
**ESTIMASI STOK KARBON PADA EKOSISTEM LAMUN DI PULAU RAAS
KABUPATEN SUMENEP**
CARBON STOCK ESTIMATION SEAGRASS ECOSYSTEMS IN RAAS ISLAND SUMENEP

Achmad Rhomadhoni^{1*} dan Agus Romadhon²

¹Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan dan Perikanan Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

²Program Studi Ilmu Kelautan, Jurusan Kelautan dan Perikanan Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura

*Corresponding author e-mail: achmad.r.dhoni@gmail.com

Submitted: 16 June 2020 / Revised: 23 June 2020 / Accepted: 23 June 2020

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v1i2.7570>

ABSTRACT

*Raas Island is one of the islands located in Sumenep. Raas island has a number of important ecosystems, one of which is the seagrass. This study aims to determine the water quality in Raas Island, knowing the density of seagrass in Raas Island, knows the value of biomass and carbon stock estimates on seagrass in Raas Island. Seagrass density was measured using the square of 1m x 1m transect, identify the types of seagrass see seagrass identification guide books. Sampling value of biomass is done on all points, whereas for carbon analysis using ashing method performed at a point 50 m which subsequently translated using the biomass at other points. Water quality in Raas Island feasible for seagrass growth. The identification results found 3 types of seagrass in Raas Island, namely *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *S. isoetifolium*. The highest seagrass density value is 414 ind/m² and lowest density at 42 ind/m². Values below the substrate biomass from 13.96 to 450.21 gbk/m² greater than the biomass on the substrate 7.14 to 212.99 gbk/m². The estimated value of the carbon content below the substrate is 4.92 to 147.18 gC/m² higher than the estimated value of the carbon content on the substrate is 2.35 to 71.41 gC/m².*

Keywords : Raas Island, Stock Carbon, Seagrass Ecosystems

ABSTRAK

*Pulau Raas merupakan salah satu pulau yang terletak di Kabupaten Sumenep. Pulau Raas memiliki sejumlah ekosistem penting salah satunya adalah ekosistem lamun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas perairan di Pulau Raas, mengetahui kerapatan lamun di Pulau Raas, mengetahui nilai biomassa dan estimasi stok karbon pada lamun di Pulau Raas. Kerapatan lamun diukur dengan menggunakan transek kuadrat 1m x 1m, identifikasi jenis lamun melihat panduan buku identifikasi lamun. Sampling nilai biomassa dilakukan pada semua titik, sedangkan untuk analisa karbon menggunakan metode pengabuan yang dilakukan pada titik 50 m yang selanjutnya dikonversikan dengan nilai biomassa pada titik lainnya. Kualitas perairan di Pulau Raas layak untuk pertumbuhan lamun. Hasil identifikasi ditemukan 3 jenis lamun di Pulau Raas, yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *S. isoetifolium*. Nilai kerapatan lamun tertinggi yaitu 414 ind/m² dan kerapatan terendah yaitu 42 ind/m². Nilai biomassa bawah substrat 13,96 – 450,21 gbk/m² lebih besar dibandingkan dengan biomassa atas substrat 7,14 – 212,99 gbk/m². Nilai estimasi kandungan karbon bawah substrat yaitu 4,92 – 147,18 gC/m² lebih besar dibandingkan nilai estimasi kandungan karbon diatas substrat yaitu 2,35 – 71,41 gC/m².*

Kata Kunci : Pulau Raas, Stok Karbon, Ekosistem Lamun

PENDAHULUAN

Pemanasan global (*global warming*) merupakan isu yang sering diperbincangkan sampai saat ini. Meningkatnya aktifitas

manusia dalam penggunaan bahan bakar fosil pada sektor transportasi, industri, rumah tangga yang dilepaskan ke atmosfer menyebabkan kandungan karbon dioksida akan semakin meningkat dan mempengaruhi

konsentrasi kandungan gas rumah kaca yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim dan pemanasan global. Akibatnya atmosfer lebih banyak menerima dibandingkan melepaskan karbon dioksida yang merupakan komponen utama gas rumah kaca, akibat hasil dari meningkatnya pembakaran bahan bakar fosil (Houghton *et al.*, 2001).

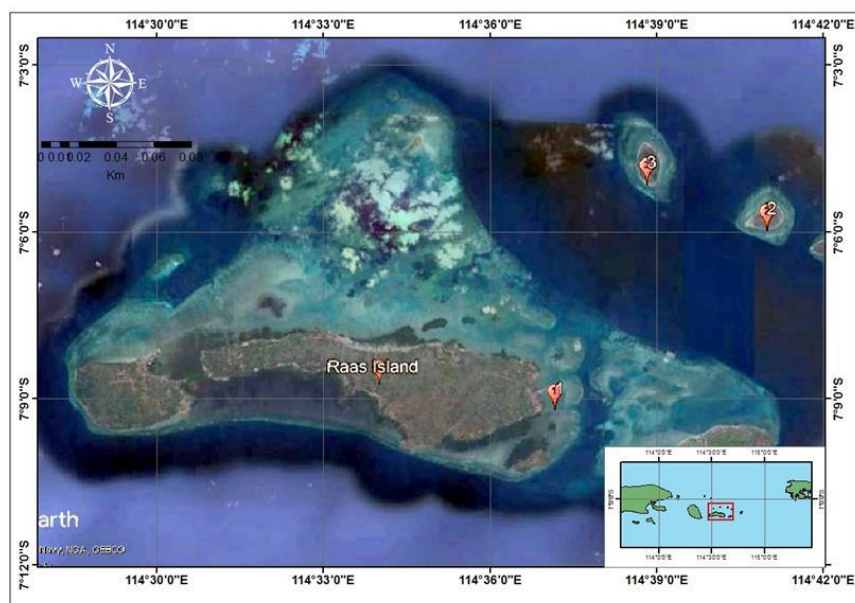
Konsep *blue carbon* merupakan salah satu bentuk perhatian dari ada efek dari pemanasan global, konsep tersebut dirilis dari kerjasama UNEP (*United Nations Environment Programme*), UNESCO (*United Nations Educational Scientific and Cultural Organization*), dan FAO (*Food and Agriculture Organization*) pada akhir tahun 2009. Konsep *blue carbon* didasarkan pada kemampuan ekosistem laut (mangrove, lamun, rawa asin/rawa payau) dalam penyerapan karbon. Salah satu ekosistem laut yang dapat berperan dalam penyerapan karbon dioksida adalah padang lamun. Lamun memiliki kapasitas yang cukup besar untuk mengakumulasi karbon karena waktu pergantian komponennya yang relatif lambat dan lama. Ekosistem lamun dapat menyerap karbon dari atmosfer dan mengendapkannya dalam jaringan atau dalam sedimen dalam waktu yang lama, sehingga keberadaan

ekosistem lamun sangat diperlukan dalam upaya penyerapan karbon.

Salah satu wilayah yang memiliki ekosistem lamun dan memiliki potensi dalam penyerapan karbon adalah Pulau Raas. Pulau Raas memiliki ekosistem laut diantaranya ekosistem mangrove, ekosistem lamun, dan teumbu karang. Secara umum kondisi dari ekosistem laut di Pulau Raas masih terjaga. Sehubungan dengan kontribusi lamun dalam upaya penyerapan karbon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui estimasi potensi penyimpanan karbon dalam biomassa (stok karbon) yang terdapat di jaringan lamun di bagian atas substrat (daun) dan bagian bawah substrat (akar dan rhizoma).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2018 sampai Januari 2019 di Pulau Raas Kabupaten Sumenep. Terdapat tiga titik stasiun yaitu stasiun pertama berada di dekat pelabuhan Raas, stasiun kedua berada di Pulau Talango Tengah, dan stasiun ketiga berada di Pulau Talango Air. Analisa data dilaksanakan di Laboratorium Dasar Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura. Berikut ini merupakan peta lokasi penelitian di Pulau Raas Kabupaten Sumenep.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian Pengamatan Kondisi Umum Lamun

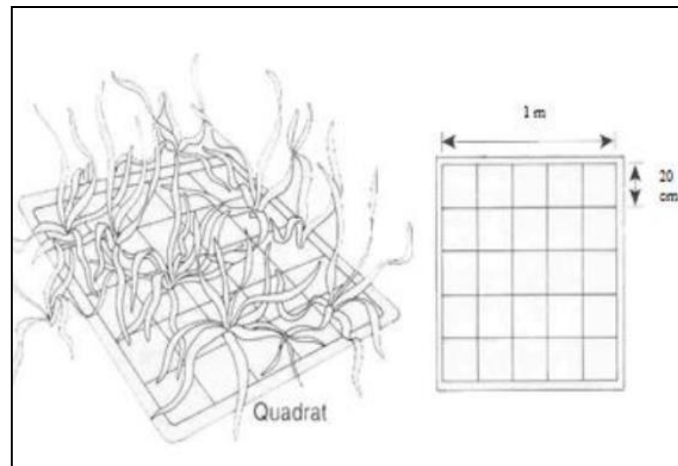
Pengamatan kondisi umum lamun meliputi jenis dan kerapatan lamun. Sebelum pengamatan, terlebih dahulu dilakukan survei

awal guna melihat distribusi lamun terkait dengan penentuan letak garis dari transek. Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yang mengacu pada kondisi fisiografi lokasi, yang dimaksudkan dapat mewakili atau

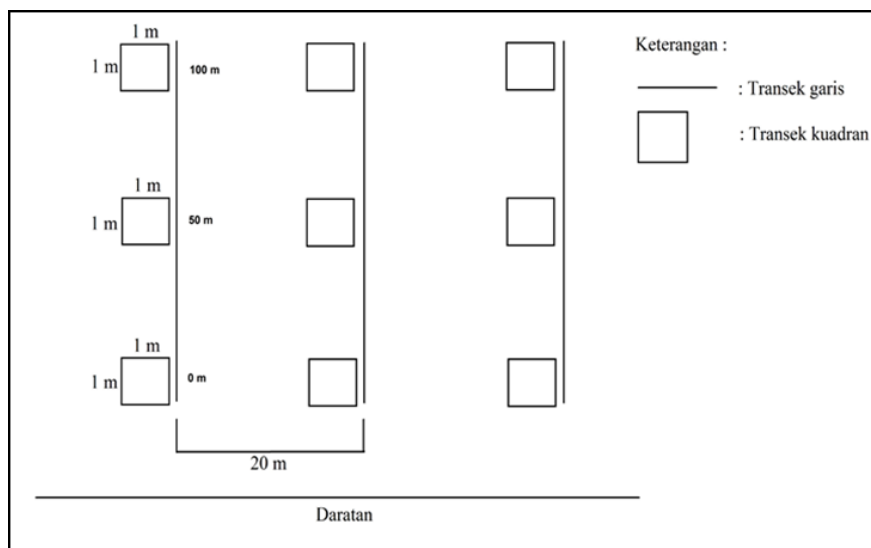
menggambarkan kondisi perairan tersebut. Lokasi penelitian dibagi menjadi 3 stasiun dan pada setiap stasiun terdiri 3 transek garis dan pada masing-masing transek garis terdapat 3 transek kuadrat. Pengamatan lamun dilakukan dengan cara menempatkan transek kuadrat dengan ukuran 1 m x 1 m. Bersamaan pada

saat dilakukan pengamatan kondisi umum ekosistem lamun, dilakukan juga pengukuran kondisi kualitas perairan yaitu berupa suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO) dan kecerahan.

Berikut ini merupakan gambar transek kuadrat dan skema peletakan transek garis.



Gambar 2. Transek kuadrat 1m x 1m



Gambar 3. Skema Peletakan Garis Transek

Kerapatan Lamun

Kerapatan lamun diperoleh dengan menghitung tunas lamun yang diamati menggunakan transek kuadrat berukuran 100 cm x 100 cm dan untuk memudahkan pengamatan dibuat kisi-kisi 20 cm x 20 cm. Sampling dilakukan secara sistematis dari pantai tegak lurus sampai tidak ditemukan lamun, dengan jarak antar garis transek sekitar 20 meter. Jumlah tunas setiap jenis lamun didalam transek dihitung untuk mengetahui kerapatannya. Jumlah titik sampling pengamatan sebanyak 27 titik yang

terbagi dalam 9 garis transek dengan transek tegak lurus dari pantai.

Biomassa dan Karbon Lamun

Setelah didapatkan sampel lamun, selanjutnya dilakukan analisa laboratorium dengan memisahkan setiap jaringan lamun menjadi (daun, akar dan rhizoma) sesuai analisa biomassa dari Azkab (2009). Analisa kandungan karbon didapatkan dari hasil analisa biomassa sebelumnya. Analisa kandungan karbon dilakukan di setiap sampel

pada seluruh titik pengamatan. Analisa kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan Helrich (1990).

**Analisis Data
Kerapatan Lamun**

$$D_i = \frac{\sum n_i}{A}$$

Keterangan :
 Di : Kerapatan jenis-i (ind/m²)
 Σni : Jumlah tegakan lamun jenis-i (ind)
 A : Luas transek (m²)

Analisa Biomassa Lamun

Biomassa lamun dapat dicari dengan rumus (Duarte 1990) : B =W xD
 Keterangan :
 B : Biomassa lamun (g/m²)
 W : Berat kering lamun (g/tunas)
 D : Kerapatan Lamun (ind/m²)

Analisa Biomassa Lamun

Perhitungan nilai kandungan karbon lamun dilakukan dengan metode pengabuan yang digunakan Helrich (1990) :

$$\text{Kadar abu} = \frac{(c - a)}{(b - a)} \times 100\%$$

$$\text{Kadar bahan organik} = \frac{\{(b - a) - (c - a)\}}{(b - a)} \times 100\%$$

Keterangan :
 Berat cawan
 Berat (cawan + sampel)
 Berat (cawan + berat abu)
 Kandungan karbon = $\frac{\text{kadar bahan organik}}{1,724}$

Keterangan :
 1,724 : Konstanta nilai bahan organik

**HASIL DAN PEMBAHASAN
Kualitas Perairan**

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan yang telah dilakukan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1

Tabel 1. Hasil Parameter Kualitas Perairan Pulau Raas

Parameter	Lokasi			Kisaran Baku Mutu*	Keterangan
	1	2	3		
Suhu (°C)	32	30	31	25-35°C	Layak
Salinitas (‰)	34	32	33	33-34‰	Layak
Derajat keasaman (pH)	7,2	7,4	7,1	6-8,5	Layak
Oksigen terlarut (DO) (mg/l)	6,1	6,3	6,0	> 5mg/l	Layak
Kecerahan(%)	100%	100%	100%	>75%**	Layak

*KepMenLH (2004)

** (Efendi, 2003)

Suhu

Hasil pengukuran suhu perairan di perairan Pulau Raas pada masing-masing stasiun menunjukkan kisaran nilai 30°C - 32°C (Tabel 1), nilai tersebut dapat dikategorikan sesuai dan layak untuk pertumbuhan lamun dalam melakukan fotosintesis. Menurut KepMen Lingkungan Hidup (2004) lamun dapat tumbuh dan berkembang pada kisaran suhu 25-35°C dan pada suhu diatas 45°C lamun akan mati. Suhu perairan dapat mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme dikarenakan pengaruhnya terhadap aktivitas metabolisme dan perkembangan dari organisme. Nyabakken (1992) menjelaskan bahwa untuk melakukan fotosintesis lamun membutuhkan suhu optimum antara 25-35°C.

Salinitas

Nilai salinitas di perairan Pulau Raas menunjukkan nilai kisaran 32 – 34‰ (Tabel 1), hasil pengukuran tersebut menunjukkan nilai yang bervariasi disemua stasiun namun tetap memenuhi standart baku mutu yakni pada kisaran 10 – 40‰. dan menurut Hutomo (1999) kisaran optimum toleransi terhadap air laut ada pada nilai 35‰. Menurut KepMen Lingkungan Hidup Tahun (2004) tentang standar baku mutu salinitas air laut untuk pertumbuhan lamun yaitu ada di kisaran 33 – 34 ‰. Salinitas yang di dapatkan di setiap stasiun dapat dikatakan mendekati nilai optimum dari standar baku mutu yang ditetapkan dan layak untuk hidup dan pertumbuhan lamun itu sendiri. McKenzie (2008) menjelaskan bahwa nilai salinitas optimum bagi pertumbuhan lamun yaitu 35 ‰, apabila salinitas melebihi batas optimum

tersebut maka akan merusak pertumbuhan dari jaringan lamun tersebut.

pH (Potensial of hydrogen)

Nilai derajat keasaman (pH) hasil pengukuran di perairan Pulau Raas menunjukkan pada kisaran 7,1 – 7,4 (Tabel 1). Nilai pH tersebut termasuk normal dan mendukung pertumbuhan hidup lamun. Sesuai standar baku mutu KepMen Lingkungan Hidup Tahun (2004) nilai optimum ada pada kisaran 6 – 8,5. Menurut Effendi (2003) sebagian besar vegetasi perairan sangat sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai kisaran pH 7 - 8,5 dan sebagian besar tumbuhan perairan tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah atau <4,0. Tahril (2011) menjelaskan bahwa nilai kisaran pH yang sesuai untuk pertumbuhan hidup lamun ada di kisaran 7 – 8,5.

DO (Dissolve oxygen)

Hasil pengukuran nilai oksigen terlarut (DO) di setiap stasiun penelitian perairan Pulau Raas menunjukkan nilai 6,0 – 6,3 mg/l (Tabel 1). Effendi (2003) menyatakan bahwa hampir semua vegetasi perairan menyukai kondisi dimana kadar oksigen terlarut nya ada pada nilai >5,0 mg/l. Menurut standar baku mutu Tabel 2. Jenis Lamun yang ditemukan

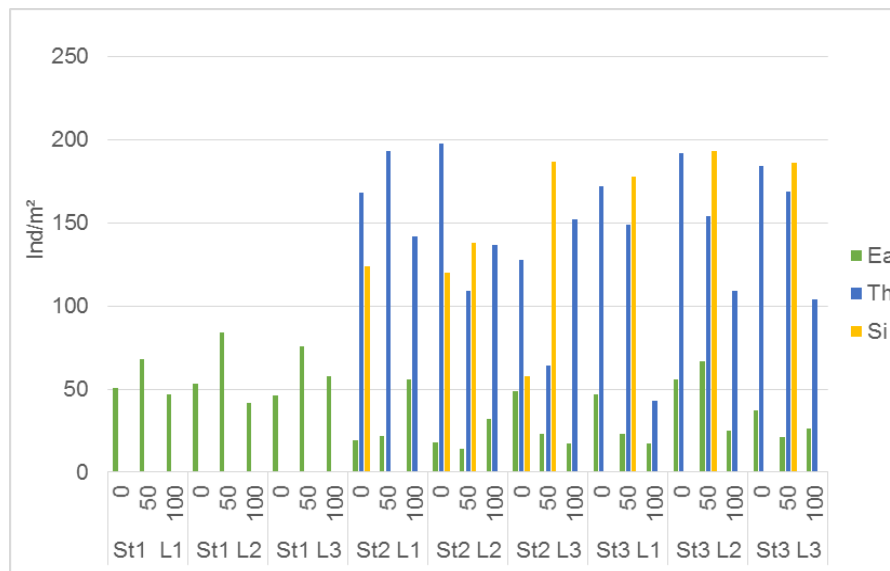
dari KepMenLH Tahun (2004) untuk pertumbuhan lamun ada pada nilai >5 mg/l. Adanya perbedaan nilai oksigen terlarut pada setiap stasiun di perairan Pulau Raas diduga karena adanya perbedaan suhu perairan pada saat pengukuran parameter perairan. Kadar oksigen terlarut pada suatu perairan dapat dipengaruhi oleh adanya zat padat tersuspensi, proses respirasi organisme, dan juga oleh suhu perairan (Rochyatun, 2000).

Kecerahan hasil pengukuran kecerahan perairan di perairan Pulau Raas yaitu 100% hal tersebut dikarenakan pada saat melakukan pengukuran substrat dasar perairan masih terlihat jelas. Menurut (Efendi, 2003) nilai baku mutu perairan untuk pertumbuhan hidup lamun ada di nilai >75%, dari hasil pengukuran nilai kecerahan yang ada di setiap stasiun di Pulau Raas menunjukkan nilai yang layak untuk kecerahan perairan dalam pertumbuhan lamun. Hartati *et al.*, (2012) menjelaskan bahwa tingkat kecerahan pada ekosistem lamun ada pada kisaran 0,5–3 meter.

Jenis dan Kerapatan Lamun

Jenis-jenis dan hasil kerapatan lamun yang ditemukan pada setiap stasiun disajikan dalam Tabel 2. dan Gambar 2.

Pulau Raas				
No.	Jenis Lamun (spesies)	Stasiun		
		I	II	III
1.	<i>Enhalus acoroides</i>	+	+	+
2.	<i>Thalassia hemprichii</i>	-	+	+
3.	<i>Syringodium isoetifolium</i>	-	+	+
Jumlah Spesies		1	3	3



Gambar 2. Nilai Kerapatan Lamun

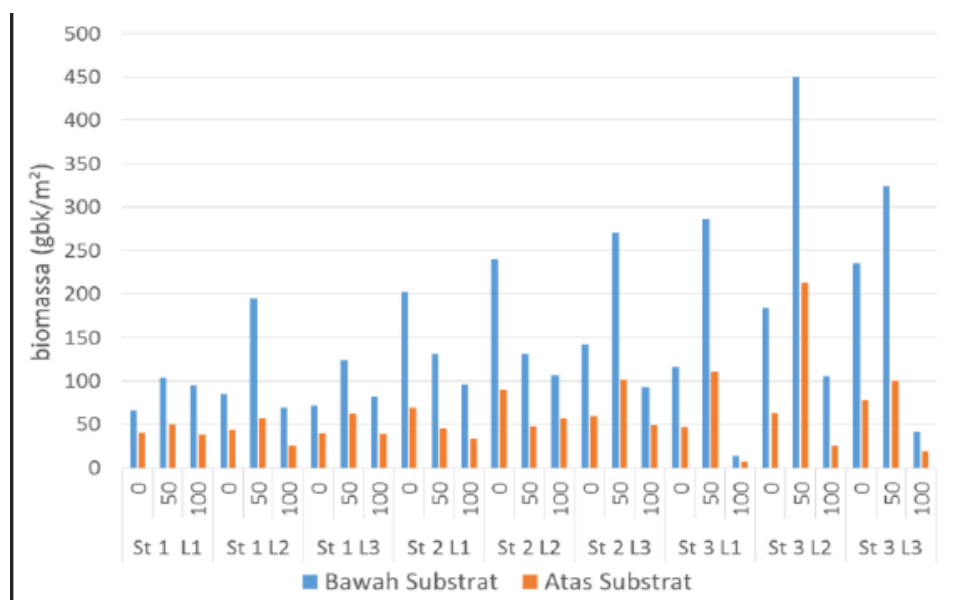
Hasil pengamatan dilapangan didapatkan data berupa nilai kerapatan lamun di Pulau Raas. Kerapatan tersebut akan semakin tinggi apabila kondisi perairan di suatu lokasi tergolong baik. Perbedaan jenis dan kerapatan lamun pada masing-masing titik diduga berkaitan dengan kemampuan adaptasi lamun terhadap lingkungan yang berbeda. Perhitungan kerapatan lamun digunakan dalam perhitungan nilai biomassa yang selanjutnya untuk

mengestimasi hasil simpanan karbon pada setiap titik pengamatan. Transek kuadrat

terletak pada 0 meter, 50 meter dan 100 meter di setiap garis transek. Hasil yang didapatkan pada Gambar 2. yaitu nilai kerapatan tertinggi terdapat pada stasiun 3 garis transek 2 dan transek kuadrat 50 meter, sedangkan yang terendah terdapat pada stasiun 1 garis transek 2 dan transek kuadrat 100 meter.

Biomassa Lamun

Hasil nilai biomassa yang didapatkan kemudian dikelompokkan menjadi biomassa bawah substrat (akar, rhizoma) biomassa atas substrat (daun). Hasil perhitungan biomassa di Pulau Raas disajikan dalam Gambar 3.



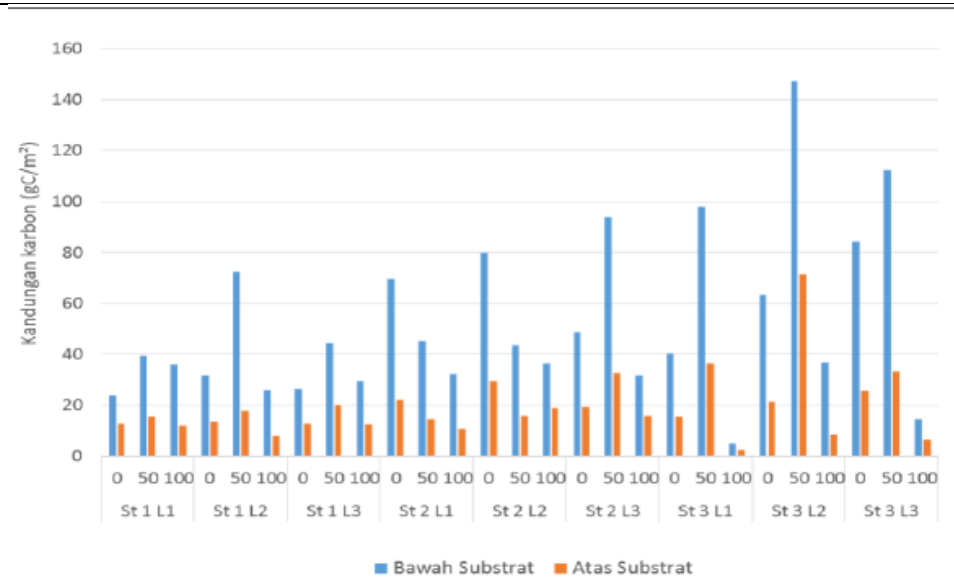
Gambar 3. Nilai Biomassa Lamun Pulau Raas

Nilai biomassa bawah substrat tertinggi ada pada St 3 L2 50m, sedangkan yang terendah ada pada St3 L1 100m. Nilai biomassa atas substrat tertinggi ada pada St 3 L2 50m, sedangkan yang terendah ada pada St 3 L1 100m. Azkab (2007) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai kerapatan lamun, maka semakin tinggi juga nilai biomassa nya. Tingginya nilai biomassa tersebut diduga dipengaruhi dominasi lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii*. Menurut Laffoley dan Gimsditch (2009) jenis lamun yang secara morfologi berukuran lebih besar cenderung mempunyai biomassa yang lebih tinggi, dan lamun jenis *E. acoroides* memiliki morfologi yang lebih besar dibandingkan dengan lamun jenis lainnya sehingga *E. acoroides* diduga sebagai penyumbang biomassa yang tinggi. Lamun

jenis *T. hemprichii* merupakan lamun dengan nilai kerapatan paling tinggi walupun secara bentuk morfologi jauh berbeda secara ukuran dengan jenis lamun *E. acoroides* namun secara nilai kerapatan lamun tersebut lebih besar dibandingkan lamun jenis lainnya. Hal tersebut membuktikan bahwa lamun *E. acoroides* dan *T. hemprichii* merupakan jenis lamun yang menyumbangkan nilai biomassa yang tinggi.

Kandungan Karbon Lamun

Hasil analisa karbon diperoleh menggunakan metode pengabuan (*Loss on Ignation*). Nilai kandungan karbon paada lamun di Pulau Raas ditampilkan dalam Gambar 4.

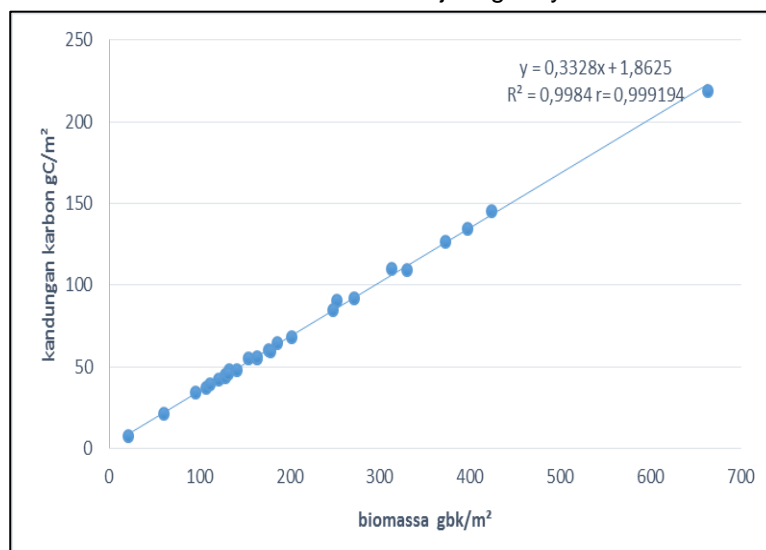


Gambar 4. Nilai Kandungan Karbon Lamun Pulau Raas

Nilai kandungan karbon bawah substrat tertinggi ada pada St 3 L2 50m, sedangkan yang terendah ada pada St 3 L1 100m. Nilai kandungan karbon atas substrat tertinggi ada pada St 3 L2 50m, yang terendah ada pada St 3 L1 100m. Wardah (2009) menjelaskan bahwa variasi nilai kandungan karbon lamun dipengaruhi oleh perbedaan biomassa antar jaringan. Semakin tinggi kandungan biomassa pada lamun maka nilai kandungan karbon pada jaringan tersebut akan semakin besar.

Kandungan karbon dibawah substrat tidak terlalu terkena pengaruh oleh faktor fisik

lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon diatas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan lainnya (Supriadi, 2012). Menurut penjelasan dari Kenedy *et al.*, (2009) menyatakan bahwa kandungan karbon dibawah substrat akan tersimpan dalam sedimen walaupun tunas pada lamun tersebut telah mati, sedangkan karbon diatas substrat hanya akan tersimpan jika tunas lamun masih tetap hidup. Perbedaan nilai kandungan karbon yang ada di setiap stasiun nya diduga dipengaruhi oleh besarnya nilai biomassa yang ada pada setiap jaringannya.



Gambar 5. Hubungan biomassa dan kandungan karbon

Berdasarkan gambar 5. diketahui bahwa terdapat hubungan biomassa dan kandungan karbon. Menurut penjelasan dari Wardah (2009) bahwa variasi kandungan karbon lamun dipengaruhi oleh perbedaan nilai

biomassa antar jaringan, semakin tinggi kandungan biomassa pada lamun maka nilai kandungan karbon pada lamun juga akan semakin besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kualitas perairan meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut dan kecerahan di Pulau Raas Kabupaten Sumenep termasuk dalam kondisi baik dan layak untuk perkembangan hidup lamun. Kerapatan lamun tertinggi yaitu 414 ind/m² dan lamun dengan nilai kerapatan terendah yaitu sebesar 42 ind/m² dan ditemukan tiga jenis lamun di Pulau Raas Kabupaten Sumenep yaitu *E. acoroides*, *T. hemprichii*, *S. isoetifolium*. Nilai kandungan biomassa dibawah substrat yaitu 13,96 – 450,21 gbk/m² lebih besar dibandingkan dengan nilai kandungan biomassa dibawah substrat yaitu 7,14 – 212,99 gbk/m². Nilai estimasi kandungan karbon bawah substrat yaitu 4,92 – 147,18 gC/m² lebih besar dibandingkan nilai estimasi kandungan karbon diatas substrat yaitu 2,35 – 71,41 gC/m².

DAFTAR PUSTAKA

Azkab, M. H. (2007). Status Sumberdaya Padang Lamun di Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat. *Status sumberdaya laut Teluk Gilimanuk, Taman Nasional Bali Barat. Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI. Jakarta*, 10-16.

Duarte, C. M., H. Kenedy, N. Marba and I. Hendriks. (2011). Assessing the capacity of seagrass meadows for carbon burial: Current limitations and future strategies. *Ocean and coastal management*, 30, 1-7

Effendi, H. (2003). *Telaah kualitas air, bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta

Hartati, R., Junaedi, A., Hariyadi, H., & Mujiyanto, M. (2012). Struktur Komunitas Padang Lamun di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa. *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17(4), 217-225.

Helrich, K. (1990). *Method of Analysis of The Association of Analytical Chemists*. Fifteenth Edition. Virginia

Hutomo, M. (1999). *Proses Peningkatan Nutrien Mempengaruhi Kelangsungan Hidup Lamun*. LIPI.

Kennedy, H., dan M. Bjork. (2009). Seagrass Meadows. *The Management of Natural Coastal Carbon Sinks. Switzerland*, 23-29

Laffoley, D., dan Gimsditch, G. (2009). *The Management of Natural Coastal Carbon Sink*. IUCN. Gland Switzerland.

Saran

Saran yang dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan nilai stok karbon pada penelitian ini dilakukan melalui estimasi data biomassa pada jaringan lamun yang ada pada transek kuadrat 50 m, diharapkan dalam penelitian lanjutan dapat menghitung nilai stok karbon dengan menghitung pada keseluruhan transek.
2. Perhitungan nilai biomassa pada jaringan lamun pada penelitian selanjutnya dapat dihitung dengan membedakan pada setiap jenis lamunnya.
3. Luasan area lamun pada penelitian selanjutnya dapat dihitung atau dicari dengan metode lyzenga.

McKenzie, L. (2008). *Seagrass Watch. Prosiding of Workshop for Mapping Seagrass Habitats in North East Arnhem Land, Northern Territory*, 18(20), 9-16

Menteri Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 20 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan Dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun.

Nyabakken, J. W. (1992). *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Penerbit Gramedia Pustaka Utama. Jakarta

Supriadi. (2003). *Produktivitas Lamun E. acoroides dan T. hemprichii di Pulau Barrang Lompo, Makassar. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor*

Tahril, T., Taba, P., La Nafie, N., & Noor, A. (2008). Analisis besi dalam ekosistem lamun dan hubungannya dengan sifat Fisikokimia Perairan Pantai Kabupaten Donggala. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(02), 105-111.

Wardah., B. Toknok., dan Zulkaidhah. (2009). *Persediaan Karbon Tegakan Agroforestri di Zona Penyangga Hutan Konservasi Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah*. Penelitian Strategi Nasional. Universitas Tadulako.