

ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA LAMUN DI PESISIR TIMUR KABUPATEN BINTAN

THE ESTIMATION OF SEAGRASS CARBON STOCKS IN THE EAST COAST OF BINTAN REGENCY

Khairunnisa^{1*}, Isdradjad Setyobudiandi², dan Mennofatria Boer²

¹Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir dan Lautan, Sekolah Pascasarjana-IPB, Bogor

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK-IPB, Bogor

*E-mail: khairunnisa.9209@gmail.com

ABSTRACT

*One of the solutions to reduce carbon gas emissions that triggered global warming is to utilize coastal vegetation such as seagrass that known as blue carbon. This research was aimed to determine stock carbon on seagrass in the east coast of Bintan Regency, Kepulauan Riau Province as an effort to reduce global warming. The research was conducted in Berakit, Malang Rapat, and Teluk Bakau from January to July 2017. The parameters measured in this research were biomass, carbon content, and carbon stock on seagrass. The anylisis of the biomass was obtained from the dry weight per unit area, the carbon content was obtained by Walkley and black method, the carbon stock was obtained by the measurement of the biomass and carbon content. Based on the observation, seagrass ecosystem in east coast of Bintan was palnted by *C. rotundata*, *C. serrulata*, *E. acoroides*, *H. uninervis*, *H. pinifolia*, *H. ovalis*, *T. hemprichii*, *T. ciliatum*, dan *S. isoetifolium*. The below ground biomass and carbon per centation were higher that the aboveground parts so when the leaves are released either because of human or natural actions, seagrass is still able to store carbon. Seagrass beds on the east coast of Bintan Regency have the potential to absorb and store carbon which is equal to 2431.33 tons C as *E. acoroides* being the species which capable of producing the highest biomass and highest carbon content, although this number cannot be used as a reference whether seagrass has high potential or no because until now there has been no standard value.*

Keywords: carbon, blue carbon, seagrass, Bintan

ABSTRAK

Salah satu upaya untuk mengurangi emisi gas karbon pemicu pemanasan global adalah dengan memanfaatkan vegetasi pesisir seperti lamun yang dikenal dengan istilah *blue carbon*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui stok karbon pada padang lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau sebagai upaya dalam mengurangi pemanasan global. Penelitian dilakukan di Berakit, Malang Rapat, dan Teluk Bakau mulai Januari – Juli 2017. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah biomassa, kandungan karbon, dan stok karbon pada lamun. Analisis biomassa diukur dari berat kering lamun per satuan luas yang dibagi atas bagian atas dan bawah substrat, kandungan karbon diukur dengan metode Walkley and Black, stok karbon diukur dengan memperhatikan kandungan karbon dan biomassa lamun. Hasil penelitian menunjukkan ekosistem lamun di pesisir timur Kabupaten Bintan ditumbuhi oleh *C. rotundata*, *C. serrulata*, *E. acoroides*, *H. uninervis*, *H. pinifolia*, *H. ovalis*, *T. hemprichii*, *T. ciliatum* dan *S. isoetifolium* dengan kondisi yang relatif baik. Persentase biomassa dan karbon yang berada di bawah substrat lebih besar dibanding biomassa yang berada di atas substrat, sehingga ketika bagian pelepah dan daun lamun lepas baik karena tindakan manusia ataupun alam lamun masih tetap mampu menyimpan karbon. Padang lamun di pesisir sebelah timur Kabupaten Bintan memiliki potensi dalam menyerap dan menyimpan karbon yakni sebesar 2431.33 ton C dengan *E. acoroides* sebagai spesies yang mampu menghasilkan biomassa terbesar dan kandungan karbon tertinggi, meski jumlah tersebut tidak dapat dijadikan acuan apakah lamun memiliki potensi yang tinggi ataupun tidak karena hingga saat ini belum ada nilai standardnya.

Kata kunci: karbon, karbon biru, lamun, Bintan

I. PENDAHULUAN

Pengurangan terhadap emisi karbon merupakan langkah penting dalam melawan pemanasan global dan perubahan iklim yang sedang terjadi. Biosekuestrasi adalah salah satu solusi untuk mengurangi emisi karbon melalui organisme yang berfotosintesis. Ironisnya, sekarang semakin banyak terjadi penebangan dan kebakaran hutan yang membuat luas hutan dunia semakin berkurang. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan merilis hasil analisa data penutupan lahan tahun 2017 (periode Juli 2016-Juni 2017) dengan total deforestasi (netto) nasional seluas 479 ribu ha, dengan rincian deforestasi di dalam kawasan hutan seluas 308 ribu ha dan di Areal Penggunaan Lain (APL) seluas 171 ribu ha. Atas dasar tersebut, biosekuestrasi kini tidak hanya berfokus pada hutan darat saja tetapi mulai mempertimbangkan potensi yang dimiliki vegetasi-vegetasi pesisir dan laut termasuk lamun yang ternyata dapat menyerap karbon dalam jumlah yang lebih besar yang dikenal dengan istilah *blue carbon*/karbon biru.

Ekosistem pesisir seperti mangrove dan lamun memiliki peranan penting dalam menyediakan manfaat dan jasa yang berperan untuk mengurangi dan menyesuaikan dampak perubahan iklim (Howard *et al.*, 2014). Lamun memiliki kemampuan untuk menyerap CO₂ melalui proses fotosintesis. Karbon yang diserap lamun sebagian digunakan sebagai energi dan sebagian lainnya disimpan dalam jaringan-jaringan tubuhnya dalam bentuk dan menyimpannya ke dalam jaringan-jaringan di tubuhnya dalam bentuk biomassa. Selain menyimpan pada jaringan tubuhnya, sedimen yang berada di bawahnya turut menyimpan kandungan karbon sehingga padang lamun dianggap sebagai *carbon sinker* yang efektif. Kemampuan menyerap karbon umumnya berbeda di antar tiap jenis lamun. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh faktor internal yang berasal dari lamun sendiri seperti morfologi dan metabolisme jenis lamun.

Kemampuan dalam menyerap dan menyimpan karbondioksida ini menunjukkan bahwa lamun memiliki peranan penting dalam memitigasi perubahan iklim pada tahun-tahun mendatang (Wawo *et al.*, 2014). Kontribusi vegetasi lamun terhadap penyerapan karbon dimulai dari proses fotosintesis yang kemudian disimpan sebagai biomassa. Biomassa lamun adalah satuan berat (berat kering atau berat abu) lamun bagian tumbuhan yang berada di atas substrat (daun, seludang, buah dan bunga) dan atau bagian di bawah substrat (akar dan rimpang) yang sering dinyatakan dalam satuan gram berat kering per m² (gbk/m²). Karbon dalam biomassa ini akan tersimpan selama lamun masih hidup (Graha, 2015). UNEP (United Nations Environment Programme) memaparkan bahwa meski hanya menempati 0,05% dari biomassa tanaman darat, vegetasi laut dan pesisir mampu menyimpan jumlah karbon sebesar 234-450 Tg C/tahun dengan laju penyimpanan karbon pada lamun sebesar 27,4 – 44 Tg C/tahun (Nelleman, 2009).

Wilayah pesisir sebelah timur Kabupaten Bintan memiliki hamparan lamun yang cukup luas yakni lebih dari 2500 ha (Damayanti, 2011). Luas wilayah Kabupaten Bintan yang secara geografis terletak antara 0°06'17" - 1° 34'52" LU dan 104°12'47" BT di sebelah Barat - 108° 02'27" BT di sebelah Timur mencapai 87.717,84 km² terdiri atas wilayah daratan seluas 1.319,51 km² (1,50%) dan wilayah laut seluas 86.398,33 km² (98,50%) (BAPPEDA Bintan, 2010). Trikora *Seagrass Management Demosite* menunjukkan terdapat 13 jenis lamun yang tumbuh di perairan Indonesia, 10 jenis ditemukan di kawasan Kabupaten Bintan, Kepulauan Riau dengan sebaran beragam meliputi *C. rotundata* (Cr), *C. serrulata* (Cs), *E. acoroides* (Ea), *H. uninervis* (Hu), *H. pinifolia* (Hp), *H. ovalis* (Ho), *H. spinulosa* (Hs), *T. hemprichii* (Th), *T. ciliatum* (Th) dan *S. isoetifolium* (Si). Berdasarkan data tersebut serta ke-mampuan lamun dalam menyerap dan menyimpan karbon, maka kondisi pesisir yang kaya akan jenis lamun dan mempunyai

hamparan padang lamun yang luas seperti Kabupaten di Bintan sangat layak untuk dijadikan lokasi penelitian dalam mengukur potensi penyimpanan karbon sebagai mitigasi pemanasan global dan perubahan iklim.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan mulai Januari 2017 – Juli 2017 di pesisir timur Kabupaten Bintan yang mencakup 8 stasiun dengan karakteristik dan aktivitas yang berbeda-beda. 3 stasiun terdapat di pesisir Desa Berakit, 3 stasiun di Desa Malang dan 2 stasiun di Desa Teluk Bakau. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Parameter-parameter yang diukur yaitu kerapatan, biomassa, dan kandungan karbon

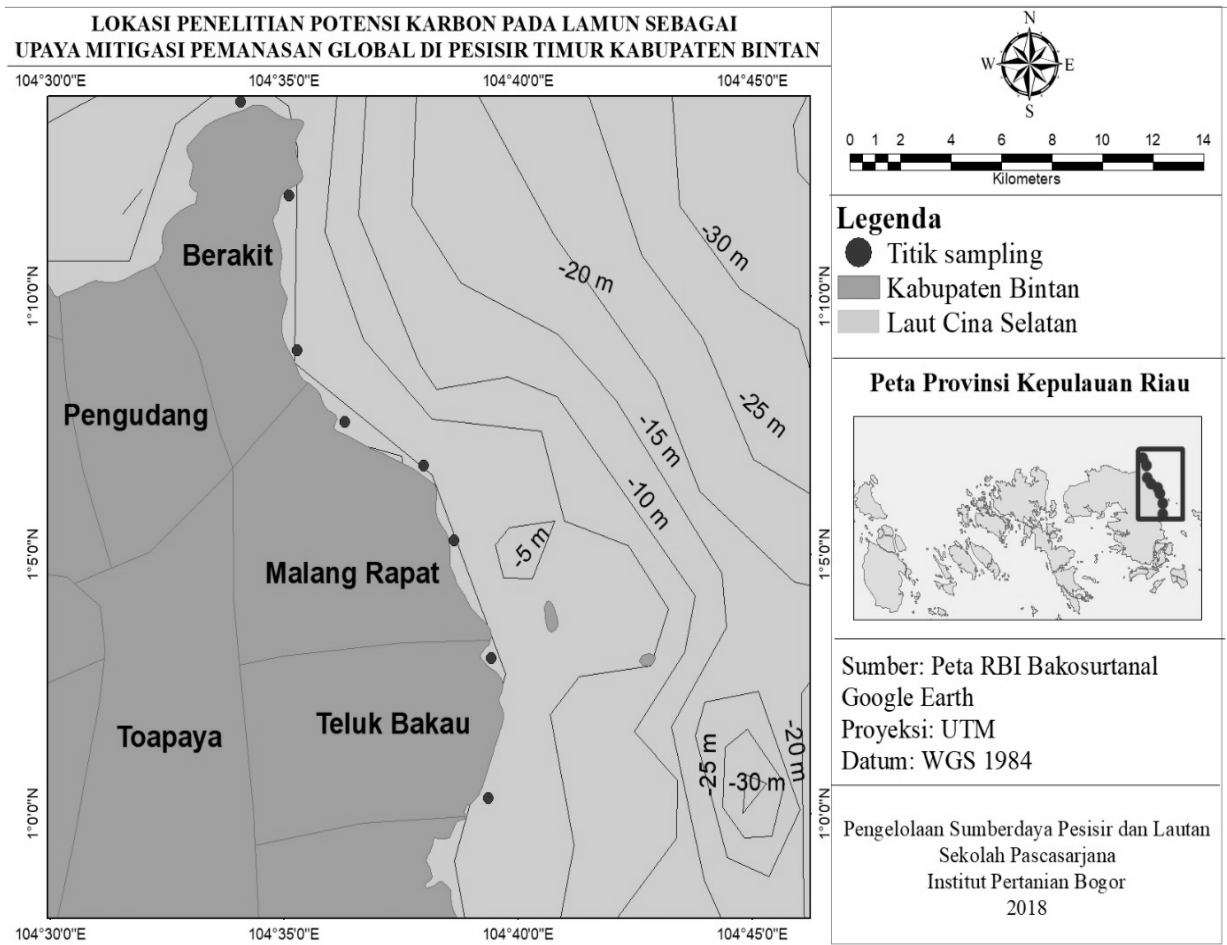
pada setiap jenis lamun.

2.2. Kerapatan Lamun

Pengambilan data pada setiap stasiun dilakukan dengan menggunakan 3 garis transek yang ditarik hingga 100 m ke arah laut dengan jarak antar garisnya 25 m. Setiap garis transek terdapat transek plot berukuran 0,5 x 0,5 m² yang dimulai dari titik 0 m dan diulangi setiap 20 m sampai dengan 100 m. Kerapatan masing-masing jenis pada setiap stasiun dihitung dengan menggunakan rumus Azkab (1999) yaitu:

$$D = \frac{N}{A} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan : D = Kerapatan jenis lamun (ind/m²), N = Jumlah tegakan (ind), dan A = Luas area (m²).



Gambar 1. Lokasi pengambilan data penelitian di sebelah timur Kabupaten Bintan.

2.3. Biomassa Lamun

Biomassa lamun terbagi atas 2 bagian yaitu biomassa di atas substrat (*above ground*) yang terdiri atas helaian dan pelepah daun dan biomassa di bawah substrat (*below ground*) yang terdiri atas terdiri dari akar dan rhizom. Pengambilan sampel biomassa dilakukan dengan cara mencuplik lamun pada kuadran berukuran 0,0625 m² cm hingga kedalaman penetrasi akar (Short dan Coles, 2001). Lamun dipisah perjaringan atas daun, rhizoma, dan akar kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 80°C hingga beratnya konstan. Biomassa (g/m²) dapat dihitung dengan rumus (Azkab, 1999):

$$\text{Biomassa} \left(\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right) = \frac{\text{Berat kering (g)}}{\text{Luas area (m}^2\text{)}} \dots\dots (2)$$

2.4. Cadangan Karbon Lamun

Analisis karbon dibagi atas dua bagian di atas substrat dan di bawah substrat seperti pada biomassa. Kandungan C-org ditentukan dengan menggunakan menggunakan metode *Walkley and Black* (Sulaiman *et al.*, 2015). Lamun yang telah dikeringkan selanjutnya dihaluskan hingga berbentuk bubuk halus dan ditambahkan K₂Cr₂O₇ 2 N sejumlah 5 mL dan H₂SO₄ pekat sejumlah 7,5 mL sehingga berbentuk larutan untuk kemudian diperiksa dengan alat spektrometer pada panjang gelombang maksimum. Uji karbon dikukan Balai Penelitian Tanah, Bogor. Konversi kandungan karbon menjadi potensi cadangan karbon didapat dengan mengalikan kandungan karbon dengan biomassa lamun (Rahmawati, 2011). Sementara total cadangan karbon didapat

dengan memperhatikan luas padang lamun (Tabel 1).

Tabel 1. Luas padang lamun di lokasi pengambilan data Bintan Timur (Wahyudi *et al.*, 2016).

Lokasi Penelitian	Luas Padang Lamun (ha)
Desa Berakit	390,65
Desa Malang Rapat	422,19
Desa Teluk Bakau	151,36
Total	964,2

III HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil

3.1.1. Kerapatan Lamun

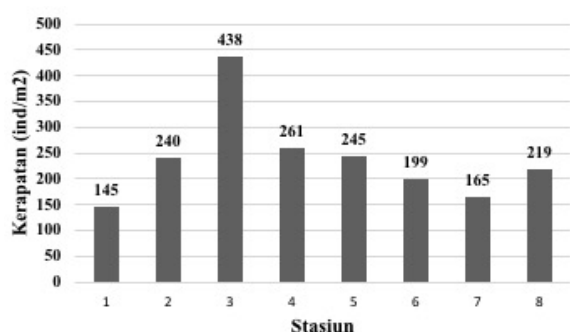
Trikora Seagrass Demonstration Site (TRISMASDES) mencatat sebanyak 10 jenis lamun di pesisir Bintan, namun yang berhasil ditemui selama penelitian berjumlah 9 jenis yang terdiri atas *C. rotundata* (Cr), *C. serrulata* (Cs), *E. acoroides* (Ea), *H. uninervis* (Hu), *H. pinifolia* (Hp), *H. ovalis* (Ho), *T. hemprichii* (Th), *T. ciliatum* (Tc) dan *S. isoetifolium* (Si) dengan kondisi yang baik. Tipe vegetasi yang ditemui di Perairan Bintan sebelah timur termasuk tipe campuran yang ditumbuhi tiga hingga sembilan jenis lamun pada tempat yang sama (Tabel 2). Lamun yang terdapat pada stasiun penelitian secara umum berada dalam kondisi baik, hal tersebut menunjukkan bahwa karakteristik perairan Bintan sangat sesuai untuk mendukung berbagai jenis lamun untuk tumbuh dan berkembang.

Tabel 2. Kepadatan lamun (ind/m²) di lokasi pengambilan data Bintan Timur.

Jenis Lamun	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
<i>Enhalus acoroides</i>	48	87	42	46	66	46	71	95
<i>Thalassia hemprichii</i>	54	7	15	-	12	13	29	70
<i>Cymodocea serrulata</i>	-	45	32	18	31	39	21	-
<i>Cymodocea rotundata</i>	-	23	38	-	22	20	22	54
<i>Halodule univervis</i>	-	25	70	-	11	-	-	-

Jenis Lamun	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8
<i>Halodule pinifolia</i>	38	-	31	195	44	16	6	-
<i>Halophila ovalis</i>	-	12	23	-	-	-	-	-
<i>Syringodium isoetifolium</i>	-	37	134	-	34	37	-	-
<i>Thalassodendron ciliatum</i>	-	6	51	-	45	29	3	-
Total	140	242	436	259	265	200	152	219

Data penelitian menunjukkan bahwa *E. acoroides* merupakan jenis yang paling mendominasi karena ditemukan di semua stasiun penelitian. Untuk kerapatan tertinggi ditemukan pada jenis *H. pinifolia* di stasiun 3 dengan nilai sebesar 195 ind/m² dan kerapatan terendah ditemukan pada jenis *T. ciliatum* di stasiun 7 dengan nilai sebesar 3 ind/m². Sementara itu stasiun 3 merupakan area yang memiliki jenis lamun terbanyak dan kerapatan total tertinggi dengan spesies terbanyak merupakan area yang memiliki nilai kerapatan tertinggi (Gambar 2).



Gambar 2. Tingkat kerapatan (ind/m²) lamun di lokasi pengambilan data Bintan Timur.

H. pinifolia yang tumbuh pada stasiun 4 merupakan jenis lamun dengan kerapatan jenis tertinggi diantara semua jenis dan stasiun. Jenis lamun yang berukuran kecil seperti *H. pinifolia* memiliki jumlah tegakan lebih banyak dibandingkan dengan jenis lainnya karena dengan ukuran daun dan letak pertumbuhan daunnya yang ke atas memungkinkan untuk tumbuh memadati suatu area dan hidup di sela-sela lamun berukuran besar. Kondisi lokasi penelitian

dengan jenis substrat yang stabil juga menjadi penyebab jenis ini dapat tumbuh dengan baik. Sementara itu, *E. acoroides* merupakan jenis yang mendominasi pada seluruh stasiun penelitian karena pada daerah tropis penyebarannya ditemukan pada seluruh tipe substrat jenis dan bentuk morfologinya yang besar dibanding jenis lain memungkinkannya untuk bertahan hidup pada berbagai kondisi

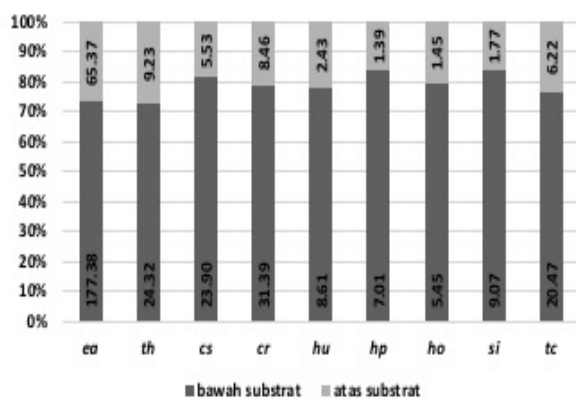
Stasiun 3 merupakan stasiun dengan kerapatan jenis tertinggi. Hal ini diduga karena tidak ada aktifitas dan pemanfaatan pada wilayah ini sehingga kualitas perairan masih sangat baik. Meskipun pada wilayah ini lamun hidup berdampingan dengan terumbu karang, jumlah terumbu karang tidak mendominasi dan lebih sedikit dibanding sebaran lamun yang ada sehingga persaingan untuk mendapat nutrisi tidak terlalu tinggi. Selain itu, dengan adanya terumbu karang, lamun dapat terlindungi dari arus dan gelombang yang kuat. Jenis lamun dengan kerapatan tertinggi di stasiun 3 adalah *S. isoetifolium* yang memiliki daun berbentuk silindris sehingga memungkinkan untuk tumbuh dengan padat dan lebih lentur saat arus melewatinya. *S. isoetifolium* biasanya dapat ditemukan di daerah dangkal dengan hamparan terumbu.

3.1.2. Biomassa Lamun

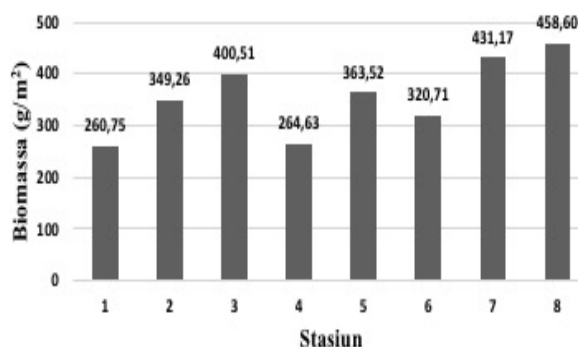
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai biomassa yang berada di bawah substrat jauh lebih besar dibanding biomassa yang berada di atas substrat dari berat keseluruhan (Gambar 3) dan stasiun penelitian yang memiliki biomassa tertinggi adalah stasiun 8 yang didominasi oleh lamun

dengan morfologi besar (Gambar 4). Menurut Tasabaramo *et al.* (2015) besarnya nilai biomassa yang berada di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan pada rhizoma yang berkaitan erat dengan daya tancap lamun pada substrat untuk bertahan dari arus dan gelombang laut.

Hubungan kepadatan dan biomassa yang didapat dari hasil penelitian di Perairan Sebelah Timur Bintan tidak menunjukkan hasil yang berbanding lurus dimana tidak semua stasiun dengan kerapatan yang tinggi dapat menghasilkan biomassa dalam jumlah yang besar. Hal ini didapati pada stasiun 3 yang memiliki kerapatan total tertinggi secara keseluruhan justru tidak memiliki biomassa tertinggi karena jenis yang mendominasi kerapatan tertinggi di perairan ini adalah lamun yang berukuran lebih kecil. Jenis-jenis tersebut memiliki biomassa yang lebih kecil dibanding dengan lamun yang berukuran besar meskipun jumlahnya banyak. Species lamun yang secara morfologi berukuran besar seperti *E. acoroides* cenderung memiliki nilai biomassa lebih tinggi terutama biomassa yang terdapat di bawah substrat. *E. acoroides* merupakan lamun yang memiliki biomassa tertinggi pada semua stasiun dan menjadi penyumbang terbesar biomassa total pada ekosistem lamun.



Gambar 3. Persentase biomassa spesies lamun di lokasi pengambilan data Bintan Timur.



Gambar 4. Tingkat biomassa lamun (g/m²) di lokasi pengambilan data Bintan Timur.

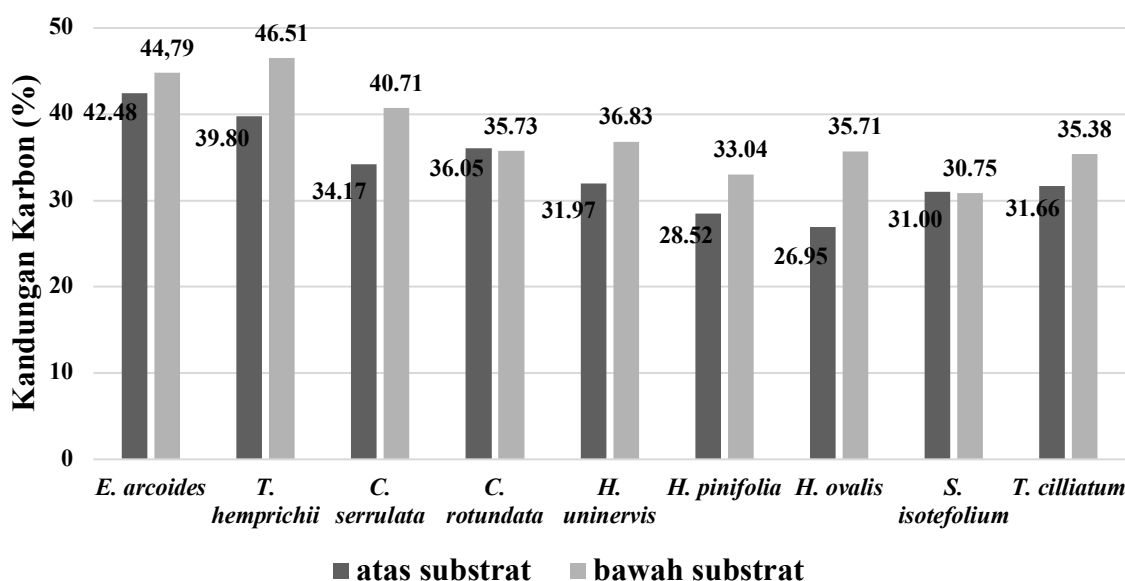
3.1.3. Karbon Lamun

Nilai rata-rata kandungan karbon terbesar terdapat pada *E. acoroides* yaitu 42,48% pada bagian abg dan 44,79% pada bagian bg. Nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan kandungan karbon *E. acoroides* pada penelitian Rahmawati (2011) yakni 41,5% dan 40,2% berturut-turut pada bagian abg dan bg serta pada penelitian Wawo *et al.* (2014) yakni berturut-turut 42,72% dan 40,33%. Sementara itu kandungan karbon terendah ditemui pada jenis *H. pinifolia* yaitu 28,52% pada abg dan 33,04% pada bg. Cadangan karbon yang tersimpan pada lamun sangat dipengaruhi oleh faktor biomassa dan kandungan karbon yang terdapat di dalam jaringan-jaringannya. Nilai kandungan karbon yang telah diketahui dikonversi menjadi nilai cadangan/stok karbon pada lamun sehingga didapati nilai estimasi cadangan karbon total di perairan sebelah timur Bintan sebesar 2431,33 ton C (Tabel 3) dengan *E. acoroides* sebagai penyumbang karbon stok tertinggi (Gambar 6).

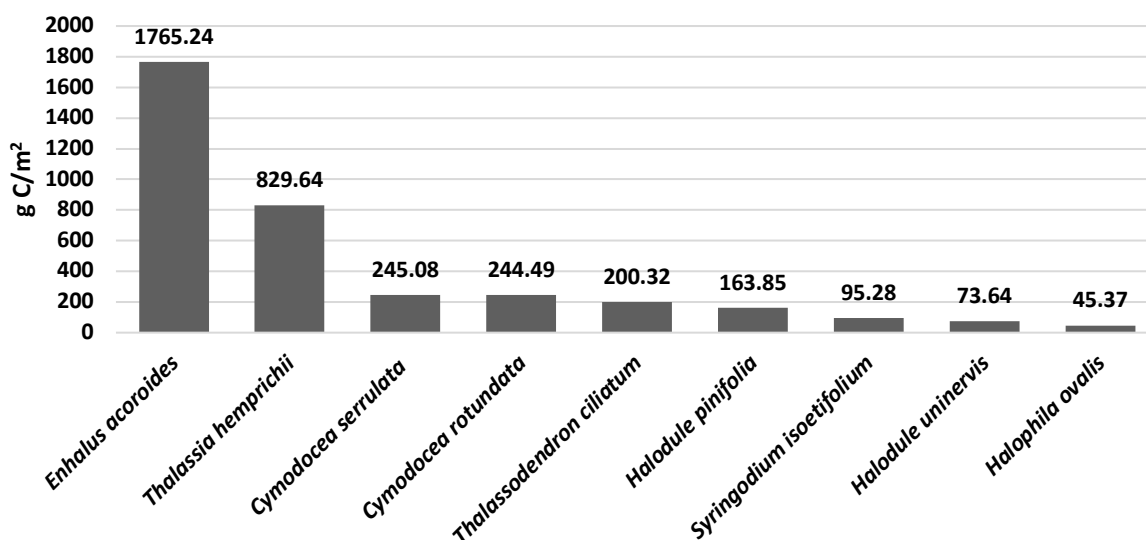
Setiap jenis lamun memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap karbon. Sama seperti pada kemampuannya menghasilkan biomassa, lamun-lamun yang berukuran besar cenderung memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dibanding jenis yang berukuran kecil. Besarnya kandungan karbon yang terdapat pada *E. acoroides* hampir dua kali lipat dari

kandungan karbon yang terdapat pada *H. pinifolia*. Lamun yang berukuran besar tersebut menurut Pendleton *et al.* (2012) memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menyimpan karbon pada lapisan sedimen yang lebih dalam dibanding lamun yang berukuran kecil sehingga pada padang lamun yang mayoritas ditumbuhi oleh spesies berukuran besar cenderung memiliki sedimen dengan kandungan organik tinggi. Hal tersebut berbeda dengan lamun berukuran

kecil yang memiliki proses pergantian yang lebih cepat sehingga tidak dapat menyerap karbon dalam jumlah besar dan menyimpannya dalam jangka waktu yang lama. Contohnya seperti *H. ovalis* pada penelitian Kaewsrihwa *et al.* (2016) bahwa *H. ovalis* yang memiliki tingkat produksi daun yang tinggi yaitu $2,10 \pm 0,10$ hari per pasang daun membuatnya tumbuh lebih cepat sehingga menurunkan kemampuannya dalam mengakumulasi karbon.



Gambar 5. Persentase kandungan karbon dalam lamun di lokasi pengambilan data Bintang Timur.



Gambar 6. Stok karbon (g C/m^2) spesies lamun di lokasi pengambilan data Bintang Timur.

Tabel 3. Total karbon di pesisir timur Bintan.

Stasiun	Luas (ha)	Karbon (g C/m ²)	Karbon (tonC/ha)	Total (ton C)
Berakit	390,65	233,67	2,33	910,21
Malang Rapat	422,19	209,85	2,09	882,38
Teluk Bakau	151,36	422,26	4,22	638,74
Total	964,2			2431,33

3.2. Pembahasan

Total karbon tersimpan lamun di pesisir timur Kabupaten Bintan yang didapat pada penelitian ini adalah sebesar 2431,33 ton C. Teluk Bakau yang memiliki luas padang lamun terkecil menjadi wilayah yang menyumbang rata-rata karbon terbesar yaitu 422,26 g C/m² karena penyusun komunitas lamun di wilayah tersebut merupakan jenis lamun yang berukuran besar. Hingga saat ini belum ada tolak ukur ataupun batas nilai yang menunjukkan berapa nilai yang dikatakan berpotensi tinggi ataupun rendah dalam menyerap dan menyimpan karbon. Estimasi total pada penelitian ini lebih rendah dibanding dengan penelitian Indriani pada tahun 2016 yang dilakukan Teluk Bakau dan Pengudang dengan total cadangan karbon sebesar 820052,48 ton (Tabel 4). Perbedaan diduga karena dalam penelitian tersebut jenis lamun yang disampling hanya yang berukuran besar seperti *E. acoroides* dan *T. hemprichii* sehingga relatif menghasilkan nilai biomassa dan kandungan karbon yang lebih besar ketika dirata-rata. Akan tetapi, dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Graha (2015) di Pantai Sanur, cadangan karbon dalam penelitian ini jauh lebih tinggi karena hasil yang didapat

adalah sebesar 66,60 ton C. Padang lamun dapat menurunkan tingkatan karbon dioksida yang ada dan menyimpannya selama bertahun-tahun, namun karbon-karbon tersebut akan segera lepas ke perairan saat lamun tersebut mati sehingga sangat penting untuk menjaga kelestarian padang lamun (Russel *et al.*, 2013). Padang lamun yang dibentuk spesies yang berukuran besar lebih efektif dalam memperkaya partikel sedimentasi dari kolom air, mendukung akumulasi karbon organik dan partikel sedimen halus serta mengurangi erosi dan ekspor karena lebih tahan terhadap kekuatan hidrodinamika dan tumbuh lebih stabil serta permanen dibanding spesies yang berukuran kecil (Ondiviela *et al.*, 2014). Jenis yang lebih besar dan tumbuh secara persisten, biasanya juga menyimpan cadangan karbon yang besar pada substratnya (Lavery *et al.*, 2013; Rozaimi *et al.*, 2016).

Setiap jenis lamun memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap karbon. Sama seperti kemampuannya dalam menghasilkan biomassa, lamun-lamun yang berukuran besar cenderung memiliki kandungan karbon yang lebih tinggi dibanding jenis yang berukuran kecil.

Tabel 4. Perbandingan rata-rata karbon tersimpan di beberapa wilayah.

Lokasi	Luas Lamun (ha)	Jumlah Spesies	Karbon tersimpan g C/m ²	Sumber
Pulau Pari	32,706	6	200,5	Rahwamati (2011)
Pulau Belitung	1699	5	54	Rahmawati (2012)
Teluk Kotania	823,615	7	238,5	Wawo <i>et al.</i> (2014)
Teluk Bakau	151,36	2	37764,47	Indriani <i>et al.</i> (2016)
Pengudang	718,37	2	68398,47	Indriani <i>et al.</i> (2016)

Besarnya kandungan karbon yang terdapat pada *E. acoroides* hampir dua kali lipat dari kandungan karbon yang terdapat pada *H. pinifolia*. Lamun yang berukuran besar tersebut menurut Pendleton *et al.* (2012) memiliki kemampuan yang lebih baik untuk menyimpan karbon pada lapisan sedimen yang lebih dalam dibanding lamun yang berukuran kecil sehingga pada padang lamun yang mayoritas ditumbuhi oleh spesies berukuran besar cenderung memiliki sedimen dengan kandungan organik tinggi. Hal tersebut berbeda dengan lamun berukuran kecil yang memiliki proses pergantian yang lebih cepat sehingga tidak dapat menyerap karbon dalam jumlah besar dan menyimpannya dalam jangka waktu yang lama. Contohnya seperti *H. ovalis* pada penelitian Kaewsrihwa *et al.* (2016) bahwa *H. ovalis* yang memiliki tingkat produksi daun yang tinggi yaitu $2,10 \pm 0,10$ hari per pasang daun membuatnya tumbuh lebih cepat sehingga menurunkan kemampuannya dalam mengakumulasi karbon. Secara teori total karbon tersimpan lamun dipengaruhi luas padang lamun, luas area padang lamun, dan biomassa kandungan karbon yang terdapat di dalamnya.

Penelitian ini dilakukan pada saat periode angin musim barat sehingga terdapat kemungkinan jumlah karbon yang diserap lebih kecil dibanding pada saat periode angin musim timur meski hal tersebut belum benar-benar dapat dipastikan karena hingga saat ini belum ada penelitian mengenai karbon lamun di Kabupaten Bintan yang dilakukan pada saat periode angin musim timur. Supriadi *et al.* (2014) menyatakan bahwa rendahnya karbon yang dapat disimpan pada musim penghujan disebabkan tingginya serasah yang dihasilkan akibat tingginya gelombang. Sementara pada musim kemarau, padang lamun lebih terpapar pada siang hari karena surut yang rendah. Penurunan simpanan karbon diduga juga terjadi di pesisir timur Kabupaten Bintan karena pada tahun 2012 luas lamun di Kabupaten Bintan mencapai 2918,26 ha.

Menurut Chmura *et al.* (2016) karena terletak di antara darat dan laut, ekosistem pesisir seperti mangrove dan lamun semakin mengalami degradasi dan eksploitasi baik karena pencemaran dan perubahan fungsi lahan melalui drainase, pengerukan dan dialihkan ke bentuk lainnya. Melalui pendekatan yang didapat dari hasil rata-rata karbon tersimpan pada penelitian ini, estimasi kemampuan serapan karbon yang hilang dari 2012 hingga 2017 adalah sebesar 104252,85 ton C. Rusaknya padang lamun tidak hanya akan menghilangkan fungsi dan jasa-jasa lingkungannya tetapi juga turut melepaskan emisi karbon dioksida ke udara (Lovelock *et al.*, 2017). Efek yang terjadi saat lamun hilang adalah karbon yang tersimpan pada jaringan dan sedimennya akan terpapar langsung oleh kolom air dan berikatan dengan oksigen sehingga membentuk CO₂ yang kemudian akan lepas ke laut dan udara bebas (Yu *et al.*, 2016).

Penelitian sebelumnya pada 2013 mengenai estimasi stok karbon pada ekosistem mangrove di pesisir timur Kabupaten Bintan dan didapat hasil rata-rata sebesar 1223,98 – 4020,25 Mg C/ha. Berdasarkan hasil penelitian Sifleet *et al.* (2011) karbon yang diserap dan tersimpan dalam substrat mangrove berkisar 570-4712 Mg CO₂/ha dengan perkiraan paling rendah antara 800 dan 3000 Mg CO₂/ha dan padang lamun, karbon berkisar 0-13 Mg CO₂/ha sementara rentang karbon di sedimennya mencapai 880-6000 Mg CO₂/ha. Hasil ini memang lebih besar daripada simpanan karbon pada lamun, namun mengingat kondisi mangrove yang saat ini semakin terdegradasi, *blue carbon* pada lamun dianggap sebagai yang paling efektif. Bahkan ketika bagian pelepah dan daun lamun lepas baik karena tindakan manusia ataupun alam, lamun masih tetap mampu menyimpan karbon hal ini dibuktikan dengan tingginya persentase biomassa dan karbon yang berada di bawah substrat lebih besar dibanding biomassa yang berada di atas substrat. Berdasarkan penelitian Murray *et al.* (2010)

ekosistem pesisir merupakan salah satu ekosistem yang paling terancam keberadaannya di dunia dengan estimasi 340000 hingga 980000 hektar dirusak setiap tahunnya. Pernyataan tersebut didukung penelitian Pendleton *et al.* (2012) yang memperkirakan 67% hutan mangrove, 35% rawa pasang surut, dan 29% padang lamun hilang setiap tahunnya secara global dan jika tren ini terus berlanjut maka hampir 30-40% rawa pasang surut dan padang lamun serta hampir seluruh hutan mangrove yang tidak dilindungi akan hilang dalam 100 tahun ke depan.

IV. KESIMPULAN

Ekosistem lamun di pesisir timur Kabupaten Bintan ditumbuhi oleh *C. rotundata*, *C. serrulata*, *E. acoroides*, *H. uninervis*, *H. pinifolia*, *H. ovalis*, *T. hemprichii*, *T. ciliatum* dan *S. isoetifolium* dengan kondisi yang relatif baik. Persentase biomassa dan karbon yang berada di bawah substrat lebih besar dibanding biomassa yang berada di atas substrat, sehingga ketika bagian pelepah dan daun lamun lepas baik karena tindakan manusia ataupun alam lamun masih tetap mampu menyimpan karbon. Padang lamun di pesisir sebelah timur Kabupaten Bintan memiliki potensi dalam menyerap karbon sebesar 2431.33 ton C dengan *E. acoroides* sebagai spesies yang mampu menghasilkan biomassa terbesar dan kandungan karbon tertinggi, meski jumlah tersebut tidak dapat dijadikan acuan apakah lamun memiliki potensi yang tinggi ataupun tidak karena hingga saat ini belum ada nilai standardnya. Adanya penelitian ini diharapkan masyarakat dan pemerintah dapat mengetahui pentingnya ekosistem lamun dalam menyerap emisi gas karbon sebagai salah satu upaya dalam mengurangi pemanasan global yang terjadi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada tim penelitian lamun,

Dinas Kelautan Perikanan Kabupaten Bintan, dan Universitas Maritim Raja Ali Haji atas kerja sama dan bantuannya selama pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azkab, M.H. 1999. Pedoman inventarisasi lamun. *J. Oseana*, 24(1):1-16. [http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xxiv\(1\)1-16.pdf](http://oseanografi.lipi.go.id/dokumen/oseana_xxiv(1)1-16.pdf).
- Graha, Y., I.W. Arthana, I.A. Karang. 2016. Simpanan karbon padang lamun di awasan Pantai Sahur, Kota Denpasar. *J. Ecotrophic: J. Environ. Sci.*, 10(1):46-53. <http://dx.doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>.
- Damayanti, A.S. 2011. Pola konektivitas sistem sosial-ekologi dalam pengelolaan ekosistem lamun (kajian efektivitas pengelolaan kawasan konservasi padang lamun di Desa Malang Rapat dan Desa Teluk Bakau, Kabupaten Bintan). Universitas Indonesia. Jakarta. 50 hlm.
- Howard, J., S. Hoyt, K. Isensee, M. Telszewski, and E. Pidgeon. 2014. Coastal blue carbon: methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. intergovernmental oceanographic commission of UNESCO. Arlington, USA. 180 p.
- Indriani, A.J. Wahyudi, dan D. Yona. 2017. Cadangan karbon di area padang lamun pesisir Pulau Bintan, Kepulauan Riau, *J. Oseanol. limnol. Indonesia*, 2(3):1-11. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.99>.
- Kaewsrikhaw, R., R.J. Ritchie, and A. Prathep. 2016. Variations of tidal exposures and seasons on growth, morphology, anatomy and physiology of the Seagrass *Halophila ovalis* (R.Br.) Hook.f. in a seagrass bed in Trang Province, Southern Thailand. *J. Aquat. Bot.*, 130:11-20. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aquabot.2015.12.006>.

- Lavery, P.S., M.A. Mateo, O. Serrano, and M. Rozaimi. 2013. Variability of the carbon storage of seagrass habitats and its implications for global estimates of blue carbon ecosystem service. *J. Plus One*, 8(9):1-12. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0073748>.
- Lovelock, C.E., T. Atwood, J. Baldock, C.M Duarte, S. Hickey, P.S Lavery, P. Masque, P.I Macreadie, A.M. Ricart, O. Serrano, and A. Steven. 2017. Assessing the risk of carbon dioxide emissions from blue carbon ecosystems. *J. Front. Mar. Sci.* 15:257–265. <http://dx.doi.org/10.1002/fee.1491>.
- Murray, B.C., L. Pendleton, and S. Sifleet. 2011. State of the science of costal blue carbon: a summary for policy makers. Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions Report. 43 p.
- Ondiviela, B., I.J. Losada, J.L. Lara, M. Maza, C. Galvan, T.J. Bouma, and J. van Belzen. 2014. The role of seagrasses in coastal protection in a changing climate. *J. Coast. Engineer.*, 87:158-168. <http://dx.doi.org/10.1016/j.coastaleng.2013.11.005>.
- Pendleton, L., D.C Donato, B.C. Murray, S. Crooks, W.A. Jenkins, S. Sifleet, C. Craft, J.W. Fourqurean, J.B. Kauffman, N. Marbà, P. Megonigal, E. Pidgeon, D. Herr, D. Gordon, and A. Baldera. 2012. Estimating global “blue carbon” emissions from conversion and degradation of vegetated coastal ecosystems. *J. Plus One*, 7(9):1-7. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0043542>.
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi cadangan karbon pada komunitas lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J. Segara*, 7(1):1-12.
- Rozaimi, M., P.S. Lavery, O. Serrano, and D. Kyrwood. 2016. Long-term carbon storage and its recent loss in an estuarine *Posidonia australis* meadow (Albany, Western Australia). *J. Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 171:58-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2016>.
- Russel, B.D., D.S. Connel, S. Uthike, N. Muehlehnerr, and J.M. Hal-Spencer. 2013. Future seagrass beds: can increased productivity lead to increased carbon storage. *J. Marine Pol.* 73(2):463-469. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.01.031>.
- Short, F.T. and R.G. Coles. 2001. Global seagrass research methods. Elsevier. 482 p.
- Sifleet, S., L. Pendleton, and B.C. Murray. 2011. State of the science on coastal blue carbon: science summary for policy-makers. Duke University. Durham (USA). 42 p.
- Supriadi, R.F. Kaswadji, D.G. Bengen, and M. Hutomo. 2014. Carbon stock of seagrass community in Barranglompo Island, Makassar. *IJMS.*, 19(1):1-10. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.1.1-10>.
- Tasabaramo, I.A., M. Kawaroe, dan R.A. Rappe. 2015. Laju pertumbuhan, penutupan, dan tingkat kelangsungan hidup *Enhalus acroides* yang ditransplantasi secara monospesies dan multispesies. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2):757-770. <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v7i2>.
- Wahyudi, A.J., S. Rahmawati, B. Prayudha, M.R. Iskandar, and T. Arfianti. 2016. Vertical carbon flux of marine snow in *Enhalus acroides* dominated seagrass meadows. *J. Reg. stud. Mar. Sci.*, 5: 27-34.
- Wawo, M., Y. Wardiatno, L. Adrianto, Bengen, D.G. 2014. Carbon stored on seagrass community in marine nature tourism park of Kotania Bay, Western Seram, Indonesia. *J. Manaj Hut Trop*, 20(1):51-57. <http://dx.doi.org/10.7226/jtjm.20.1.51>.

Yu, O. and Chmura, G.L. 2009. Soil carbon may be manintaned under grazing in a St. Lawrence estuary tidal marsh. *J. Environ. Conserv.*, 36(04):312–320. <http://dx.doi.org/10.1017/S0376892910000184>.
Diterima : 25 Juni 2018
Direview : 28 Juni 2018
Disetujui : 23 November 2018