

Potensi Penyimpanan Karbon pada Lamun Spesies *Cymodocea serrulata* dan *Enhalus acoroides* Di Perairan Jepara

Ken Asti Harimbi, Nur Taufiq-Spj*, Ita Riniatsih

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: taufiqspj_1999@yahoo.com

Abstrak

Pemanasan global telah menjadi perhatian dunia. Riset karbon dilakukan dalam upaya adaptasi dan mitigasi perubahan iklim. Ekosistem pesisir memiliki fungsi penyerap karbon di lautan (*carbon sink*) yang dikenal dengan istilah *blue carbon*. Karbon bebas yang diserap kemudian tersimpan pada sedimen dan organ pada lamun dalam bentuk biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi stok karbon pada lamun jenis *Enhalus acoroides* dan *Cymodocea serrulata* di Teluk Awur, Jepara Jawa Tengah pada Desember 2018. *Sampling survey method* digunakan dalam penelitian ini. Penentuan titik sampling lamun dilakukan dengan metode *purposive sampling* untuk mengetahui nilai kerapatan lamun. Analisis kandungan karbon dengan metode pengabuan, sampel lamun dicuplik 3 individu pada jenis *E. acoroides* dan 6 individu pada jenis *C. serrulata* dari 27 titik sampling. Penghitungan total stok karbon dilakukan dengan konversi data biomassa hasil perhitungan kerapatan lamun menjadi kandungan karbon. Hasil analisis menunjukkan estimasi stok karbon jenis lamun *E. acoroides* (1,07 ton/ha) lebih tinggi daripada *C. serrulata* (0,64 ton/ha). Hal ini dapat disimpulkan bahwa ekosistem lamun berperan sebagai *carbon sink*. Pengelolaan ekosistem pesisir dan laut secara terpadu penting dilakukan untuk mempertahankan keberadaan lamun agar kontribusi terhadap ekosistem di sekitarnya semakin stabil.

Kata kunci : Stok Karbon, Teluk Awur, Jepara

Abstract

*Potential Carbon Storage in Seagrass Species *Cymodocea serrulata* and *Enhalus acoroides* in Jepara Waters*

*Global warming has been the world's concern. This research was conducted in interest to adapt and mitigate climate change. The coastal ecosystem has a carbon sink function in the ocean known as blue carbon. The absorbed carbon is stored on the sediment and organ of the seagrass in the form of biomass. This research aims to estimate carbon stocks on *Enhalus acoroides* and *Cymodocea serrulata* in Teluk Awur coastal waters, Jepara of Central Java, which was conducted in December 2018. The sampling survey method was used in this study. In order to find the density value of the seagrass in the field area, purposive sampling method was used to determine the sampling points. The dry-ashing method was used for analyzing carbon content of the seagrass by using 3 individuals of *E. acoroides* and 6 individuals samples of *C. serrulata* from 27 sampling points. The total calculation of carbon stocks is conducted by converting biomass data into carbon content. The results show that estimation of the carbon stock of seagrass *E. acoroides* (1.07 tonnes/ha) was higher than *C. serrulata* (0.64 tonnes/ha). This can be concluded that the seagrass ecosystem serves as a carbon sink; hence, it is expected that integrated coastal and marine ecosystems management can be maintained the seagrass existence to contribute to the surrounding ecosystem.*

Keywords : Carbon Stock, Teluk Awur, Jepara

PENDAHULUAN

Sejak dimulainya revolusi industri pada tahun 1780, telah terjadi peningkatan kadar

karbondioksida (CO₂) di alam akibat bertambahnya emisi terutama dari pembakaran bahan bakar dan biomassa. Meningkatnya CO₂ di

udara menyebabkan bertambahnya akumulasi gas-gas rumah kaca yang mengakibatkan terjadinya pemanasan global.

UNEP, IOC-UNESCO, IUCN dan FAO telah memperkenalkan konsep *Blue Carbon* pada tahun 2009, bahwa ekosistem pesisir memiliki fungsi sebagai penyerap karbon. Ekosistem pesisir dan laut didominasi oleh ekosistem mangrove, rawa masin (*salt marshes*) dan padang lamun. Ekosistem pesisir bersama hutan tropis (*Green Carbon*) diyakini mampu menjadi garda penyeimbang untuk mengurangi laju emisi melalui penyerapan karbon (Lavery *et al.*, 2013).

Lamun (*seagrass*) adalah salah satu tumbuhan laut yang termasuk tumbuhan sejati karena sudah dapat dibedakan antara batang, daun, dan akarnya. Lamun adalah tumbuhan berbunga yang tumbuh di perairan dangkal (Tristante *et al.*, 2014). Menurut Githaiga *et al.* (2017), padang lamun memiliki potensi menyerap dan menyimpan karbon sekitar 4,88 ton/ha/tahun. Total ekosistem padang lamun di Indonesia diperkirakan mampu menyimpan 16,11 juta ton karbon/tahun. Kontribusi vegetasi lamun terhadap penyerapan karbon dimulai dari proses fotosintesis yang kemudian disimpan sebagai biomassa.

Menurut Riniatsih dan Endrawati (2013), kondisi padang lamun di Teluk Awur relatif subur, dengan tingkat kerapatan dan keanekaragaman jenis yang cukup tinggi dan luas. Tingginya kerapatan lamun di lokasi ini diharapkan berpotensi sebagai penyerap karbon. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui estimasi

stok karbon pada lamun jenis *Enhalus acoroides* dan *Cymodocea serrulata* di Teluk Awur, Jepara.

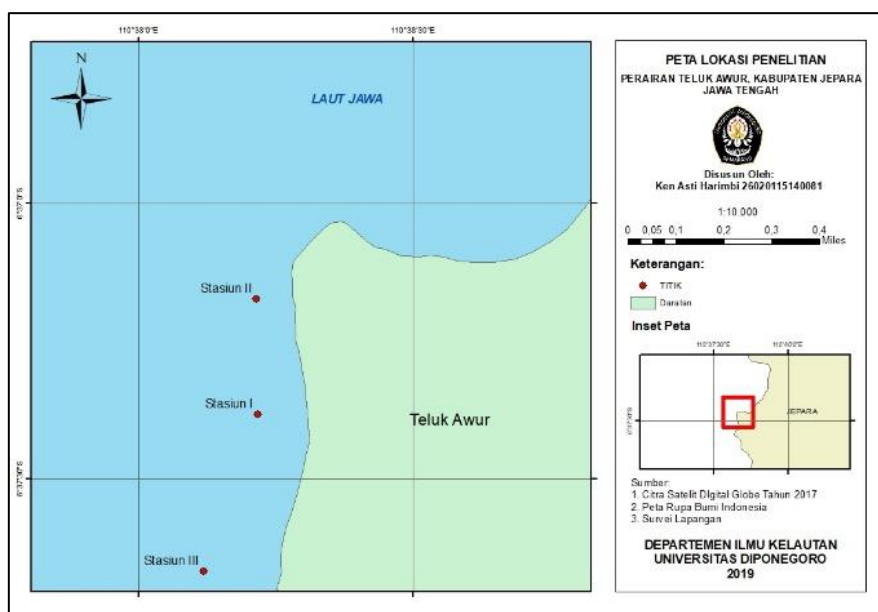
MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel lamun jenis *E. acoroides* dan *C. serrulata* yang ditemukan di Teluk Awur, Jepara. Penelitian ini dilakukan pada Desember 2018. Analisa laboratorium terhadap biomassa dan karbon pada lamun dilakukan di Laboratorium Nutrisi, Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Diponegoro Semarang. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

Pengambilan Data Lamun

Penentuan titik sampling lamun menggunakan *purposive sampling method*. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (E 110°38'13,074" dan S 6°37'23,084"), Stasiun 2 (E110°38'12,888" dan S 6°37'10,223"), dan Stasiun 3 (E 110°38'7,076" dan S 6°37'40,087"). Setiap Stasiun akan terbagi menjadi 3 substasiun, dengan jarak antar substasiun adalah 50 meter.

Metode yang digunakan untuk pengambilan data lamun menggunakan metoda line transek dengan mempergunakan kuadran ukuran 50 cm x 50 cm. Metode yang digunakan adalah metode Rahmawati *et al.* (2017). Masing-masing substasiun, ditarik garis transek sepanjang 100 m tegak lurus garis pantai ke arah laut, dengan setiap 10 m ditetapkan masing-masing satu transek kuadran. Pengamatan dilakukan langsung dilapangan terhadap identifikasi spesies lamun,



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Teluk Awur

tegakan lamun, persentase penutupan lamun, dan kondisi perairan yang diukur secara *in situ* meliputi suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan substrat pada setiap stasiun.

Pengambilan Sampel Lamun

Pengambilan sampel lamun dilakukan dengan cara mencuplik lamun sampai pada kedalaman penetrasi yang terdapat pada setiap transek. Pengambilan sampel lamun dilakukan 3 kali pengulangan pada *E. acoroides*, dan 6 kali pengulangan pada *C. serrulata* pada titik 0 m, 50 m dan 100 m (Graha, 2016).

Pengukuran Biomassa dan Karbon Lamun

Nilai biomassa lamun diperoleh dari berat kering lamun dikalikan kerapatan lamun. Kerapatan lamun dinyatakan sebagai jumlah individu per satuan luas yang dinyatakan dalam satuan meter persegi (Rahmawati *et al.*, 2017) dengan perhitungan:

$$K = \text{Jumlah jenis} \times x \ 4$$

Keterangan : K :Kerapatan jenis (tegakan/m²); 4 : Konstanta untuk konversi 50x50 cm² ke 1 m²

Perhitungan penutupan jenis lamun pada tiap petak digunakan rumus sebagai berikut (Rahmawati *et al.*, 2017):

$$\% \text{ Cover} = \frac{\text{Jumlah \% cover (4 kotak)}}{4} \times 100\%$$

Sampel lamun dipisahkan menurut organnya yaitu akar, rhizoma dan daun, kemudian dipotong-potong menjadi bagian terkecil dan ditimbang berat basahnya. Sampel lamun diukur berat basah dan berat keringnya maka didapatkan nilai biomassa pada setiap jaringan yang dihitung dengan rumus Duarte (1990):

Perhitungan kandungan karbon sampel lamun (daun, rhizoma dan akar) dianalisis dengan menggunakan metode pengabuan atau *Loss On Ignition* (LOI), yang dihitung dengan persamaan Helrich (1990). Bahan organik dihitung dengan metode pengabuan yaitu pengurangan berat saat pengabuan oleh Helrich (1990). Nilai kandungan karbon jaringan lamun dihitung dengan persamaan Helrich (1990):

Perhitungan kandungan karbon ini hanya pada titik transek bagian tengah (titik 50 m) saja dari masing-masing garis transek, kemudian dikonversi dengan nilai biomassa di setiap titik 0 m dan titik 100 m dari masing-masing garis transek. Hasil konversi ke karbon keseluruhan kemudian dirata-rata dengan satuan gC/m² dan

dikalikan dengan luasan lamun di suatu lokasi (Graha, 2016).

Perhitungan Total Stok Karbon Lamun

Total stok karbon lamun dihitung dengan menggunakan rumus menurut Sulaeman *et al.* (2005):

$$C_t = \Sigma (L_i \times C_i)$$

Keterangan : C_t = karbon total (ton); L_i = luas padang lamun kategori kelas I (m²); C_i = rata-rata stok karbon lamun kategori kelas i (gC/m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis lamun yang ditemukan di Teluk Awur adalah *Cymodocea serrulata*, *Enhalus acoroides*, *Thalassia hemprichii* dan *Syringodium isoetifolium*. Data lamun di Teluk Awur secara lengkap terdapat pada Tabel 1.

Perhitungan kerapatan lamun berhubungan dengan perhitungan biomassa lamun yang digunakan untuk mengestimasi hasil karbon pada lokasi penelitian. Hasil perhitungan kerapatan dan persentase tutupan lamun disajikan pada Gambar 2 dan 3.

Stasiun 1 mempunyai rata-rata kerapatan lamun sebesar 67 tegakan/m² dengan persentase tutupan lamun 39,77%. serta ditemukan dengan 4 jenis lamun, yaitu *E. acoroides*, *C. serrulata*, *T. hemprichii* dan *S. isoetifolium*. Stasiun I didominasi substrat pasir berlumpur.

Stasiun 2 memiliki tingkat kerapatan tertinggi sebesar 83 tegakan/m² dengan persentase tutupan lamun 57,57% serta ditemukan 3 jenis lamun yaitu *E. acoroides*, *C. serrulata* dan *T. hemprichii*. Tingginya kerapatan lamun pada stasiun ini diduga karena adanya tambahan nutrien dari ekosistem mangrove di sekitar lokasi. Substrat yang mendominasi pada stasiun II adalah lumpur berpasir yang memiliki ukuran butir kecil, sehingga meningkatkan kemampuan substrat tersebut menyerap nutrien (Graha, 2015).

Tabel 1. Kehadiran Jenis Lamun di Lokasi Penelitian

No	Jenis Lamun	Stasiun		
		I	II	III
1	<i>C. serrulata</i>	+	+	+
2	<i>E. acoroides</i>	+	+	+
3	<i>T. hemprichii</i>	+	+	-
4	<i>S. isoetifolium</i>	+	-	-
Jumlah Spesies		4	3	2

Keterangan : + : Ditemukan, - : Tidak Ditemukan

Stasiun 3 memiliki rata-rata kerapatan terendah sebesar 55 tegakan/m² dengan persentase tutupan lamun 25,35% serta ditemukan 2 jenis lamun yaitu *E. acoroides* dan *C. serrulata*. Rendahnya keanekaragaman pada stasiun III diduga karena lokasi ini memiliki kedalaman dan kondisi perairan relatif keruh serta kecepatan arus yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lain. Hal ini diduga dapat mempengaruhi kemampuan lamun dalam berfotosintesis. Substrat pada stasiun III berupa pasir berlumpur hitam dan pecahan karang. Selain itu, stasiun III juga dipengaruhi adanya aktivitas pemancingan oleh masyarakat sekitar yang secara tidak sengaja dapat merusak ekosistem lamun (Lokollo *et al.*, 2012).

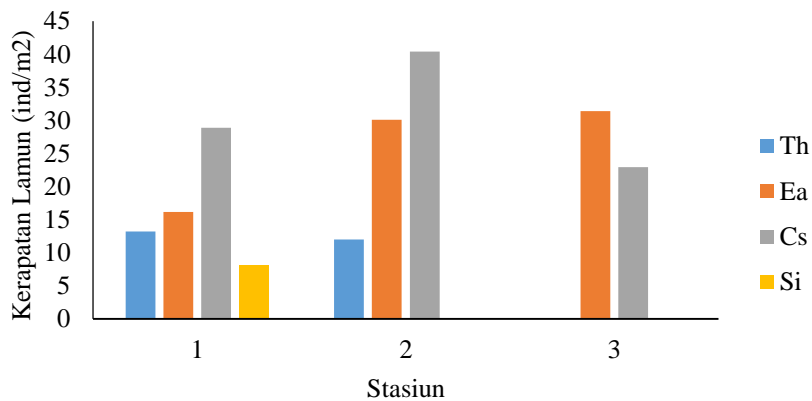
Biomassa Lamun

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata total biomassa lamun (biomassa diatas substrat dan dibawah susbtrat) jenis lamun *E. acoroides* sebesar 349,08 gbk/m², sedangkan untuk jenis *C. serrulata* sebesar 186,51 gbk/m². Nilai rata-rata biomassa di bawah substrat pada jenis lamun *E. acoroides* adalah 232,04 gbk/m² sedangkan

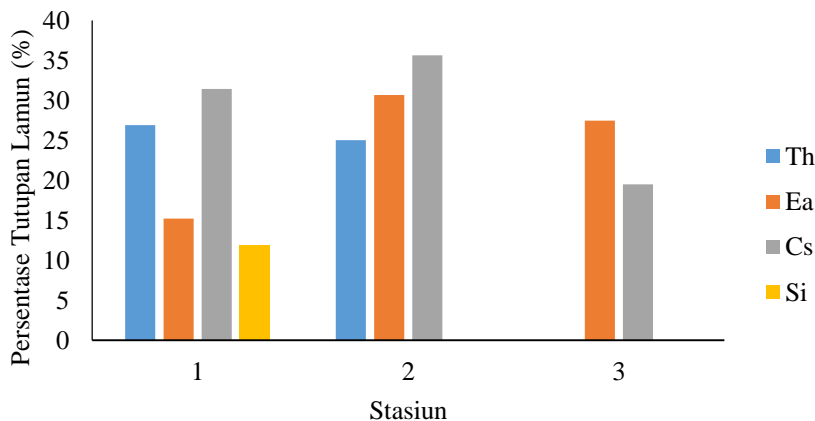
biomassa di atas substrat sebesar 117,03 gbk/m². Nilai rata-rata biomassa di bawah substrat pada jenis lamun *C. serrulata* adalah 112,30 gbk/m² sedangkan biomassa di atas substrat sebesar 74,20 gbk/m². Nilai biomassa pada lamun *E. acoroides* dan *C. serrulata* disajikan pada Gambar 4 dan 5.

Biomassa di bagian bawah substrat (rhizoma dan akar) sering kali mendominasi biomassa total dari komunitas lamun. Biomassa lamun yang tersimpan pada rhizoma berkisar antara 60 – 80% dari total keseluruhan biomassa. Salah satu fungsi tingginya penyimpanan biomassa dibawah substrat adalah memperkuat penancapan lamun (Graha, 2016).

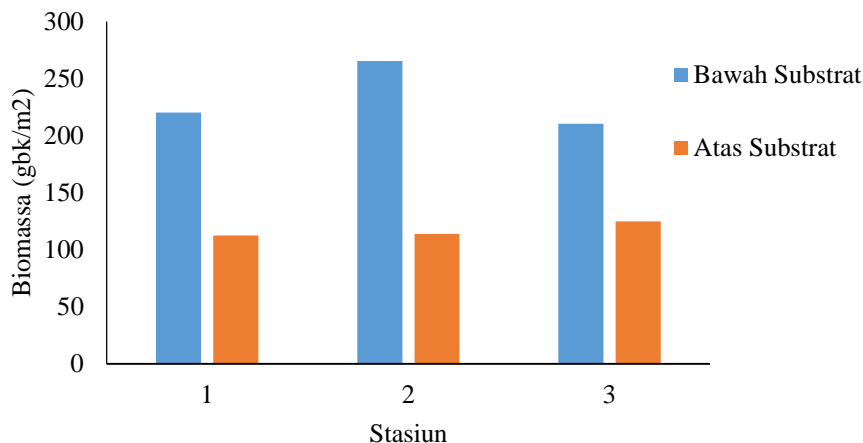
Nilai biomassa terbesar terdapat pada stasiun II, yaitu 379,14 gbk/m² pada jenis *Enhalus acoroides*, sedangkan jenis lamun *Cymodocea serrulata* sebesar 230,72 gbk/m². Hal ini diduga karena stasiun II memiliki kerapatan tertinggi dibandingkan stasiun lainnya. Menurut Setiawan *et al.* (2012), biomassa dipengaruhi oleh kerapatan lamun. Semakin besar kerapatan lamun, maka semakin besar pula biomassa yang terdapat di dalamnya.



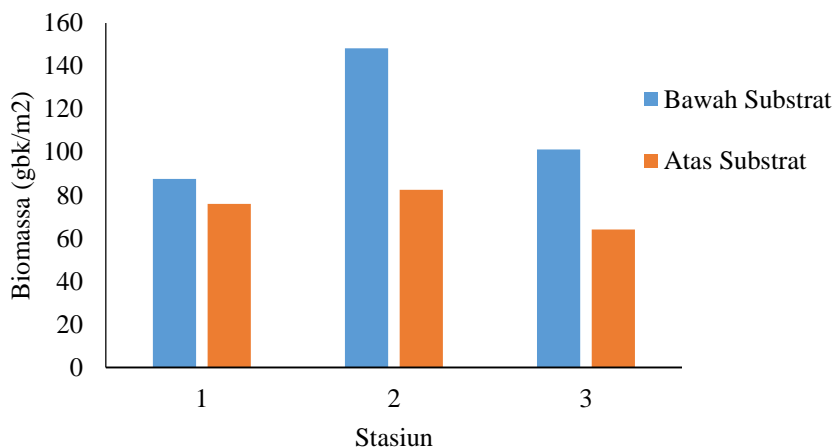
Gambar 2. Kerapatan Lamun Setiap Stasiun



Gambar 3. Persentase Tutupan Lamun Setiap Stasiun



Gambar 4. Biomassa *Enhalus acoroides* Setiap Stasiun



Gambar 5. Biomassa *Cymodocea serrulata* Setiap Stasiun

Kandungan Karbon Lamun

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan karbon pada lamun jenis *E. acoroides* sebesar 107,38 gC/m², sedangkan untuk *C. serrulata* sebesar 64,12 gC/m². Rata-rata kandungan karbon bagian bawah substrat pada lamun jenis *E. acoroides* sebesar 65,85 gC/m², sedangkan untuk *C. serrulata* sebesar 38,91 gC/m². Rata-rata kandungan karbon bagian atas substrat pada lamun jenis *E. acoroides* sebesar 41,53 gC/m², sedangkan untuk *C. serrulata* sebesar 25,21 gC/m². Tingginya nilai karbon di bawah substrat disebabkan oleh karbon di bawah substrat tidak terlalu terpengaruh oleh pengaruh fisik lingkungan sebagaimana stok karbon yang ada di bagian atas substrat (Supriadi *et al.*, 2014). Nilai kandungan karbon pada lamun *E. acoroides* dan *C. serrulata* disajikan pada Gambar 6 dan 7.

Hasil rata-rata kandungan karbon pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Graha (2016) di Pantai Sanur, Denpasar sebesar 20,86 gC/m². Hal ini diduga karena Pantai

Sanur memiliki kategori tutupan lamun yang rendah sehingga berhubungan dengan biomassa dan kandungan karbon pada lamun tersebut juga rendah. Sedangkan tutupan lamun pada lokasi penelitian di Teluk Awur sebesar 40,89% yang dikategorikan sedang.

Nilai estimasi stok karbon diperoleh dari rata-rata kandungan karbon dikalikan luasan padang lamun di Teluk Awur. Hasil estimasi stok karbon lamun *E. acoroides* dan *C. serrulata* di Teluk Awur disajikan pada Tabel 2.

Teluk Awur memiliki luasan padang lamun sebesar 26,87 ha. Potensi penyimpanan karbon total pada jenis lamun *E. acoroides* sebesar 1,07 ton/ha karbon yang terdiri dari bagian lamun diatas substrat dan dibawah substrat, sedangkan untuk jenis lamun *C. serrulata* sebesar 0,64 ton/ha karbon.

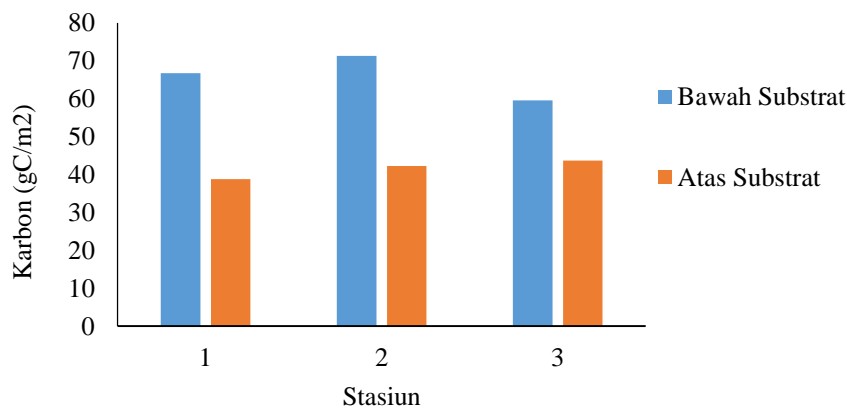
Secara keseluruhan, biomassa lamun pada spesies *E. acoroides* lebih besar dibandingkan spesies *C. serrulata*. Hal ini berkaitan dengan morfologi spesies *E. acoroides* yang memiliki

daun panjang seperti pita, serta akar dan rhizoma yang lebih besar dibandingkan dengan spesies *C. serrulata* sehingga potensi untuk menyimpan karbon dalam biomassa akan semakin besar. Menurut Indriani *et al.* (2017), spesies lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung menyimpan biomassa yang lebih besar di bagian bawah substrat (BS) dan kapasitas untuk mengakumulasi karbon menjadi semakin tinggi.

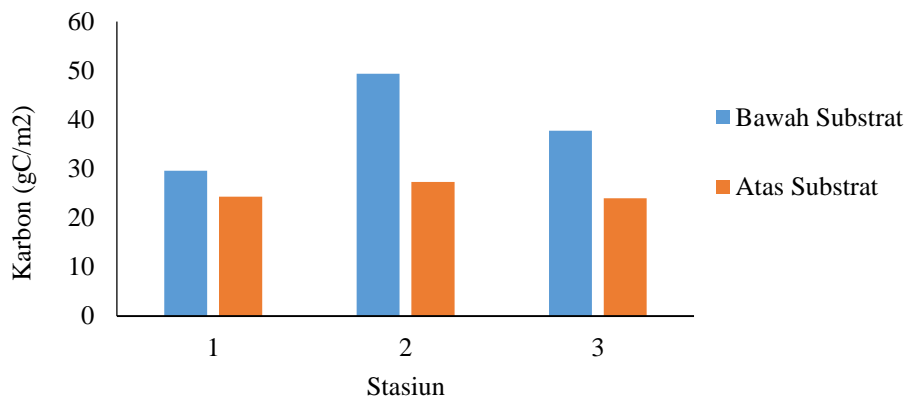
Potensi Stok Karbon Lamun di Teluk Awur

Estimasi stok karbon di Teluk Awur, pada jenis lamun *E. acoroides* sebesar 28,85 ton sedangkan untuk jenis lamun *C. serrulata* sebesar 17,23 ton dengan area padang lamun seluas 26,87 ha. Hasil tersebut tergolong rendah jika

dibandingkan dengan beberapa penelitian yang telah dilakukan. Seperti penelitian yang dilakukan Indriani *et al.* (2017), bahwa estimasi total cadangan karbon dalam lamun di pesisir Pulau Bintan sebesar 820052,48 ton dengan luasan lamun sebesar 2600 ha. Graha (2016) menyebutkan potensi penyerapan karbon di Sanur, Denpasar sebesar 66,60 ton dengan area padang lamun seluas 322 ha. Wawo *et al.* (2014) menyebutkan simpanan total karbon di Teluk Kotania Barat, Pulau Seram, Maluku sebesar 1962,60 ton dengan area padang lamun seluas 823,615 ha. Potensi penyerapan karbon akan berbanding lurus dengan luas area lamun, dimana semakin luas area lamun di perairan maka potensi penyerapan akan semakin tinggi pula (Setiawan *et al.*, 2012).



Gambar 6. Kandungan Karbon *Enhalus acoroides* Setiap Stasiun



Gambar 7. Kandungan Karbon *Cymodocea serrulata* Setiap Stasiun

Tabel 2. Estimasi Stok Karbon Lamun di Perairan Teluk Awur Jepara

No	Jenis Lamun	Bawah Substrat (ton/ha)	Atas Substrat (ton/ha)	Total Stok Karbon (ton/ha)
1	<i>E. acoroides</i>	0,66	0,41	1,07
2	<i>C. serrulata</i>	0,39	0,25	0,64

Luas total padang lamun di Indonesia diperkirakan telah menyusut 30-40% dari luas keseluruhannya (Setiawan *et al.*, 2012). Jika luas padang lamun berkurang, maka dapat menurunkan kemampuan menyerap karbon. Sehingga diharapkan adanya pengelolaan ekosistem pesisir dan laut secara terpadu untuk mempertahankan keberadaan lamun agar kontribusi terhadap ekosistem di sekitarnya semakin besar serta mengoptimalkan peran lamun sebagai *carbon sink* sebagai upaya mitigasi pemanasan global untuk perbaikan lingkungan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa biomassa dan morfologi spesies menentukan nilai stok karbon. Hal ini ditunjukkan dengan nilai biomassa dan cadangan karbon *E. acoroides* yang lebih besar daripada *C. serrulata*. Nilai biomassa bawah substrat yang lebih besar daripada biomassa atas substrat juga sebanding dengan nilai stok karbonnya. Estimasi stok karbon di Teluk Awur jenis lamun *E. acoroides* lebih tinggi yaitu 1,07 ton/ha karbon dibandingkan dengan jenis *C. serrulata* yaitu 0,64 ton/ha karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- Duarte, C.M. 1990. Seagrass Nutrient Content. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 67:201-207.
- Githaiga, M.N., Kairo, J.G., Gilpin, L. & Huxham, M. 2017. Carbon Storage in the Seagrass Meadows of Gazi Bay, Kenya. *PLoS ONE Journal*, 12(5):1-13.
- Graha, Y. I., Arthana, I. Y. & Karang, I.W.G.A. 2016. Simpanan Karbon Padang Lamun Di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Ecotrophic : Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 46-53. doi:10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08
- Helrich, K. 1990. Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists. 5th ed. Virginia.
- Indriani, A.J., Wahyudi & Yona, D. 2017. Cadangan Karbon di Area Padang Lamun Pesisir Pulau Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 2(3): 1-11.
- Lavery, P.S., Mateo, M.A., Serrano, O. & Rozaimi, M. 2013. Variability in the Carbon Storage of Seagrass Habitats and Its Implications for Global Estimates of Blue Carbon Ecosystem Service. *PLoS ONE Journal*, 8(9):1-12.
- Lokollo, F.F., Wenno, P.A. & Kaihatu, E.F. 2012. Asosiasi Antar Spesies; Suatu Pendekatan untuk Mengetahui Pola Penyebaran Lamun. *Jurnal Balik Diwa*, 3(2):18-28.
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing. A Wiley-Interscience Publication, USA, 358 pp.
- Odum, E.P. 1998. Dasar-dasar Ekologi. 3rd ed. Universitas Gadjadara, Yogyakarta.
- Rahmawati, S., Irawan, A., Supriyadi, I.H. & Azkab, M.H. 2017. Panduan Monitoring Padang Lamun. COREMAP CTI LIPI, Jakarta, 37 hlm.
- Riniatsih, I. & Endrawati, H.. 2013. Pertumbuhan Lamun Hasil Transplantasi Jenis *Cymodocea rotundata* di Padang Lamun Teluk Awur Jepara. *Buletin Oseanografi Marina*. 2(1): 34-40.
- Setiawan, F., Harahap, S.A., Andriani, Y. & Hutahaean, A.A. 2012. Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Kaitannya dengan Kemampuan Menyimpan Karbon di Perairan Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3):275-286.
- Sulaeman, Suparto & Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Supriyadi, S., Kaswadji, R.F., Bengen, D.G. & Hutomo, M., 2014. Carbon Stock of Seagrass Community in Barranglompo Island, Makassar. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 19(1):1-10.
- Tristanto, R., Putri, M.A., Situmorang, A.P. & Suryanti. 2014. Optimalisasi Pemanfaatan Daun Lamun *Thalassia hemprichii* sebagai Sumber Antioksidan Alami. *Jurnal Saintek Perikanan*, 10(1): 26-29.
- Widianingsih., Retno, H., Hadi, E., dan Ria, A. 2009. Buku Ajar Mikroalga Laut. Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Wawo, M., Y. Wardiatno, L. Adrianto dan D. G. Bengen. 2014. Carbon Stored on Seagrass Community in Marine Nature Tourism Park of Kotania Bay, Western Seram, Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 20(1):51-57.