

ANALISIS BIOMASSA DAN CADANGAN KARBON PADA EKOSISTEM LAMUN DI DESA TELUK BAKAU KABUPATEN BINTAN

(BIOMASS AND CARBON STOCK ANALYSIS OF SEAGRASS ECOSYSTEM IN TELUK BAKAU VILLAGE BINTAN REGENCY)

Teguh Heriyanto^{1*}, Bintal Amin², Insaniah Rahimah³, Arsanti⁴

¹Sekolah Tinggi Perikanan dan Kelautan Matauli, Pandan (22611), Sumatera Utara.

²Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau Kampus Binawidya Panam, Pekanbaru (28293), Riau.

*Penulis korespondensi : teguhheriyanto24@gmail.com

ABSTRAK

Lamun merupakan tumbuhan laut yang mampu menyimpan karbon dalam bentuk biomassa yang diserap melalui proses fotosintesis, sehingga lamun memainkan peran yang luar biasa dalam mitigasi isu perubahan iklim global. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2016. Analisis biomassa dan cadangan lamun dilakukan di Laboratorium Kimia Laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 6 species lamun pada plot, dimana species terbanyak adalah *C. rotundata* dan species paling sedikit jumlahnya *E. acroides*. Nilai biomassa total dan cadangan karbon total lamun berturut-turut adalah 213,10 ton bk/ha dan 72,46 ton C/ha. Cadangan karbon pada ekosistem lamun di lokasi penelitian ini tidak memiliki perbedaan signifikan pada jarak 0 m, 50 m dan 100 m. Tingginya potensi biomassa dan cadangan carbon pada ekosistem padang lamun menggambarkan besarnya peran ekosistem ini dalam menanggulangi dampak buruk dari pemanasan global dengan cara menyerap karbon dioksida dan menyimpannya dalam bentuk biomassa. Hal ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam membuat perencanaan mitigasi isu perubahan iklim global dan kegiatan konservasi pada ekosistem ini.

KATA KUNCI : Biomassa, Cadangan Karbon, Padang Lamun, Bintan

ABSTRACT

*Seagrass is a marine plant that be able to store carbon in the form of biomass that is absorbed through the process of photosynthesis, so seagrass plays an extraordinary role in mitigating global climate change issues. This research was conducted in April 2016. Analysis of biomass and seagrass reserves was conducted at the Laboratory of Marine Chemistry, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Riau University. The results showed that there were 6 species of seagrass in the plots, where the most species were *C. rotundata* and the fewest species were *E. acroides*. The value of total biomass and total carbon stock of seagrass were 213.10 tons dw / ha and 72.46 tons C / ha, respectively. Carbon reserves in seagrass ecosystems in the study site did not have significant differences at distances of 0 m, 50 m and 100 m. The high potential of biomass and carbon stocks in seagrass ecosystems illustrates the magnitude of the role of this ecosystem in tackling the adverse effects of global warming by absorbing carbon dioxide and storing it in the form of biomass. This can be used as a reference in making plans to mitigate global climate change issues and conservation activities in this ecosystem.*

KEYWORDS : Biomass, Carbon Stock, Seagrass Meadow, Bintan

PENDAHULUAN

Kemajuan industri dan teknologi memang memiliki dampak besar terhadap kondisi sosial dan budaya serta pertumbuhan ekonomi di seluruh dunia, namun juga memberikan tekanan terhadap lingkungan (Numberi, 2009). Gas sisa dari proses pembakaran yang tidak sempurna memiliki sifat yang sangat beracun mampu menyebabkan sejumlah penyakit pada hewan dan tumbuhan termasuk manusia dan menyebabkan kenaikan suhu pada lingkungan dengan sangat cepat (Bhattacharjee, 2010). Dalam jangka panjang, gas rumah kaca perangkap panas (CO_2 , CH_4 , N_2O , tropospheric ozone dan chlorofluorocarbons) memanaskan permukaan planet bumi secara global, sedangkan dalam waktu singkat beberapa tempat dapat panas maupun dingin secara regional (Doney *et al.*, 2012).

Tumbuh-tumbuhan diketahui memiliki peran positif dalam mengurangi emisi gas CO_2 yakni dengan cara menyerap gas CO_2 dalam proses fotosintesis dan mengubahnya menjadi senyawa karbon organik. Lamun merupakan tanaman sejati yang tumbuh di laut, yang mampu beradaptasi terhadap salinitas dengan kisaran lebar (10 – 40 PSU) dan pasang surut air laut. Keberadaan lamun dapat membentuk

padang lamun dengan luasan yang dapat mencapai ribuan hektar (Rustam *et al.*, 2014).

Lewis *et al.* dalam Murray *et al.* (2011) mengungkapkan bahwa ekosistem padang lamun cenderung menyerap karbon kira-kira 4 ton $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha/tahun}$. Nilai ini kurang lebih 2 kali lebih besar daripada nilai pengamatan secara global terhadap hutan tropis yang lebat (1.8–2.7 ton $\text{CO}_2\text{e}/\text{ha/tahun}$). Fakta ini seharusnya dapat dijadikan landasan untuk turut melindungi organisme yang terdapat di dalamnya, mencegah kerusakan ekosistem padang lamun serta menyusun upaya mitigasi isu perubahan iklim global.

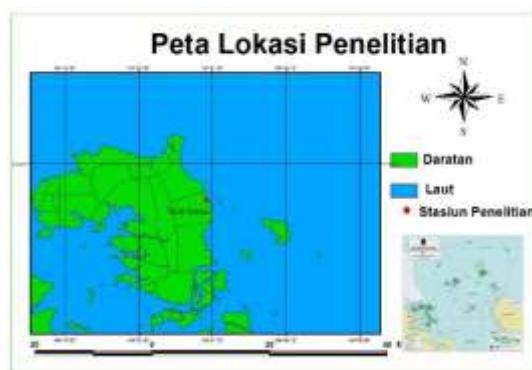
Kabupaten Bintan merupakan salah satu daerah kepulauan yang berada di daerah Provinsi Kepulauan Riau yang memiliki program pelindungan dan pelestarian terhadap ekosistem pesisir seperti ekosistem lamun dan ekosistem mangrove dalam bentuk kawasan konservasi laut daerah. Desa Teluk Bakau merupakan satu dari empat desa di Kabupaten Bintan yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi padang lamun.

Penelitian tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai spesies lamun yang ditumbuh di lokasi penelitian, mengetahui kerapatan vegetasi

lamun dan hubungannya dengan cadangan karbon, mengetahui biomassa dan potensi vegetasi lamun dalam menyimpan karbon, mengetahui sebaran wilayah penyimpanan karbon tersebut, sehingga nantinya data tersebut dapat bermanfaat sebagai bahan rujukan untuk membuat kebijakan dan perencanaan dalam kegiatan konservasi ekosistem padang lamun.

METODOLOGI

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April 2016. Pengambilan sampel dan data parameter kualitas perairan dilakukan pada kawasan ekosistem padang lamun di Desa Teluk Bakau, Kecamatan Gunung Kijang, Kabupaten Bintan, Provinsi Kepulauan Riau dengan titik koordinat $1^{\circ} 4' 4,32''$ Lintang Utara dan $104^{\circ} 38' 50,82''$ Bujur Timur. Analisis biomassa dan cadangan karbon dilakukan di Laboratorium Kimia Laut Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau Pekanbaru.



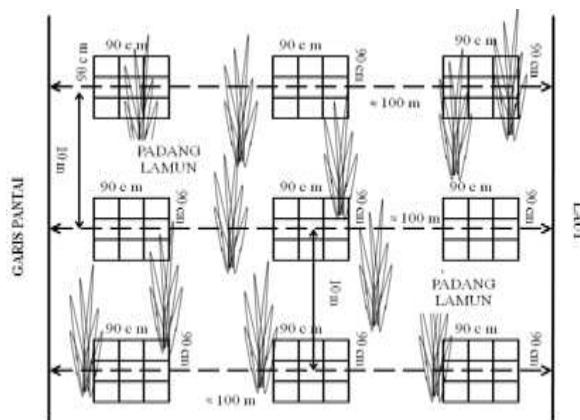
Gambar 1. Lokasi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi 3 bagian, yaitu alat yang digunakan untuk mengambil sampel di lapangan, alat mengukur parameter kualitas air dan untuk menganalisis sampel di laboratorium. Alat yang digunakan untuk mengambil sampel adalah meteran, kantong plastik, petakan kuadran 90 cm x 90 cm dan spidol. Alat yang digunakan untuk mengukur parameter kualitas perairan adalah thermometer, pH indicator universal dan hand refractometer. Alat untuk menganalisis sampel di laboratorium adalah timbangan analitik dan oven.

Penelitian ini menggunakan metode purposive dalam menentukan lokasi stasiun penelitian serta metode survey dalam mengambil sampel penelitian. Pada lokasi penelitian diberi 3 garis transek yang dimulai dari garis pantai dan ditarik lurus ke arah laut, dimana masing-masing garis transek terdapat 3 plot atau petakan

kuadran dengan ukuran 90 cm X 90 cm, kemudian sampel diambil pada 3 subplot dari masing-masing plot (Gambar 2.).

Analisis biomassa dan cadangan karbon mengacu kepada Howart *et al.* (2014). Untuk menganalisis biomassa vegetasi lamun, sampel lamun dibersihkan dari epifit yang menempel, selanjutnya sampel lamun dikeringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 60° C selama 72 jam atau hingga beratnya stabil, kemudian berat kering ditimbang dan dinyatakan sebagai biomassa dalam satuan gram berat kering (g bk).



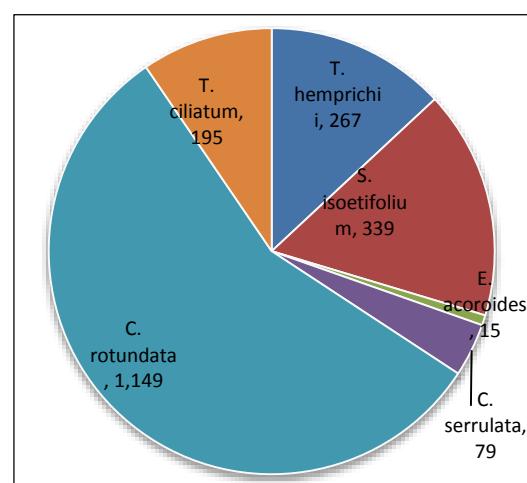
Gambar 2. Garis Transek dan Petakan Kuadran

Untuk analisis cadangan karbon lamun, nilai biomassa dikalikan dengan nilai persentase kandungan karbon sebesar 0,34 dan dinyatakan dalam satuan gram karbon (g C). Data yang diperoleh kemudian dianalisis dengan uji Anova dan

dideskripsikan berdasarkan literatur terkait.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter lingkungan merupakan salah satu faktor penting bagi setiap organisme untuk dapat melakukan proses berkehidupan, termasuk dalam hal ini kawasan hutan mangrove. Adapun parameter kualitas di daerah penelitian ini adalah Suhu 31°C, pH 7, Salinitas 32 ‰. Spesies lamun yang diperoleh dari subplot pada lokasi penelitian tersebut terdiri dari 6 spesies lamun (Gambar 3) yakni *T. hemprichii*, *S. isoetifolium*, *E. acoroides*, *C. serrulata*, *C. rotundata* dan *T. ciliatum*.



Gambar 3. Spesies dan Jumlah Individu Lamun pada Lokasi Penelitian.

Jumlah individu lamun yang ditemukan pada plot di lokasi penelitian

adalah 2.044 individu lamun, dimana jumlah vegetasi lamun terbanyak berasal dari spesies *C. rotundata* sebanyak 1.149 individu dan jumlah vegetasi yang paling sedikit berasal dari spesies *E. acroides* sebanyak 15 individu. Jumlah vegetasi lamun banyak tersebar sepanjang daerah dekat pantai atau pada plot 1 dari setiap garis transek. Pada plot 1 di setiap garis transek, didominasi oleh vegetasi lamun dari spesies *C. rotundata* dan *T. hemprichii*. Pada plot 2 di setiap garis transek, didominasi oleh vegetasi lamun dari spesies *C. rotundata* dan *S. isoetifolium*. Pada plot 3 di setiap garis transek, didominasi oleh vegetasi lamun dari spesies adalah *S. isoetifolium*, *T. ciliatum* dan *C. rotundata*.

Kerapatan Vegetasi Lamun

Kerapatan tegakan mangrove pada lokasi penelitian tersebut menggambarkan jumlah individu vegetasi lamun dalam satuan luas area tertentu (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan Vegetasi Lamun pada Lokasi Penelitian

Transek	Plot	Sub Plot	Kerapatan Vegetasi Lamun (Individu/m ²)
1	1	1	489
		2	378
		3	667
1	2	1	1.089
		2	378
		3	878
1	3	1	56
		2	211
		3	878
2	1	1	2.144

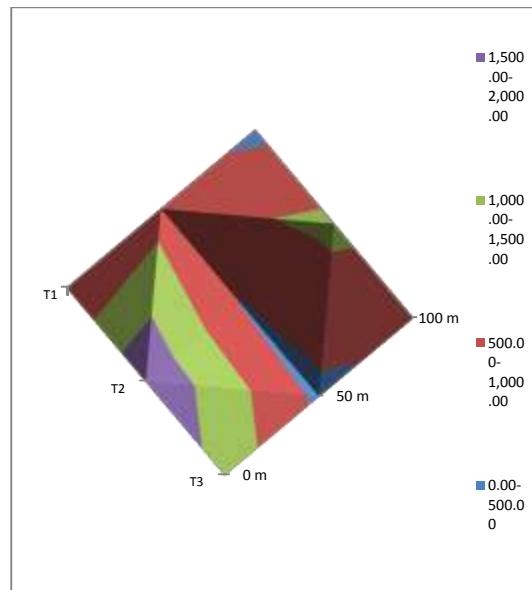
	2	2.122
	3	1.533
2	1	67
	2	633
	3	744
3	1	1.789
	2	978
	3	589
3	1	844
	2	822
	3	2.311
3	1	111
	2	978
	3	89
3	1	711
	2	422
	3	800

Nilai kerapatan vegetasi lamun di Desa Teluk Bakau berkisar antara 56 – 2.311 individu/m², dimana nilai kerapatan vegetasi lamun tertinggi terdapat pada pada transek 3 plot 1 sub plot 3 dan nilai kerapatan vegetasi lamun terendah terdapat pada pada transek 1 plot 3 sub plot 1.

Tingginya nilai keparatan vegetasi lamun di lokasi penelitian ini diduga karena sedikitnya jumlah spesies *E. acroides* yang memiliki ukuran morfologi besar sehingga memberikan kesempatan lamun yang berukuran kecil untuk berkembang seperti *C. rotundata*, *C. serrulata* *S. isoetifolium* dan *T. ciliatum*. Hal ini sesuai dengan Fauziyah (2004) yang mengemukakan bahwa setiap spesies lamun mempunyai morfologi yang berbeda, semakin besar ukuran lamun, maka jumlah individu yang dapat mendiami suatu luasan tertentu akan berkurang.

Rata-rata nilai kerapatan vegetasi lamun pada jarak 0 m (plot 1), 50 m (plot 2), 100 m (plot 3) menjelaskan bahwa pada jarak 0 m (plot 1) atau daerah pinggiran pantai, nilai kerapatan vegetasi lamun sangat tinggi, 50 meter dari plot 1 kerapatan vegetasi lamun menurun dan semakin menuju ke arah laut nilai kerapatan vegetasi lamun kembali tinggi.

Namun, berdasarkan hasil uji Anova untuk melihat perbedaan nilai kerapatan vegetasi lamun pada jarak 0 m (plot 1), 50 m (plot 2), 100 m (plot 3) menunjukkan perbedaan nilai kerapatan pada tiap jarak tersebut tidak signifikan dengan F hitung 3.617 dan probabilitas 0,042. Pada tukey test dan benferroni test dijelaskan lebih lanjut bahwa nilai rata-rata kereapan vegetasi lamun pada 0 m berbeda signifikan dengan nilai rata-rata kerapatan vegetasi lamun pada 50m, tetapi tidak berbeda signifikan dengan nilai rata-rata kerapatan pada 100 m, sedangkan kerapatan vegetasi lamun pada jarak 50 m dan 100 m tidak berbeda signifikan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4. Nilai rata-rata kerapatan vegetasi lamun pada 0 m, 50 m dan 100 m berturut-turut adalah 1.257, 552, 715 individu/m².



Gambar 4. Sebaran Kerapatan Vegetasi Lamun

Biomassa dan Cadangan Karbon Lamun

Total nilai biomassa dan cadangan karbon di Desa Teluk Bakau, Kabupaten Bintan secara berturut-turut yaitu 213,10 ton bk/ha dan 72,46 ton C/ha. Rincian nilai biomassa dan cadangan karbon pada lokasi penelitian secara sederhana terlihat pada Tabel 2 dan dapat dijelaskan bahwa nilai biomassa dan cadangan karbon tertinggi berturut-turut adalah 3.046,94 g bk/m² dan 1.035,96 g C/m² pada transek 3 plot 3 subplot 1, nilai biomassa dan cadangan karbon terendah berturut-turut adalah 111,91 g bk/m² dan 38,05 g C/m² pada transek 3 plot 2 subplot 1.

Tabel 2. Biomassa dan Cadangan Karbon Lamun di Lokasi Penelitian

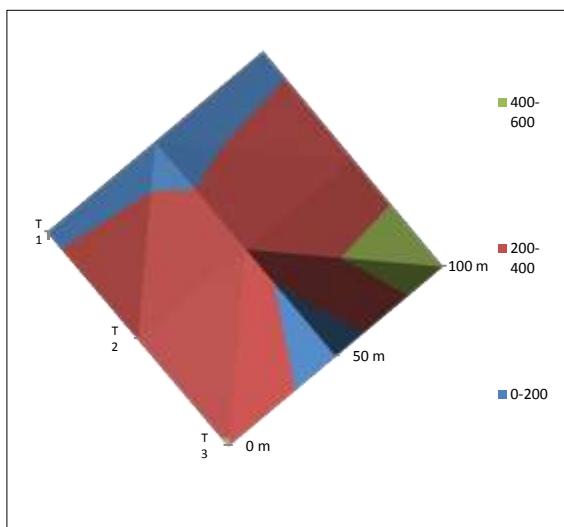
Transek	Plot	Sub Plot	Biomassa (g bk/m ²)	Cadanga Karbon (g C/m ²)
1	1	1	426,34	144,95
		2	609,90	207,37
		3	517,94	176,10
	2	1	534,35	181,68
		2	275,78	93,77
		3	565,33	192,21
	3	1	222,24	75,56
		2	748,76	254,58
		3	530,97	180,53
2	1	1	1.083,79	368,49
		2	957,56	325,57
		3	886,61	301,45
	2	1	426,58	145,04
		2	1.318,09	448,15
		3	518,27	176,21
	3	1	902,32	306,79
		2	743,93	252,94
		3	905,81	307,97
3	1	1	1.389,81	472,53
		2	1.164,26	395,85
		3	1.025,73	348,75
	2	1	111,91	38,05
		2	326,21	110,91
		3	234,25	79,64
	3	1	3.046,94	1.035,96
		2	1.347,85	458,27
		3	488,81	166,20
Total		21.310,33	7.245,51	

Nilai rata-rata total biomassa lamun pada lokasi penelitian ini adalah 789,27 g bk/m². Nilai biomassa di Desa Teluk Bakau tergolong tinggi jika dibandingkan dengan nilai biomassa lamun di lokasi lain (Tabel 3).

Tabel 3. Nilai Biomassa Lamun pada Lokasi Penelitian Berbeda

Lokasi	Biomassa (g bk/m ²)	Referensi
Pulau Pari, Jakarta	486	Rahmawati, 2011
Pulau Buntal, Seram Barat	620,24	Wawo <i>et al.</i> , 2014
Pulau Tatumbu, Seram Barat	760,76	Wawo <i>et al.</i> , 2014
Chilika Lagoon, Odisha	249,4	Pati <i>et al.</i> , 2014
Pantai Sanur, Denpasar	235	Graha <i>et al.</i> , 2016
Afrika Barat	514	Githaiga <i>et al.</i> , 2016

Tingginya nilai biomassa lamun di lokasi penelitian ini diduga karena tingginya nilai kerapatan vegetasi lamun dengan nilai kertapatan antara 56 – 2.311 individu/m² yang mencerminkan banyaknya jumlah vegetasi di lokasi penelitian ini. Walaupun spesies *E. acoroides* yang merupakan spesies besar sebagai penyumbang nilai biomassa tertinggi di suatu ekosistem padang lamun sangat sedikit ditemukan, akan tetapi jumlah spesies yang berukuran kecil sangat banyak ditemukan dimana *C. rotundata* berjumlah 1.149 individu, *C. serrulata* berjumlah 79 individu, *S. isoetifolium* berjumlah 339 individu dan *T. ciliatum* berjumlah 195 individu, sehingga menyumbang nilai biomassa yang tinggi. Selain itu, spesies *T. hemprichii* juga banyak ditemukan dengan jumlah 267 individu sehingga memberikan nilai biomassa tinggi, dimana *T. hemprichii* memiliki nilai biomassa tinggi terutama pada bagian akar dan rhizome yang berhubungan dengan kemampuannya untuk menahan ombak (Alie, 2010).



Gambar 5. Sebaran Cadangan Karbon Lamun

Nilai rata-rata total cadangan karbon pada lokasi penelitian ini adalah 268,35 g C/m². Berdasarkan nilai rata-rata cadangan karbon lamun pada Gambar 5, terlihat bahwa cadangan karbon yang tersimpan pada transek 1 lebih rendah daripada cadangan karbon pada transek 2 dan transek. Selain itu, sebaran cadangan karbon juga terlihat tersebar merata pada setiap garis transek baik pada plot 1 dan plot 2, sedangkan pada plot 3 terlihat ada dinamika cadangan karbon. Berdasarkan uji Anova, cadangan karbon pada jarak 0 m (plot 1), 50 m (plot 2) dan 100 m (plot 3) tidak menunjukkan perbedaan cadangan karbon yang signifikan dengan nilai F hitung 2,195 dan probabilitas 0,133.

Hal ini dapat dijelaskan karena pada lokasi penelitian ditumbuhki lamun

berukuran kecil dari spesies *C. rotundata* dan *C. serrulata* yang memiliki kadar karbon rendah, tetapi memiliki kerapatan yang sangat tinggi yakni 511 – 1.326 individu/m². Sedangkan untuk lamun yang hidup pada area dengan jarak 50 m dan 100 m dari tepi pantai memiliki cadangan karbon yang tinggi karena ditumbuhki spesies lamun yang bervariasi dengan nilai kerapatan yang tinggi pula seperti *S. isoetifolium*, *E. acoroides*, *C. serrulata*, *C. rotundata* dan *T. ciliatum* dan spesies lamun berukuran besar yaitu *E. acoroides* dengan jumlah sedikit dan *T. hemprichii* dalam jumlah banyak yang memiliki niali biomassa tinggi sehingga memiliki cadangan karbon yang tinggi pula. Keadaan demikian menjadikan cadangan karbon pada ekosistem padang lamun di Desa Teluk Bakau tersebar merata atau tidak ada perbedaan cadangan karbon yang signifikan antara 0 m, 50 m dan 100 m.

KESIMPULAN

Spesies lamun yang ditemukan pada lokasi peneliitian ini adalah 6 spesies, yakni *T. hemprichii*, *S. isoetifolium*, *E. acoroides*, *C. serrulata*, *C. rotundata* dan *T. ciliata* dengan jumlah vegetasi lamun terbanyak berasal dari spesies *C. rotundata* dan jumlah vegetasi yang

paling sedikit berasal dari spesies *E. acroides*. Nilai kerapatan vegetasi lamun berkisar antara 56 – 2.311 individu/m². Total nilai biomassa 213,10 ton bk/ha dengan nilai rata-rata total biomassa adalah 789,27 g bk/m² dan cadangan karbon adalah 72,46 ton C/ha dengan rata-rata total cadangan karbon 268,35 g C/m². Cadangan karbon pada ekosistem lamun di Desa Teluk Bakau tidak memiliki perbedaan signifikan pada jarak 0 m, 50 m dan 100 m atau cadangan karbon tersebar secara merata. Tingginya potensi biomassa dan cadangan carbon pada ekosistem padang lamun menggambarkan besarnya peran ekosistem ini dalam menanggulangi dampak buruk dari pemanasan global dengan cara menyerap karbon dioksida dan menyimpannya dalam bentuk biomassa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tenaga lapangan dan laboratorium yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alie, K. (2010). Pertumbuhan dan Biomassa Lamun *Thalassia hemprichii* di Perairan Pulau Bone

- Batang, kepulauan Spermonde, Sulawesi Selatan. Jurnal Sains MIPA. Vol 16 (2) : 105-110.
- Bhattacharjee, P. K. (2010). Global Warming Impact on the Earth. International Journal of Environmental Science and Development. Vol 1 (3) : 219-220. ISSN 2010-0264.
- Doney, S. C., M. Ruckleshaus, J. E. Duffy, J. P. Barry, F. Chan, C. A. English, H. M. Galindo, J. M. Grebmeier, A. B. Hollowed, N. N. Rabalais, W. J. Sydeman, L. D. Talley. (2012). Climate Change Impact on Marine Ecosystem. Annual Review Marine Science. Vol. 4 : 11-37. DOI : 10.1146/annurev-marine-041911-111611.
- Fauziyah. I. M. (2004). Struktur Komunitas Padang Lamun di Pantai Batu Jimbar Sanur. Skripsi pada Jurusan Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 49 hal.
- Graha, Y. I., I. W. Arthana, I. W. G. A. Karang. (2016). Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. Ecotrophic. Vol 10 (1) : 46-53.

- Githaiga, Michael N., Gilpin, Linda, Kairo, James G. Huxham, Mark. (2016). Biomass and Productivity of Seagrass in Africa. *Botanica Marina.* ISSN 0006-8055 (In press).
- Howard, J., Hoyt, S., Isensee, K., Pidgeon, E., Telszewski, M. (eds.). (2014). *Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrass meadows. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature.* Arlington, Virginia, USA. 180 p.
- Murray, B. C., L. Pendleton, W. A. Jenkins, S. Sifleet. (2011). *Green Payment for Blue Carbon Economic Incentives for Protecting Threatened Coastal Habitats.* Report NI R 11-04. Durham, NC: Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions, Duke University.
- Numberi, F. (2009). *Perubahan Iklim : Implikasinya Terhadap Kehidupan di Laut, Pesisir dan Pulau-pulau Kecil.* Jakarta : Citrakreasi Indonesia. 152 hal.
- Pati, M. P., L. Nayak, S. D. Sharma. (2014). Studies on Biomass of Seagrass, Seaweed and Its Associated Fauna from Chilika Lagoon. *International Joutnal of Environmental Science.* Vol 5 (2) : 423-431.
- Rahmawati, S. (2011). *Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta.* Jurnal Segara. Vol 7 (1) : 65-71.
- Rustam, A., T. L. Kepel, R. N. Afiati, H. L. Salim, M. Astrid, A. Daulat, P. Mangindaan, N. Sudirman, Y. Puspitaningsih, D. Dwiyanti, A. Hutahean. (2014). *Peranan Ekosistem Lamun sebagai Blue Carbon dalam Mitigasi Perubahan Iklim, Studi Kasus Tanjung Lesung, Banten.* Jurnal Segara. Vol. 10 (2) : 107 – 117.
- Wawo, M., Y. Wardianto, L. Adrianto, D. G. Bengen. (2014). *Carbon Stock on Seagrass Community in Marine Nature Tourism Park of Kotania Bay, Western Seram, Indonesia.* Jurnal Manajemen Hutan Tropika. Vol. 20 (1) : 51-57.