

Estimasi Simpanan Karbon dan Bioekologi Lamun di Pantai Prawean, Jepara

Vionita Endarwanti, Ali Djunaedi*, Gunawan Widi Santosa

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacub Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia

*Corresponding author, e-mail: alidjunaedi16@gmail.com

ABSTRAK: Perubahan iklim global yang semakin meningkat dapat menyebabkan kenaikan kadar karbondioksida pada atmosfer. Lamun dapat mengurangi kadar karbondioksida pada atmosfer dengan cara menyerap karbon anorganik melalui proses fotosintesis lamun dan menyimpannya dalam bentuk karbon organik dalam jangka waktu lama. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui simpanan karbon pada vegetasi lamun dengan komposisi jenis, kerapatan, penutupan, dan biomassa berbeda dilakukan, di Pantai Prawean, Jepara. Penelitian ini menggunakan metode survey dengan pengambilan data secara *purposive sampling*. Pendataan kondisi padang lamun mengacu pada metode LIPI 2014 dengan mendata penutupan, dan kerapatan lamun. Pengambilan sampel lamun menggunakan *seagrass core* secara acak. Sampel lamun diolah dengan metode *Loss On Ignition* (LOI) untuk mengetahui kadar karbon. Selanjutnya data kadar karbon dikonversikan berdasarkan nilai biomassa lamun. Jenis lamun yang ditemukan di Pantai Prawean berjumlah 5 jenis yaitu *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Oceana serrulata*, *Enhalus acoroides* dan *Halodule uninervis*. Kerapatan lamun di Pantai Prawean dapat mencapai 1717 individu/m² pada stasiun 1 dan 780 individu/m² pada stasiun 2. Persentase penutupan lamun total di Pantai Prawean sebesar 39,20 % pada stasiun 1 dan 22,73 % pada stasiun 2. Indeks ekologi pada stasiun 1 memiliki keanekaragaman rendah, keseragaman rendah dan ada dominansi lamun. Sedangkan pada stasiun 2 memiliki keanekaragaman sedang, keseragaman sedang dan dominansi sedang. Total biomassa lamun pada stasiun 1 dan stasiun 2 sebesar 2970,01 g/m² dan 1345,85 g/m². Total estimasi kandungan karbon lamun pada stasiun 1 dan stasiun 2 sebesar 1000,61 gC/m² dan 447,27 gC/m².

Kata kunci: Lamun; Biomassa; Karbon; Prawean

Carbon Estimation and and Bioecology of Seagrass in Prawean Beach, Jepara

ABSTRACT: Global climate change can cause an increase in carbon dioxide levels in the atmosphere. Seagrass can reduce carbon dioxide levels in the atmosphere by absorbing inorganic carbon through the seagrass photosynthesis process and storing it in the form of organic carbon for a long time. Therefore, this study was conducted to determine species composition, density, cover, ecological index, biomass, and carbon in seagrass vegetation in Prawean Beach, Jepara. This research uses *purposive sampling* data collection method. Data collection on the condition of seagrass beds refers to the 2014 LIPI method by recording the cover and density of seagrass. Seagrass sampling used random seagrass cores. Seagrass samples were processed by the *Loss On Ignition* (LOI) method to determine the carbon content. Furthermore, the carbon content data is converted based on the value of seagrass biomass. There are 5 types of seagrasses found on Prawean Beach, namely *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Oceana serrulata*, *Enhalus acoroides* and *Halodule uninervis*. The density of seagrass in Prawean Beach can reach 1717 individuals/m² at station 1 and 780 individuals/m² at station 2. The percentage of total seagrass cover in Prawean Beach is 39.20% at station 1 and 22.73% at station 2. station 1 has low diversity, low uniformity and there is a dominance of seagrass. While at station 2 has moderate diversity, moderate uniformity and moderate dominance. The total biomass of seagrass at station 1 and station 2 was 2970.01 g/m² and 1345.85 g/m². The total estimated carbon content of seagrass at station 1 and station 2 is 1000.61 gC/m² and 447.27 gC/m².

Keywords: Seagrass; Biomass; Carbon; Prawean

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan dampak dari diproduksi karbon dioksida dari proses pembakaran bahan bakar bumi yang berlebih sehingga menimbulkan ketidakseimbangan kandungan CO₂ pada atmosfer bumi. Karbondioksida pada atmosfer yang diproduksi dari proses pembakaran diserap oleh tumbuhan, kemudian diolah pada proses fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik yang lebih ramah lingkungan. Bahan organik yang dihasilkan dari proses fotosintesis sebagian dilepaskan kembali ke atmosfer dalam bentuk oksigen dan sisanya disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk bahan organik.

Lamun tergolong ke dalam tumbuhan tingkat tinggi atau dapat dibedakan akar, batang dan daun sejati. Lamun hidup tenggelam di perairan dangkal atau sering ditemukan di perairan pesisir. Lamun memiliki fungsi ekologis yang beragam seperti *nursery ground*, *feeding ground*, dan *spawning ground* (Rustam *et al.*, 2014). Ekosistem lamun memiliki kemampuan untuk meredam gelombang sehingga menjadikan kawasan ini menjadi area pengendapan sedimen dan bahan organik. Sehingga ekosistem lamun memiliki banyak peranan bagi organisme yang hidup di dalamnya.

Ekosistem lamun juga menjadi salah satu ekosistem yang memiliki potensi dalam penyimpanan karbon lingkungan. Kemampuan lamun dalam menyerap dan menyimpan karbon dalam tubuh lamun disebut *blue carbon* atau karbon biru. Lamun dapat mereduksi karbondioksida (CO₂) dari ekosistem pesisir dan laut sehingga dapat mengurangi konsentrasi CO₂ atmosfer (Kawaroe *et al.*, 2016). Penyerapan karbondioksida dilakukan oleh tumbuhan yang diolah pada proses fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik yang dapat bermanfaat bagi organisme itu sendiri dan organisme lain. Hasil dari proses fotosintesis sebagian dilepaskan kembali ke atmosfer dalam bentuk oksigen dan sisanya disimpan oleh tumbuhan dalam bentuk bahan organik (Rustam *et al.*, 2019). Karbon yang tersimpan di ekosistem pesisir dan laut dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama dibandingkan dengan ekosistem darat dalam bentuk sedimen. Kemampuan lamun dalam penyerapan karbon dari lingkungan dapat dipengaruhi oleh faktor fisika dan biologi lingkungan. Kapasitas penyimpanan karbon pada ekosistem lamun berbeda berdasarkan faktor jenis lamun penyusun, tingkat kerapatan dan penutupan lamun (Kawaroe *et al.*, 2016).

Lamun mampu menyerap nutrisi dari substrat melalui sistem perakaran dan dibantu rhizoma. Akar lamun merupakan tempat penyimpanan oksigen untuk proses sintesis dan tempat untuk metabolisme aktif sehingga konsentrasi karbon di bagian akar tergolong tinggi. Rongga udara atau *lacune* terdapat pada bagian akar lamun yang berfungsi untuk mempermudah pengaliran oksigen yang diperoleh dari hasil sintesis dari daun menuju akar (Kawaroe *et al.*, 2016). Pada tumbuhan lamun proses fotosintesis terjadi pada daun dengan menyerap karbondioksida pada kolom air. Karbondioksida terlarut dalam air sebesar 88,6 % dalam kondisi bikarbonat (HCO₃⁻) pada pH 8,2 (Rustam *et al.*, 2019). Hasil dari fotosintesis lamun berupa bahan organik yang diedarkan ke seluruh tubuh lamun dan sebagian dilepaskan ke lingkungan. Bahan organik yang disimpan lamun disebut biomassa lamun (Utomo, 2016).

Pantai Prawean dipilih karena lokasi yang berada di sekitar pemukiman masyarakat sehingga terdapat aktivitas masyarakat yang dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan lamun dan keberadaan lamun. Selain itu tingkat kerapatan dan penutupan lamun di Pantai Prawean memiliki nilai yang cukup baik (Shafiya *et al.*, 2021). Pada salah satu stasiun pengamatan memperoleh pasokan air tawar dan berdekatan dengan pemukiman masyarakat. Berdasarkan hal hal tersebut dapat ditemukan permasalahan yang perlu dikaji seperti kondisi bioekologi lamun, kondisi perairan, biomassa lamun dan kandungan karbon lamun pada vegetasi lamun di Pantai Prawean Jepara. Dengan harapan dapat menjadi sumber informasi bagi kegiatan konservasi lamun yang pengembangan dan pendaayagunaan teknologi pembelajaran.

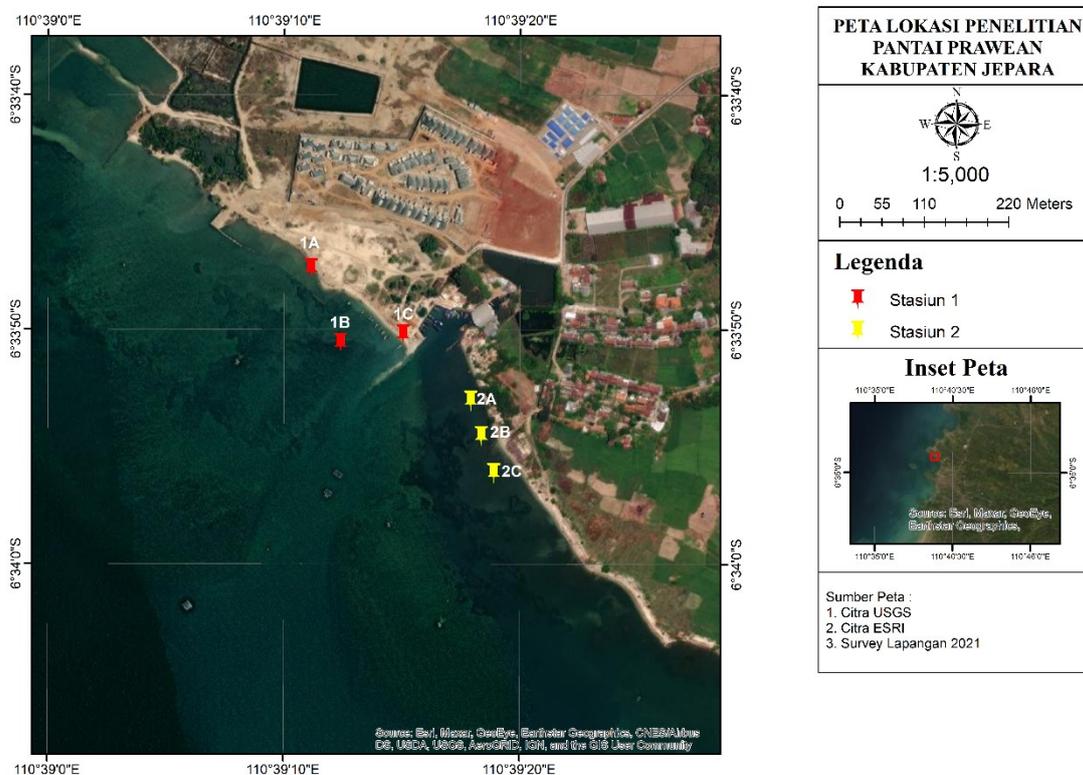
MATERI DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan berupa data primer dan sekunder yang meliputi data kerapatan lamun, tutupan

lamun, biomassa lamun, karbon lamun, parameter perairan (suhu, salinitas, pH, kecerahan dan arus), dan ukuran butir. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-Maret 2022 dengan lokasi penelitian di Pantai Prawean, Kabupaten Jepara (Gambar 1). Pantai Prawean dipilih karena terdapat aktivitas masyarakat berupa pemukiman penduduk, nelayan pencari ikan, dan nelayan wisata. Pengolahan sampel lamun dilakukan di Laboratorium Geologi Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro dan analisis ukuran butir dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

Metode pengamatan ekosistem lamun menggunakan metode LIPI 2014 dengan mendata jenis, persentase penutupan dan tingkat kerapatan lamun. Pengamatan dilakukan pada 1 lokasi dengan 2 stasiun di dalamnya. Pada setiap stasiun terdapat 3 transek garis sepanjang 100 meter tegak lurus garis pantai dengan titik nol (0 meter) pada titik lamun pertama kali ditemukan. Jarak masing-masing transek garis sejauh 50 meter. Pengamatan lamun menggunakan transek kuadran dengan ukuran 50x50cm pada setiap 10 meter transek garis dimulai dari titik 0 sampai titik 100 meter sehingga terdapat 11 kali pengamatan transek kuadran pada setiap transek garis (Rahmawati *et al.*, 2014)

Pengambilan sampel menggunakan *seagrass core* berdiameter 5 inch ditenggelamkan pada substrat yang terdapat lamun tumbuh. *Seagrass core* bertujuan untuk mendapatkan akar, rhizoma dan daun lamun serta memotong rhizoma lamun. Sampel lamun dipisahkan berdasarkan biomassa atas pelepah dan helai daun, akar dan rimpang. Masing-masing bagian lamun ditimbang untuk mendapatkan berat basah biomassa dan disimpan dalam *ziplock* dengan diberi label tanggal, lokasi, transek, plot, jenis, dan bagian biomassa (Rustam *et al.*, 2019). Lamun dipisahkan menjadi 3 jenis sesuai jaringan yaitu akar, rhizoma dan daun. Lamun dikeringkan dengan suhu ruangan untuk mengurangi kadar air. Sampel lamun dikeringkan dalam oven 60°C selama 6 jam atau sampai lamun mencapai berat konstan (Azkab, 1999). Berat biomassa per luas diperoleh dengan rumus berat biomassa dibagi luas *core*. Sedangkan untuk mengetahui jumlah biomassa per tegakan diperoleh dengan membagi berat kering biomassa dengan jumlah tegakan (Rustam *et al.*, 2019).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Pantai Prawean, Kabupaten Jepara

Kandungan karbon lamun diperoleh dengan analisis sampel di laboratorium menggunakan metode *Loss of Ignition* (LOI). Pengabuan dimulai dari cawan porselin ditimbang untuk mendapatkan berat cawan. Sampel lamun yang telah melewati proses pengeringan dengan oven dimasukkan ke dalam cawan dan ditimbang untuk mendapatkan berat cawan dan sampel. Cawan berisi sampel dipanaskan dalam *furnace* dengan suhu 500°C selama 6 jam hingga warnanya berubah menjadi abu sehingga diperoleh berat cawan dan abu. Setelah itu sampel dalam cawan didiamkan dalam waktu 24 jam (Rustam *et al.*, 2019). Sedangkan Kerapatan dan Persentase penutupan lamun (%) dianalisis dengan menggunakan rumus Rahmawati *et al.* (2014). Nilai indeks ekologi dianalisis menggunakan rumus Odum (1993)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan jenis lamun yang ditemukan di Pantai Prawean antara lain *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Oceana serrulata*, *Halodule uninervis* dan *Enhalus acoroides*. Komposisi jenis lamun dipengaruhi oleh komposisi jenis substrat, Pantai Prawean memiliki substrat yang didominasi oleh pasir dengan pecahan karang atau kerikil hal ini sesuai dengan Hoek *et al.*, (2016) jenis substrat pada kedua stasiun dapat mendukung pertumbuhan lamun. Hasil analisis kerapatan lamun dapat dilihat pada Tabel 1.

Kerapatan lamun di Pantai Prawean memiliki nilai rata-rata lebih tinggi pada stasiun 1 dibandingkan pada stasiun 2. Hal ini diduga disebabkan keberadaan sungai pada stasiun 2 yang menyebabkan perairan memiliki tingkat kecerahan yang rendah atau tergolong keruh. Menurut Christon *et al.* (2012) perairan dengan tingkat kecerahan yang tinggi dapat menyebabkan produktivitas lamun menjadi optimal. Nilai persen penutupan lamun pada kedua stasiun berbanding lurus dengan kerapatan lamun. Semakin tinggi kerapatan lamun maka semakin tinggi persentase tutupan lamun dan berlaku sebaliknya. Pada lamun dengan morfologi besar akan cenderung memiliki penutupan lamun tinggi jika didukung dengan tingkat kerapatan yang tinggi (Hidayat *et al.*, 2018). Sedangkan hasil analisis indeks ekologi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kerapatan dan Tutupan Lamun Pantai Prawean, Jepara

Jenis Lamun	Lokasi			
	Kerapatan (ind/m ²)		Tutupan (%)	
	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 1	Stasiun 2
<i>Cymodocea rotundata</i>	22	177	1,14	2,46
<i>Thalassia hemprichii</i>	53	133	2,46	3,03
<i>Oceana serrulata</i>	1717	780	32,95	13,83
<i>Halodule uninervis</i>	88	68	3,79	2,08
<i>Enhalus acoroides</i>	19	14	2,84	1,52
□	1894	1172	43,18	22,92
\bar{X}	378,8	234,4	8,64	4,58

Tabel 2. Indeks Ekologi Lamun Pantai Prawean, Jepara

Lokasi	Indeks Ekologi					
	Keanekaragaman		Keseragaman		Dominansi	
	H'	Kategori	E	Kategori	D	Kategori
Stasiun 1	0,62	Rendah	0,27	Rendah	0,82	Tinggi
Stasiun 2	1,47	Sedang	0,63	Sedang	0,48	Sedang

Indeks ekologi lamun pada stasiun 1 meliputi tingkat keanekaragamannya rendah, keseragamannya rendah dan ada dominansi lamun. Sedangkan pada stasiun 2 tingkat keanekaragamannya sedang, keseragamannya sedang dan nilai dominansi yang tidak mendekati angka 0 dan 1 sehingga dapat dikatakan tidak ada dominansi (Tabel 2). Hal ini diduga disebabkan oleh jumlah individu pada setiap jenis lamun tidak merata atau terdapat salah satu jenis lamun yang mendominasi. Pada kedua stasiun terdapat lamun *Oceana serrulata* yang memiliki kerapatan jenis dengan nilai yang tinggi dibandingkan jenis lain (Tabel 1). Pada stasiun 1 mendapatkan hasil berupa keanekaragaman yang rendah berarti terdapat ketidakstabilan pada lingkungan sesuai dengan Samson *et al.* (2020), nilai keseragaman rendah yang berarti tidak terjadi penyebaran individu pada setiap jenis yang merata atau terdapat dominansi jumlah individu pada satu jenis lamun didukung dengan nilai dominansi yang tinggi. Pada stasiun 1 terdapat dominansi jenis lamun *Oceana serrulata*. Pada stasiun 2 menunjukkan hasil nilai keanekaragaman sedang yang menunjukkan stasiun 2 memiliki lingkungan yang cukup stabil, komposisi individu pada setiap jenis lamun cukup merata, dan tingkat dominansi sedang. Hasil analisis Biomassa lamun dapat dilihat pada Tabel 3.

Total biomassa lamun pada stasiun 1 lebih besar dibandingkan stasiun 2 diduga disebabkan oleh jenis lamun yang menyusun pada sampel yang diambil, sampel biomassa stasiun 1 tersusun oleh jenis lamun *Enhalus acoroides* lebih banyak dibandingkan pada sampel stasiun 2. Spesies lamun yang menyumbang biomassa tinggi pada vegetasi lamun di Pantai Prawean yaitu *Enhalus acoroides* sesuai dengan penelitian Hartati *et al.* (2017) bahwa lamun dengan ukuran dan morfologi besar dapat menyumbang biomassa yang tinggi dikarenakan dapat menyimpan hasil fotosintesis pada jaringan dengan kapasitas yang lebih tinggi. Menurut Khairunnisa *et al.* (2018), kerapatan lamun tidak selalu berbanding lurus dengan besarnya biomassa jika dibandingkan dengan antar jenis lamun. Pada jenis lamun yang berukuran kecil seperti *Halodule uninervis* kandungan biomassa pada jaringannya cenderung lebih kecil dibandingkan jenis lamun lain meskipun dengan kerapatan yang tinggi. Biomassa lamun akan semakin meningkat jika kerapatan lamun semakin tinggi dan ukuran lamun semakin besar (Setiawan *et al.*, 2012).

Persentase biomassa lamun pada atas substrat dan bawah substrat memiliki perbedaan, total biomassa bawah substrat lebih besar dibandingkan dengan substrat bagian atas di lokasi pengamatan (Gambar 2). Biomassa bawah substrat terdiri dari biomassa rhizoma dan akar sedangkan biomassa atas substrat terdiri atas biomassa daun. Menurut Tebaiy *et al.* (2015), kandungan biomassa lamun pada bawah substrat lebih padat dibandingkan biomassa atas substrat. Semakin besar biomassa bawah substrat maka semakin kecil biomassa atas substrat hal ini berlaku untuk kebalikannya. Namun hal ini berbeda untuk jenis lamun yang memiliki perakaran tipis seperti *Halophila ovalis* dan *Halodule uninervis*. Menurut Kawaroe *et al.* (2016) menyatakan bahwa 60-80% biomassa pada jaringan lamun berasal dari biomassa rhizoma. Menurut Lisdawati *et al.* (2018) bahwa kedalaman air akan menjadi faktor penentu intensitas cahaya yang akan diperoleh lamun sehingga intensitas cahaya yang diperoleh akan mempengaruhi produktivitas biomassa lamun. Perairan Pantai Prawean memiliki kedalaman 0,3-1,2 meter yang tergolong perairan dangkal dengan tingkat kecerahan pada kedua stasiun berkisar antara 50-100%. Jenis substrat Pantai Prawean didominasi oleh substrat pasir. Pada jenis substrat yang dapat ditembus oleh rimpang lamun menciptakan sela-sela yang dapat membantu penyerapan nutrisi bagi lamun. Nutrien tersebut dimanfaatkan untuk produktivitas lamun atau disimpan dalam bentuk biomassa yang terdiri dari zat pati dan unsur hara yang disimpan dalam rhizoma (Hartati *et al.*, 2017). Sedangkan hasil analisis estimasi kandungan karbon dapat dilihat pada Tabel 4.

Estimasi karbon lamun total di Pantai Prawean pada stasiun 1 lebih besar dibandingkan karbon lamun total di stasiun 2. Menurut Gunawan *et al.* (2019), total karbon lamun pada setiap jenis lamun dipengaruhi oleh kerapatan dan biomassa lamun. Kerapatan lamun tertinggi pada kedua stasiun terdapat pada jenis *Oceana serrulata* namun penyumbang terbesar karbon lamun berasal dari jenis lamun *Enhalus acoroides* yang termasuk lamun dengan kerapatan terendah pada kedua stasiun. Menurut Rahmawati (2011), lamun dengan ukuran besar memiliki kapasitas karbon yang lebih besar untuk menyimpan karbon lamun dalam akar dan rimpang. Keberadaan spesies *Enhalus acoroides* pada Pantai Prawean menyebabkan tingginya kandungan karbon lamun. Tipe perakaran *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* yang berkayu dan menancap kuat pada substrat

Tabel 3. Nilai Kandungan Biomassa Lamun Pantai Prawean, Jepara

Lokasi	Atas Substrat (g/m ²)	Bawah Substrat (g/m ²)	Total Biomassa (g/m ²)
Stasiun 1	408,29	470,89	868,62
Stasiun 2	188,62	328,29	516,91

Tabel 4. Nilai Estimasi Kandungan Karbon Lamun Pantai Prawean, Jepara

Lokasi	Atas Substrat (gC/m ²)	Bawah Substrat (gC/m ²)	Total Karbon (gC/m ²)
Stasiun 1	130,86	164,98	295,83
Stasiun 2	65,43	115,54	180,97

memudahkan lamun untuk memperoleh nutrisi dari substrat dan menyimpan hasil sintesis tumbuhan pada bagian rhizoma dan akar (Hartati *et al.*, 2017). Total karbon lamun memiliki nilai yang berbanding lurus dengan total biomassa lamun hal ini sesuai dengan penelitian Graha *et al.* (2016) dan Hartati *et al.* (2017) sehingga semakin tinggi nilai biomassa lamun maka semakin tinggi nilai kandungan karbon lamun.

Estimasi karbon lamun pada bawah substrat lebih tinggi dibandingkan karbon lamun atas substrat. Karbon bawah substrat terdiri dari karbon pada rhizoma dan akar. Hal ini diduga karbon bawah substrat merupakan gabungan dari jaringan akar dan rhizoma serta dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama (Pramesti *et al.*, 2021). Hal ini didukung dengan penelitian Rhamadany *et al.* (2021) bahwa kandungan karbon bawah substrat tidak terlalu dipengaruhi oleh kondisi fisik perairan seperti salinitas, arus, gelombang dan suhu dibandingkan karbon pada atas substrat. Kandungan karbon per jaringan lamun tertinggi terdapat pada rhizoma *Enhalus acoroides* Menurut Tasabaramo *et al.* (2015), *Enhalus acoroides* memiliki sistem pengakaran dan rhizoma yang kuat sehingga dapat menyerap nutrisi pada substrat dan lingkungan secara optimal. Hal ini didukung oleh Handayani *et al.*, (2016) bahwa kandungan nutrisi pada bagian substrat memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pada kolom air sehingga penyerapan nutrisi oleh lamun dilakukan pada bagian akar. Menurut Hartati *et al.* (2017), sebagian besar hasil metabolisme lamun disimpan dalam bagian rhizoma sebagai cadangan makanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ditemukan 5 jenis lamun yaitu *Cymodocea rotundata*, *Thalassia hemprichii*, *Oceana serrulata*, *Enhalus acoroides*, dan *Halodule uninervis*. Kerapatan lamun yang memiliki nilai tertinggi pada jenis *Oceana serrulata* dengan kerapatan sebesar 1717 individu/m² pada stasiun 1 dan 780 individu/m² pada stasiun 2. Persentase penutupan lamun total sebesar 39,20 % pada stasiun 1 dan 22,73 % pada stasiun 2. Total biomassa lamun pada stasiun 1 sebesar 868,62 g/m² dan pada stasiun 2 sebesar 516,91 g/m². Estimasi simpanan karbon lamun pada stasiun 1 sebesar 295,83 gC/m² dan pada stasiun 2 sebesar 180,97 gC/m². Penyumbang biomassa dan karbon lamun terbesar terdapat pada jenis *Enhalus acoroides* disebabkan ukuran lamun yang lebih besar dibandingkan jenis yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Azkab, M.H. 1999. Pedoman Inventaris Lamun. *Oseana*, 14(1): 1–16
- Christon, Djunaedi, O.S., & Purba, N.P. 2012. Pengaruh Tinggi Pasang Surut terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Daun Lamun *Enhalus Acoroide* di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 287–294.
- Graha, Y.I., Arthana, I.W., & Karang, I.W.G.A. 2016. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Ecotrophic*, 10(1): 46–53.

- Gunawan, J.V., Parengkuan, M., & Wahyudi, A.J. 2019. Estimasi Stok Karbon pada Biomassa Lamun di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu. *Journal Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(21): 89–99. DOI: 10.14203/oldi.2019.v4i2.229
- Handayani, D. R., Armid, & Emiyarti. 2016. Hubungan Kandungan Nutrien Dalam Substrat Terhadap Kepadatan Lamun di Perairan Desa Lalowaru Kecamatan Moramo Utara. *Sapa Laut*, 1(2): 42–53.
- Hartati, R., Pratikto, I., & 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. DOI: 10.14710/buloma.v6i1.15746
- Hoek, F., Razak, A.D., Suruwaky, A.M., Ulat, M.A., & Arfah, A. 2016. Struktur Komunitas Lamun Di Perairan Distrik Salawati Utara Kabupaten Raja Ampat. *Jurnal Airaha*, 5(1):87–95.
- Kawaroe, M., Nugraha, A.H., & Juraji. 2016. Ekosistem Padang Lamun, IPB Press, Bogor.
- Pramesti, R., Subagiyo, S., Setyati, W.A., & Buana, T. 2021. Potensi Padang Lamun (*Thalassia hemprichii*) Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta. *Buletin Oseanografi Marina*, 10(3): 283–290. DOI: 10.14710/buloma.v10i3.36758
- 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., Irawan, A., Supriyadi, I.H., & Azkab, M. H. 2014. Panduan Monitoring Padang Lamun (Issue 1), PT. Sarana Komunikasi Utama, Jakarta.
- Rhamadany, A., Suryono, C.A., & Pringgenies, D. 2021. Biomasa dan Simpanan Karbon pada Ekosistem Lamun di Perairan Batulawang dan Pulau Sintok Taman Nasional Karimunjawa, Jepara. *Journal of Marine Research*, 10(3): 413–420. DOI: 10.14710/jmr.v10i3.31692
- Rustam, A., Adi, N.S., Daulat, A., Kiswara, W., Yusup, D.S., & Rappe, R.A. 2019. Pedoman Pengukuran Karbon di Ekosistem Padang Lamun, ITB Press, Bandung.
- Samson, E., Kasale, D., & Wakano, D. 2020. Kajian Kondisi Lamun Pada Perairan Pantai Waemulang Kabupaten Buru Selatan. *Biosel: Biology Science and Education*, 9(1): 11-25. DOI: 10.33477/bs.v9i1.1313
- Setiawan, F., Harahap, S.A., Andriani, Y., & Hutahaeen, A.A. 2012. Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh dan Kaitannya Dengan Kemampuan Menyimpan Karbon di Perairan Teluk Banten. *Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 3(3): 275–286.
- Shafiya, R.W., Djunaedi, A., & Ario, R. 2021. Estimasi Biomassa dan Simpanan Karbon pada Vegetasi Lamun di Perairan Pantai Jepara, *Journal of Marine Research*, 10(3): 446–452.
- Tasabaramo, I.A., Kawaroe, M., & Rappe, R.A. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan, dan Tingkat Kelangsungan Hidup enhalus acoroides yang ditransplantasi Secara Monospesies dan Multi spesies. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2): 757–770. DOI: 10.15797/concom.2019..23.009
- Tebaiy, S., Yulianda, F., Fahrudin, A., & Muchsin, I. 2015. Struktur Komunitas Padang Lamun Dan Strategi Pengelolaan Di Teluk Youtefa Jayapura Papua. *Jurnal Segara*, 10(2):137-146. DOI: 10.15578/segara.v10i2.23
- Utomo, M. 2016, Ilmu Tanah: Dasar-Dasar dan Pengelolaan, Kencana, Jakarta