text{ jika } \%LOI > 20\% \quad (2)$$

Stok karbon organik pada setiap sub-sampel sedimen dihitung dengan cara mengalikan nilai *bulk density* (DBD) dengan konsentrasi karbon organik dan ukuran ketebalan sub-sampel sedimen (persamaan 3). Total stok karbon dalam sedimen pada setiap stasiun dihitung dengan menjumlahkan seluruh stok karbon pada sub-sampel sedimen dalam satu *core* stasiun yang sama. Satuan stok karbon dikonversi ke dalam bentuk Mg C/ha.

$$\text{Stok karbon (g C/cm}^2\text{)} = \text{DBD} \times S_{-OCC} \times \text{ketebalan sub sampel sedimen} \quad (3)$$

Analisis statistik *one way* ANOVA dilakukan untuk melihat perbedaan data konsentrasi karbon organik dan stok karbon antar lapisan kedalaman sedimen dan antar stasiun. Uji normalitas terhadap data menggunakan metode *Shapiro-Wilk test* terlebih dahulu dilakukan sebelum uji *one way* ANOVA. Uji Tukey's HSD dilakukan apabila hasil uji *one way* ANOVA terdapat perbedaan signifikan. Analisis statistik ini dilakukan menggunakan program *open-source* Python versi 3.4.



**Gambar 1.** Lokasi pengambilan sampel

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan secara visual, pada umumnya kondisi tekstur sedimen lamun di lokasi penelitian cenderung berpasir dan terdapat pecahan karang (Tabel 1). Profil warna sedimen secara vertikal terlihat berbeda, namun secara keseluruhan berwarna gelap di bagian permukaan. Warna sedimen di lapisan tengah (10-40 cm) cenderung berwarna abu-abu dan semakin ke lapisan bawah sedimen terlihat berwarna terang. Kondisi sedimen di Stasiun 3 pada lapisan >30 cm didapati dalam kondisi tidak utuh.

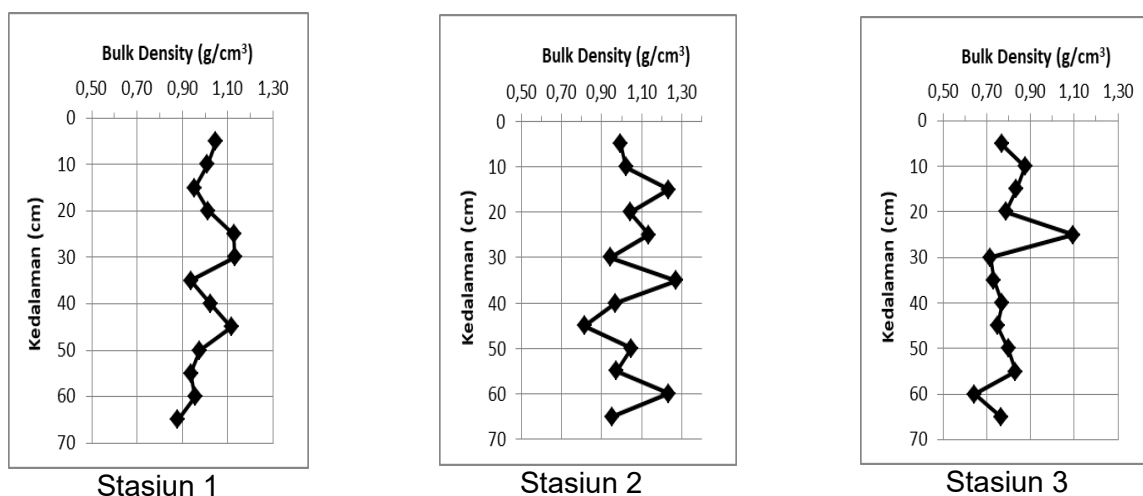
**Tabel 1.** Data kualitatif kondisi *core* sedimen

Stasiun	Interval	Kondisi Sedimen	Karakteristik
1	0-5 cm	Utuh	Berpasir, terdapat hewan moluska, dan sedimen berwarna hitam keabu-abuan
	5-10 cm	Utuh	
	10-15 cm	Utuh	Berpasir, terdapat pecahan karang, terdapat hewan moluska, dan sedimen berwarna hitam keabu-abuan
	15-20 cm	Utuh	
	20-25 cm	Utuh	
	25-30 cm	Utuh	
	30-35 cm	Utuh	
	35-40 cm	Utuh	
	40-45 cm	Utuh	
	45-50 cm	Utuh	Berpasir, terdapat pecahan karang, dan sedimen berwarna abu-abu
	50-55 cm	Utuh	
	55-60 cm	Utuh	
	50-65 cm	Utuh	
	2	0-5 cm	Utuh
5-10 cm		Utuh	
10-15 cm		Utuh	Berpasir, terdapat pecahan karang, warna sedimen terlihat gradasi hitam keabu-abuan
15-20 cm		Utuh	
20-25 cm		Utuh	
25-30 cm		Utuh	
30-35 cm		Utuh	
35-40 cm		Utuh	
40-45 cm		Utuh	
45-50 cm		Utuh	Berlumpur, terdapat pecahan karang, sedimen berwarna abu-abu
50-55 cm		Utuh	
55-60 cm		Utuh	
50-65 cm		Utuh	
3		0-5 cm	Utuh
	5-10 cm	Utuh	
	10-15 cm	Utuh	Berpasir, terdapat lamun, terdapat hewan moluska, sedimen berwarna abu-abu kehitaman
	15-20 cm	Utuh	
	20-25 cm	Utuh	
	25-30 cm	Tidak utuh	Berpasir, terdapat pecahan karang, molusca, sedimen berwarna abu-abu
	30-35 cm	Tidak utuh	
	35-40 cm	Tidak utuh	
	40-45 cm	Tidak utuh	
	45-50 cm	Tidak utuh	
	50-55 cm	Tidak utuh	
	55-60 cm	Tidak utuh	
	50-65 cm	Tidak utuh	

Berdasarkan profil kedalaman sedimen, *bulk density* sedimen lamun pada lokasi penelitian di Stasiun 1 berkisar 0,88-1,13 g/cm<sup>3</sup>, di Stasiun 2 berkisar 0,82-1,27 g/cm<sup>3</sup>, dan di Stasiun 3 berkisar 0,64-1,10 g/cm<sup>3</sup> (Gambar 2). Secara keseluruhan nilai rata-rata *bulk density* pada lokasi penelitian sebesar 0,95 ±0,13 g/cm<sup>3</sup>, dengan rata-rata per stasiun adalah Stasiun 1 sebesar 1,01 ±0,08 g/cm<sup>3</sup>, nilai *bulk density* pada sedimen lamun di Stasiun 2 sebesar 1,05 ±0,13 g/cm<sup>3</sup>, dan yang terendah terdapat pada sedimen lamun di Stasiun 3 sebesar 0,80 ±0,11 g/cm<sup>3</sup>. Struktur sampel sedimen pada Stasiun 1 dan Stasiun 2 masih dalam kondisi utuh, namun pada Stasiun 3 struktur sedimen dalam kondisi tidak utuh (Tabel 1). Struktur sampel sedimen pada stasiun 3 yang tidak utuh diduga disebabkan oleh *nail effect* yang dipicu oleh karang yang ada pada sedimen, yang mana mengakibatkan tidak terambilnya sedimen di dalam core pipa PVC pada saat pengambilan sampel (Howard *et al.*, 2014). Hal tersebut menyebabkan berkurangnya jumlah sedimen dalam satuan volume sampel saat perhitungan *bulk density*, yang mana *bulk density* dihitung dari berat kering sedimen per satuan volume sedimen yang dinyatakan dalam g/cm<sup>3</sup> (Howard *et al.*, 2014)).

Nilai *bulk density* di lokasi penelitian tidak jauh berbeda jika dibandingkan dengan *bulk density* sedimen lamun di perairan Halmahera Timur yang berkisar 0,82-1,23 g/cm<sup>3</sup> (Mashoreng *et al.*, 2018) dan rata-rata untuk sedimen lamun secara global yaitu 1.03 ±0.02 g/cm<sup>3</sup> (Fourqrean *et al.*, 2012). Berdasarkan profil nilai *bulk density* di lokasi penelitian dan Tabel 1, diduga tekstur sedimen di lokasi penelitian didominasi oleh pasir karena nilainya cenderung mendekati dan melebihi 1 g/cm<sup>3</sup>. Menurut Marchio *et al.* (2016) *bulk density* yang melebihi 1 g/cm<sup>3</sup> menunjukkan sedimen yang bertekstur pasir.

Konsentrasi karbon organik berdasarkan profil kedalaman sedimen pada lokasi penelitian di Stasiun 1 berkisar 2,09-4,90%, di Stasiun 2 berkisar 2,07-3,67%, dan di Stasiun 3 berkisar 1,70-3,68% (Gambar 3). Distribusi vertikal karbon organik berdasarkan profil kedalaman sedimen terlihat tidak berbeda signifikan (*p-value* >0,05). Tren konsentrasi karbon organik di lapisan permukaan (0-5 cm) dari ketiga stasiun secara konsisten menunjukkan penurunan konsentrasi karbon organik (Gambar 3). Hal ini diduga dipengaruhi oleh kondisi tekstur sedimen pada lapisan tersebut. Berdasarkan visualisasi tekstur sedimen (Tabel 1) dan nilai *bulk density* (Gambar 2), diduga kondisi sedimen di ekosistem lamun di lokasi penelitian cenderung berpasir. Sedimen berpasir mengindikasikan bahwa lingkungan pengendapan sedimen di perairan tersebut dipengaruhi oleh arus dan gelombang yang relatif kuat (Nugroho & Basit, 2014). Hal inilah yang diduga menyebabkan sedimen di bagian permukaan yang cenderung berpasir teraduk dan mengakibatkan rendahnya nilai karbon organik pada sedimen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Taqwa *et al.* (2014) bahwa partikel dan pori-pori sedimen yang besar pada sedimen berpasir dapat menyebabkan bahan organik mudah



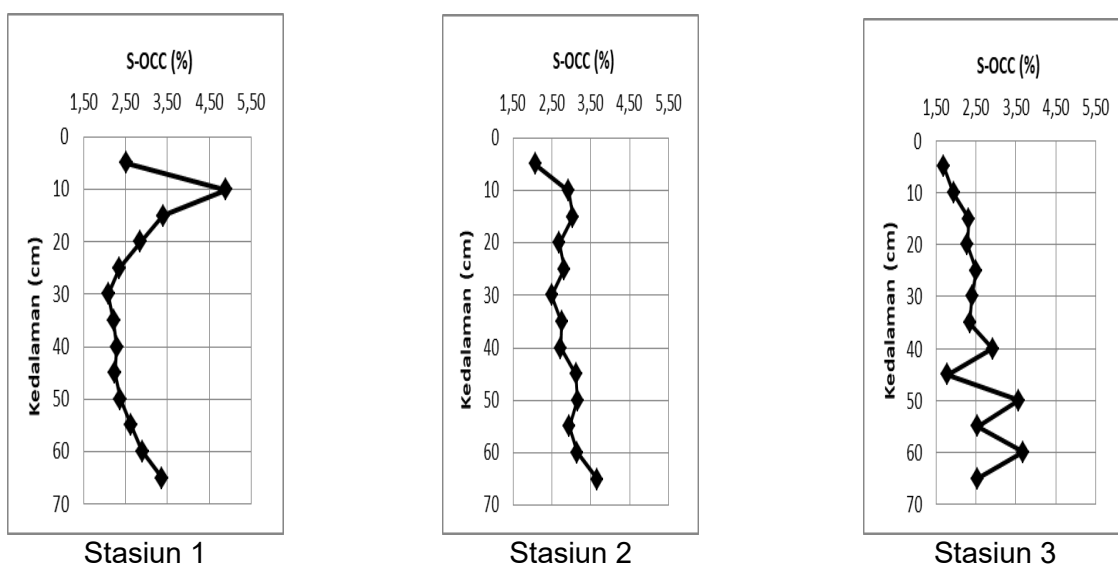
**Gambar 2.** Profil *bulk density* sedimen

terbawa arus dan sulit mengendap. Lingkungan yang tidak tenang menyebabkan bahan organik sulit terakumulasi ke permukaan sedimen (Choirudin *et al.*, 2014). Sehingga, pada sedimen berpasir diduga cenderung memiliki konsentrasi karbon organik yang rendah (Fifianingrum *et al.*, 2020)

Secara keseluruhan, rata-rata konsentrasi karbon organik pada lokasi penelitian sebesar  $2,72 \pm 0,20\%$ . Konsentrasi karbon organik di sedimen tidak menunjukkan perbedaan signifikan antar stasiun ( $p\text{-value} > 0,05$ ), namun profil karbon di beberapa lapisan sedimen bagian atas (0-20 cm) cenderung rendah di Stasiun 3 (Gambar 3). Hal tersebut diduga disebabkan oleh kontribusi akumulasi karbon organik yang dipengaruhi oleh biomassa lamun yang lebih tinggi di Stasiun 1 dan di Stasiun 2 dibandingkan dengan biomassa lamun di Stasiun 3. Dugaan tersebut didasari oleh kondisi lapisan sedimen 0-20 cm di Stasiun 1 dan Stasiun 2 yang cenderung berwarna gelap/hitam (Tabel 1), dimana menurut Klingler *et al.* (2020) bahwa sedimen berwarna gelap mengindikasikan konsentrasi karbon organik yang tinggi. Tingginya konsentrasi karbon organik di sedimen dapat disebabkan oleh tingginya biomassa lamun (Serrano *et al.*, 2016). Kondisi lamun dengan biomassa yang tinggi tersebut dapat membantu proses akumulasi partikel sedimen berukuran halus sehingga meningkatkan konsentrasi karbon organik di sedimen (Armitage & Fourqurean, 2016). Namun dalam penelitian ini biomassa lamun tidak dihitung, sehingga diperlukan penelitian lanjutan terhadap pengukuran biomassa lamun di area lokasi penelitian.

Stasiun 1 yang berada lebih dekat dengan ekosistem mangrove diduga mendapatkan tambahan akumulasi bahan organik yang berasal dari ekosistem mangrove yang terbawa oleh arus perairan. Ekosistem lamun dapat mengakumulasi karbon organik yang berasal dari luar sistem atau sumber *allochthonous* yang dipindahkan oleh pergerakan arus perairan (Howard *et al.*, 2014; York *et al.*, 2018), sehingga sumber bahan organik yang berasal dari ekosistem mangrove dapat terakumulasi di sedimen lamun (Chen *et al.*, 2017). Penelitian lanjutan terhadap biomassa lamun, tekstur sedimen, nilai potensial redoks, dan isotop stabil karbon pada sampel sedimen perlu dilakukan untuk lebih menjelaskan tentang profil dinamika karbon pada sedimen lamun di lokasi penelitian.

Total estimasi stok karbon di sedimen lamun yang terdapat di perairan sekitar Desa Selangan berjumlah 210,94 Mg C/ha. Tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap distribusi stok karbon berdasarkan kedalaman ( $p\text{-value} > 0,05$ ). Berdasarkan perbandingan antar stasiun, terdapat perbedaan signifikan antara stok karbon di Stasiun 3 terhadap stok karbon di Stasiun 1 dan Stasiun 2 ( $p\text{-value} < 0,05$ ). Stasiun 3 memiliki nilai stok karbon yang rendah yaitu 182,44 Mg C/ha, dibandingkan dengan stok karbon di Stasiun 1 dan Stasiun 2 yang secara berurutan yaitu 212,15 Mg C/ha dan 238,23 Mg C/ha (Gambar 4).

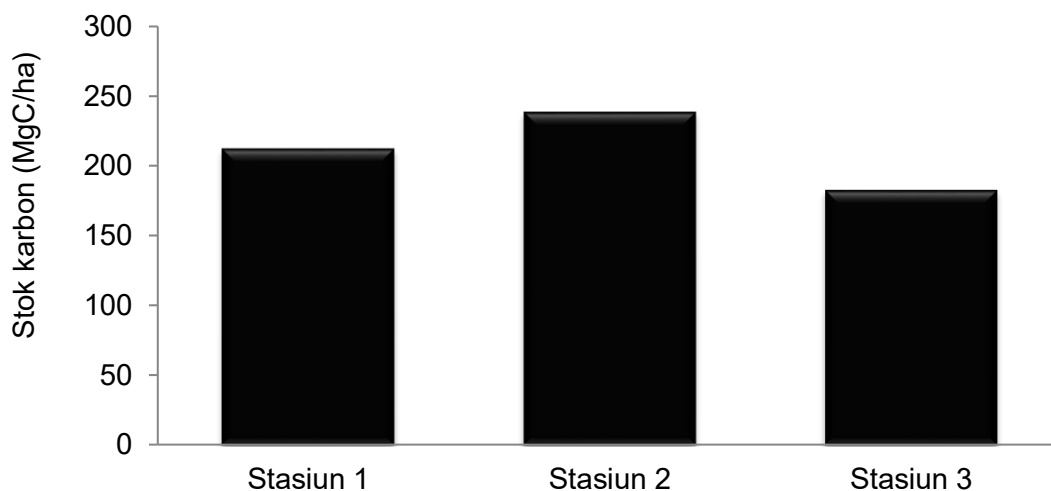


**Gambar 3.** Konsentrasi karbon organik ( $S_{OC}$ ) di sedimen

Rendahnya stok karbon di Stasiun 3 disebabkan oleh profil konsentrasi karbon organik yang rendah di lapisan sedimen Stasiun 3, terutama di lapisan 0-20 cm (Gambar 3). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa sedimen lamun yang lokasinya berada jauh dari ekosistem mangrove memiliki stok karbon yang lebih rendah dibandingkan dengan sedimen lamun yang berada dekat dengan lokasi ekosistem mangrove. Hasil serupa juga ditemukan oleh Chen *et al.* (2017) dalam penelitiannya terhadap profil stok dan konsentrasi karbon organik di sedimen lamun, yang mana semakin ke arah laut atau semakin menjauhi ekosistem mangrove, nilainya semakin berkurang.

Hasil perhitungan stok karbon di sedimen lamun sekitar perairan Desa Selangan ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan stok karbon di sedimen lamun perairan Dompok (103,8 Mg C/ha) dan perairan Berakit (91,0 Mg C/ha) di Pulau Bintan yang diestimasi oleh Hertyastuti *et al.* (2020) dan di sedimen lamun Pulau Bonetambung (9,6 Mg C/ha) dan Pulau Lae-Lae di Sulawesi Selatan yang diestimasi oleh Yushra *et al.* (2020). Hal tersebut diduga disebabkan oleh kedalaman lapisan sedimen yang digunakan untuk menghitung stok karbon dalam penelitian ini lebih dalam (65 cm) dibandingkan dengan penelitian Hertyastuti *et al.* (2020) yaitu 50 cm dan Yushra *et al.* (2020) yaitu 30 cm. Estimasi stok karbon dalam penelitian ini juga lebih tinggi daripada estimasi stok karbon sedimen lamun di Indonesia yang dilakukan oleh Alongi *et al.* (2016), namun lebih rendah dibandingkan estimasi global menurut Fourqurean *et al.* (2012) yang mana mengestimasi stok karbon sedimen hingga kedalaman 1 meter. Diduga kedalaman sampel sedimen yang digunakan dalam menghitung stok karbon dapat memengaruhi tinggi rendahnya perhitungan stok karbon bagian sedimen. Meskipun demikian, nilai konsentrasi karbon organik yang diperoleh dalam penelitian ini ( $2,72 \pm 0,20\%$ ) tidak jauh berbeda dibandingkan dengan nilai rata-rata konsentrasi karbon organik di sedimen lamun secara global menurut Fourqurean *et al.* (2012) yaitu  $2,5 \pm 0,1\%$ .

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal tentang potensi simpanan karbon organik di sedimen ekosistem lamun yang ada di Perairan Bontang Kalimantan Timur, khususnya di area lamun sekitar Desa Selangan, sehingga dapat menambah nilai konservasi terhadap ekosistem lamun di area tersebut. Tambahan lokasi pengambilan sampel dan penambahan ukuran panjang kedalaman sampel sedimen hingga 1 m perlu dilakukan untuk menambah keakuratan informasi terhadap inventarisasi data stok karbon organik di sedimen lamun. Ketersediaan data tersebut penting karena pada kondisi ekosistem lamun yang rusak diduga jumlah karbon organik pada kedalaman 1 m berpotensi berubah menjadi CO<sub>2</sub> yang dapat teremis kembali ke atmosfer (Fourqurean *et al.*, 2012; Howard *et al.*, 2017). Sehingga tersedianya data tersebut dapat menambah inventarisasi data gas rumah kaca untuk sektor pesisir dan laut (khususnya pada ekosistem *blue carbon*) yang kemudian dapat digunakan untuk perhitungan potensi emisi gas rumah kaca dari ekosistem lamun dalam penyusunan kebijakan mitigasi perubahan iklim di tingkat daerah maupun nasional (IPCC, 2014; Wahyudi & Febriani, 2021; Howard *et al.*, 2017).



**Gambar 4.** Total stok karbon per titik stasiun

## KESIMPULAN

Simpanan karbon organik di sedimen lamun yang terdapat di sekitar perairan Desa Selangan di estimasi bernilai 210,94 Mg C/ha. Tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap data stok karbon berdasarkan kedalaman lapisan sedimen. Stok karbon terendah terdapat pada lokasi lamun yang berada jauh dari ekosistem mangrove.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini didanai oleh program COREMAP CTI BRIN T.A 2021. Penulis mengucapkan terimakasih kepada I Wayan Eka Dharmawan (Pusat Riset Oseanografi BRIN) yang membantu dalam aktivitas pengambilan sampel dan Nurul Fitriya (Pusat Riset Oseanografi BRIN) yang telah membantu dalam administrasi kegiatan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aji, F.B., Febrianto, S., & Afiati, N., 2020. Estimasi Stok Karbon Di Padang Lamun Pulau Nyamuk Dan Pulau Kemujan, Balai Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3): 805–819. DOI: 10.29244/jitkt.v12i3.31505.
- Alongi, D.M., Murdiyoso, D., Fourqurean, J.W., Kauffman, J.B., Hutahaean, A., Crooks, S., Lovelock, C.E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M., & Pidgeon, E., 2016. Indonesia's blue carbon: a globally significant and vulnerable sink for seagrass and mangrove carbon. *Wetlands Ecology and Management*, 24:3-13. DOI: 10.1007/s11273-015-9446-y
- Armitage, A.R., & Fourqurean, J.W., 2016. Carbon Storage in Seagrass Soils: Long-term Nutrient History Exceeds The Effects of Near-term Nutrient Enrichment. *Biogeosciences*, 13(1): 313–321. DOI: 10.5194/bg-13-313-2016.
- Chen, G., Azkab, M.H., Chmura, G.L., Chen, S., Sastrosuwondo, P., Ma, Z., Dharmawan, I.W.E., Yin, X., & Chen, B., 2017. Mangroves as A Major Source of Soil Carbon Storage in Adjacent Seagrass Meadows. *Scientific Reports*, 7(1):1-10. DOI: 10.1038/srep42406.
- Choirudin, I.R., Supardjo, M.N., & Muskananfolo, M.R., 2014. Studi Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan Makrozoobentos di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(3):168–176. DOI: 10.14710/marj.v3i1.4429.
- Fifianingrum, K.P.N.D., Endrawati, H., & Riniatsih, I., 2020. Simpanan Karbon Pada Ekosistem Lamun di Perairan Alang – Alang dan Perairan Pancuran Karimunjawa, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3): 289–295. DOI: 10.14710/jmr.v9i3.27558.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E.T., Kendrick, G.A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K.J., & Serrano, O., 2012. Seagrass Ecosystems as A Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5(7): 505–509. DOI: 10.1038/ngeo1477.
- Hertyastuti, P.R., Putra, R.D., Apriadi, T., Suhana, M.P., Idris, F., & Nugraha, A.H., 2020. Estimation of Carbon Storage in The Seagrass Meadows Ecosystem of Dompok and Berakit Waters, Riau Islands. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(3):849–862. DOI: 10.29244/jitkt.v12i3.32199.
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Telszewski, M., & Pidgeon, E., 2014. Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses.
- Howard, J., Sutton-Grier, A., Herr, D., Kleypas, J., Landis, E., Mcleod, E., Pidgeon, E., & Simpson, S., 2017. Clarifying The Role of Coastal and Marine Systems in Climate Mitigation. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1): 42–50. DOI: 10.1002/fee.1451.
- IPCC., 2014. 2013. Supplement to The 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Switzerland: IPCC.



- Khairunnisa, K., Setyobudiandi, I., & Boer, M., 2018. Estimasi Cadangan Karbon Pada Lamun Di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10(3): 639–650. DOI: 10.29244/jitkt.v10i3.21397.
- Klingler, S., Cirpka, O.A., Werban, U., Leven, C., & Dietrich, P., 2020. Direct-Push Color Logging Images Spatial Heterogeneity of Organic Carbon in Floodplain Sediments. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125. DOI:10.1029/2020JG005887.
- Lestari, K.I.V., Hendrawan, I.G., & Faiqoh, E., 2020. Estimasi Simpanan Karbon Pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Karang Sewu, Gilimanuk, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 3(1): 40–46. DOI: 10.24843/jmrt.2020.v03.i01.p07.
- Marchio, D.A., Savarese, M., Bovard, B., & Mitsch, W.J., 2016. Carbon Sequestration and Sedimentation in Mangrove Swamps Influenced by Hydrogeomorphic Conditions and Urbanization in Southwest Florida. *Forests*, 7(116). DOI: 10.3390/f7060116.
- Mashoreng, S., Rani, C., Haris, A., Faizal, A., & Yasir, I., 2018. Stok Karbon pada Bagian Atas Sedimen Area Padang Lamun di Halmahera Timur, Maluku Utara. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan XV Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan: Kelautan (KL-06)*. Yogyakarta: Departemen Perikanan - Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, 28 Juli 2018.
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C.M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H., & Silliman, B.R., 2011. A Blueprint for Blue Carbon: Toward an Improved Understanding of The Role of Vegetated Coastal Habitats in Sequestering CO<sub>2</sub>. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10): 552–560. DOI: 10.1890/110004.
- Nugraha, A.H., Tasabaramo, I.A., Hernawan, U.E., Rahmawati, S., Putra, R.D., & Idris, F., 2020. Estimasi Stok Karbon Pada ekosistem Lamun Di Perairan Utara Papua (Studi Kasus : Pulau Liki, Pulau Befondi Dan Pulau Meossu). *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(3):291–298. DOI: 10.14710/jkt.v23i3.7939.
- Nugroho, S.H., & Basit, A., 2014. Sediment Distribution Based On Grain Size Analyses in Weda Bay, Northern Maluku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6(1):229–240. DOI: 10.29244/jitkt.v6i1.8644
- Oktawati, N.O., Sulistianto, E., Fahrizal, W., & Maryanto, F., 2018. Nilai Ekonomi Ekosistem Lamun di Kota Bontang. *EnviroScienteeae*, 14(3):228–236. DOI: 10.20527/es.v14i3.5695.
- Ratnasari, V., Djunaedi, A., & Santoso, A., 2020. Simpanan Karbon *Enhalus acoroides* LF. Royle 1839 (Angiosperms: Hydrocharitaceae) di Pantai Gelaman dan Pantai Alang-Alang, Karimunjawa Jepara. *Journal of Marine Research*, 9(1):35–40. DOI: 10.14710/jmr.v9i1.25303.
- Serrano, O., Lavery, P.S., Duarte, C.M., Kendrick, G.A., Calafat, A., York, P.H., Steven, A., & Macreadie, P.I., 2016. Can Mud (Silt and Clay) Concentration Be Used To Predict Soil Organic Carbon Content Within Seagrass Ecosystems?. *Biogeosciences*, 13(17):4915–4926. DOI: 10.5194/bg-13-4915-2016.
- Sjafrie, N.D.M., Hernawan, U.E., Prayudha, B., Rahmat, Supriyadi, I.H., Iswari, M.Y., Suyarso, Anggraini, K., & Rahmawati, S., 2018. Status Padang Lamun Indonesia 2018. Jakarta: Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI.
- Sophianto, R.P., Endrawati, H., & Hartati, R., 2020. Simpanan Karbon pada Ekosistem Padang Lamun di Perairan Jepara. *Journal of Marine Research*, 9(2):99–108. DOI: 10.14710/jmr.v9i2.25284.
- Taqwa, R.N., Muskananfolo, M.R., & Ruswahyuni., 2014. Studi Hubungan Substrat Dasar Dan Kandungan Bahan Organik Dalam Sedimen Dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos Di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Management of Aquatic Resources Journal*, 3(1):125–133. DOI: 10.14710/marj.v3i1.4429.
- Wahyudi, A.J., Afdal, Adi, N.S., Rustam, A., Hadiyanto., Rahmawati, S., Irawan, A., Dharmawan, I Wayan, E., Prayudha., Bayu, H.H.M., Prayitno, H.B., Rahayu, Yusmiana P Solihudin, T., Ati, R.N.A., Kepel, T.L., Astrid, M.K., Daulat, A., Salim, H.L., Sudirman, N., Suryono, D.D., Kiswara, W., & Supriyadi, I.H., 2018. Potensi Cadangan Dan Serapan Karbon Ekosistem Mangrove dan Padang Lamun Indonesia. Intisari Bagi Pengambil Kebijakan. Jakarta.
- Wahyudi, A.J., & Febriani, F., 2021. Country-specific Emission Factor for Developing a Tier 3 System of Indonesia's Seagrass Carbon Inventory. *IOP Conference Series: Earth and Environmental*

*Science*, 944(1):1–10. DOI: 10.1088/1755-1315/944/1/012058.

- Wahyudi, A.J., Rahmawati, S., Irawan, A., Hadiyanto, H., Prayudha, B., Hafizt, M., Afdal, A.N.S., Rustam, A., Hernawan, U.E., Rahayu, Y.P., Iswari, M.Y., Supriyadi, I.H., 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. Assessing Carbon Stock and Sequestration of the Tropical Seagrass Meadows in Indonesia. *Ocean Science Journal*, 55(1):85–97. DOI: 10.1007/s12601-020-0003-0.
- Wang, Q., Li, Y., & Wang, Y., 2011. Optimizing The Weight Loss-on-ignition Methodology to Quantify Organic and Carbonate Carbon of Sediments From Diverse Sources. *Environmental Monitoring and Assessment*, 174: 241–257. DOI: 10.1007/s10661-010-1454-z.
- York, P.H., MacReadie, P.I., & Rasheed, M.A., 2018. Blue Carbon Stocks of Great Barrier Reef Deep-water Seagrasses. *Biology Letters*, 14(12). DOI:10.1098/rsbl.2018.0529.
- Yushra, Y., Adiguna, G.S., Sasongko, L.W., & Ragil, P.W., 2020. Estimasi Stok Karbon Sedimen Pada Area Padang Lamun Di Kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. *Manfish Journal*, 1(1): 43–57. DOI: 10.31573/manfish.v1i01.41