

KORESPONDENSI PAPER

JUDUL : Potensi Padang Lamun (*Thalassia hemprichii*) Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta

JURNAL: BULOMA (Buletin Oseanografi Marina)

No	Aktivitas	Tanggal	Keterangan	Halaman
1	Manuscript submission	17-02-2021	Hasil Tangkapan Layar Email File Artikel	2 3-11
2	Manuscript sent for Review #1	22-02-2021	Hasil Review pertama File review #1	12 13-21
3	Manuscript sent for Review #2	23-02-2021	Hasil Review kedua File review #2	22 23-32
4	Perbaikan Review#1 dan #2	05-04-2021	Bukti Email Perbaikan telah dikirim File Perbaikan #1 dan #2	33 34-43
5	Decision and Acceptance	15-06-2021	Hasil Tangkapan Layar Redaksi IJMS	44
6	Publish Online	12-15-2021	Hasil Tangkapan Layar Redaksi IJMS File Publish	45 46 - 53

Artikel dikirimkan ke BULOMA

The screenshot shows an email interface. On the left, there is a sidebar with a 'Grammarly isn't active yet!' notification and a list of folders: Starred, Snoozed, Important, Sent, Drafts, Meet, and Hangouts. The main content area displays an email titled '[BULOMA] Submission Acknowledgement' from 'Redaksi Buloma' (buloma.undip@gmail.com) to 'rini pramesti'. The email body contains a thank you message for submitting a manuscript titled 'POTENSI PADANG LAMUN (Thalassia hemprichii) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.' It includes a manuscript URL and contact information for Redaksi Buloma.

[Home](#) / [User](#) / [Editor](#) / [Submissions](#) / [#36758](#) / [Review](#)

#36758 Review

[Summary](#) | [Review](#) | [Editing](#) | [History](#) | [References](#)

Submission

Authors	Rini Pramesti, Subagiyo Subagiyo, Wilis Ari Setyati, Titis Buana Mail Author Scholar
Title	Potensi Padang Lamun (Thalassia hemprichii) Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta Scholar Title Search
Section	Articles
Editor	Prof. Muhammad Zainuri
Review Version	36758-110570-1-RV.docx 17-02-2021 Ensuring a Blind Review
	Upload a revised Review Version
	<input type="button" value="Choose File"/> No file chosen <input type="button" value="Upload"/>
Supp. files	None

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan gas rumah kaca seperti karbon dioksida, klorofluorokarbon, ozon, dinitro oksida, metana, heksafluorida, hidrofluorokarbon dan perfluorokarbon. Kedelapan gas tersebut gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar. Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode transek kuadran. Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Climate change occurs due to CO₂ gas accumulating in the atmosphere. Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

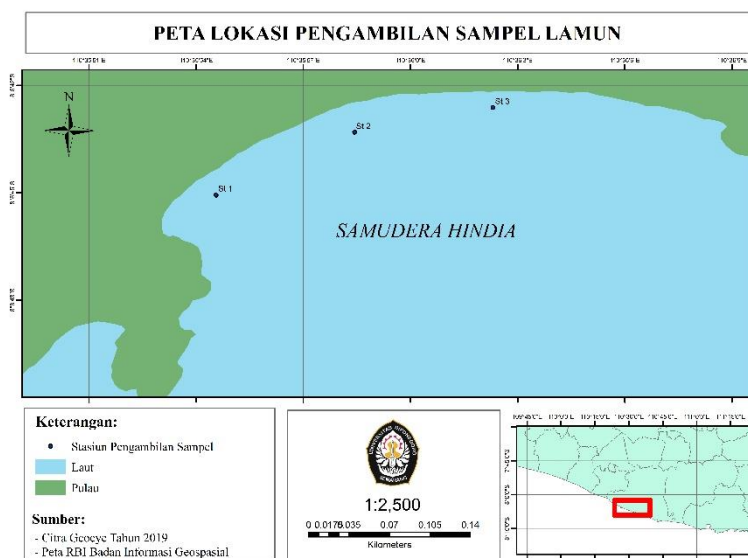
PENDAHULUAN

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk bio massa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



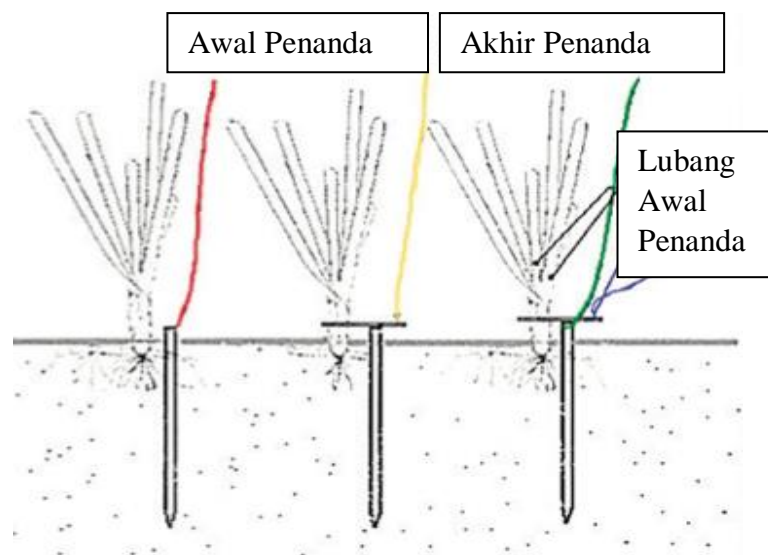
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter.

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan. Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizoma.

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (*T. hemprichii*) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun dibenamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2)



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospesies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Line 1		Line 2		Line 3			
Titik	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							9%
0 m	340	50	304	45	292	35	
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							6%
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	
10 m	-	-	-	-	116	30	

Tabel 1. menunjukkan lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentase tutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5%. Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil. Hal ini diduga merupakan salah satu

cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentase tutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3. Nilai rerata persentase tutupan lamun di pantai ini sebesar 12%. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentase tutupan di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentase tutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang. Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Selain itu ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Saakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotrofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Hasil penelitian tentang biomassa lamun (Tabel 2) menunjukkan, nilai biomassa di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m². Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m².

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii*

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasnya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal

ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasnya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu 0,52 gC/d/m². Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu 0,017 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat

sehingga perairannya menjadi bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85$ gC/m² dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar $0,2 \pm 0,06$ gC/d/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fourqurean J.W, C.M. Duarte, H. Kennedy, N, Marba, M. Holmer, M.A. Mateo, E. Apostolaki, G.A. Kendrick, Krause - Jensen D, K. J. Mc Glathery, 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5, 505-509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. (1990) Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>

- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass–Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018. [http:// www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015. http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press.

Hasil Review dikirim ke penulis

The screenshot shows a Gmail interface with a search bar at the top containing 'rini pramesti'. The left sidebar includes folders like Compose, Inbox (1), Starred, Snoozed, Important, Sent, and Drafts, as well as Meet and Hangouts sections. The main content area displays an email from Prof. Muhammad Zainuri (buloma.undip@gmail.com) dated Feb 22, 2021, 9:37 PM. The email subject is '[BULOMA] Editor Decision'. The body text reads: 'Redaksi telah menerima hasil review dari manuscript yang Bapak/Ibu kirimkan pada Buletin Oseanografi Marina, dengan Judul "POTENSI PADANG LAMUN (Thalassia hemprichii) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.". Terlampir hasil review dari artikel yang dikirimkan oleh reviewer. Perbaikan kami tunggu 1 minggu setelah email ini di kirimkan. Terimakasih'. Below the text is the contact information for BULOMA EDITOR at Universitas Diponegoro.

[BULOMA] Editor Decision Inbox x

Prof. Muhammad Zainuri buloma.undip@gmail.com via ejournal.undip.ac.id
to rini

Feb 22, 2021, 9:37 PM

Indonesian > English [Translate message](#) [Turn off for: Indonesian](#)

Kepada
Yth **rini pramesti**:

Redaksi telah menerima hasil review dari manuscript yang Bapak/Ibu kirimkan pada Buletin Oseanografi Marina, dengan Judul "POTENSI PADANG LAMUN (Thalassia hemprichii) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.". Terlampir hasil review dari artikel yang dikirimkan oleh reviewer. Perbaikan kami tunggu 1 minggu setelah email ini di kirimkan. Terimakasih

BULOMA EDITOR
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro
buloma.undip@gmail.com

Buletin Oseanografi Marina
Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGGIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada Bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode transek kuadran. Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

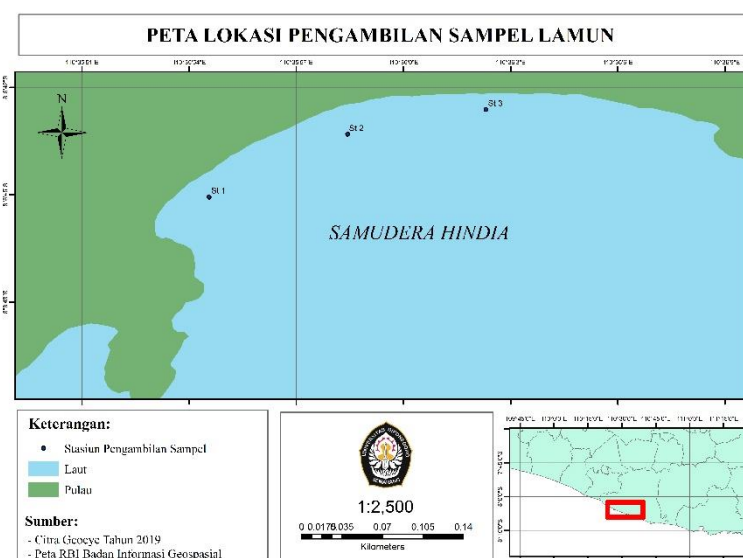
Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas

tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di Selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

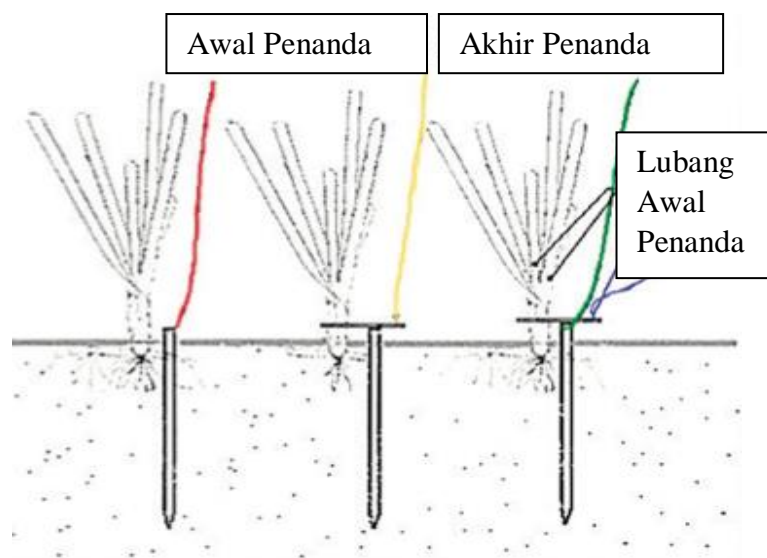
Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2

(Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter.

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan. Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizoma.

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (*T. hemprichii*) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun dibenamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550°C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak

1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospesies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Tabel 1). **Tolong tuliskan tentang kerapatan lamun Setiap tabel harus dideskripsikan**

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun

Stasiun 1							
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		Rata-Rata % Tutupan
	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	21%
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentase tutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5%. (Tabel 1.) Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentase tutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3 (Tabel 1) Nilai rerata persentase tutupan lamun di pantai ini sebesar 12%. Menurut

KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentase tutupan di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentase tutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang. Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Selain itu ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Sakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotrofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa biomassa lamun di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m² (Tabel 2). Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m² (tabel2.)

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* di lokasi mana ??? dan kapan ???

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Terdapat perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma

lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasanya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen dimana ??? dan kapan

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha *et al.*, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasanya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan

dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu 0,52 gC/d/m². Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu 0,017 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon dimana dan kapan

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Retata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat sehingga perairannya menjadi bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85$ gC/m² dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar $0,2 \pm 0,06$ gC/d/m².

DAFTAR PUSTAKA

Konsistensi pada penulisan daftar pustaka

- Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Halaman??
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E.T., Kendrick, G.A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K.J. & Serrano, O. 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5(7):505-509. doi : 10.1038/ngeo1477
- Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. (1990) Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. Halaman??
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. Vol?? no?? halaman? DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>
- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass-Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>

- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. Sapa Laut. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. J Segara 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. Jurnal Biologi Indonesia, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018. Halaman??
[http:// www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015.
http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press. Halaman??

Hasil Review 2 dikirim ke penulis

The screenshot shows a Gmail interface with a search bar at the top containing "rini pramesti". The left sidebar includes navigation options like Compose, Inbox (1), Starred, Snoozed, Important, Sent, Drafts, Meet (New meeting, Join a meeting), and Hangouts (buloma). The main email content is from Prof. Muhammad Zainuri (buloma.undip@gmail.com) to rini, dated Tue, Feb 23, 6:28 AM. The subject is "[BULOMA] Editor Decision - Reviewer B". The email body contains the following text:

Redaksi telah menerima hasil review dari manuscript yang Bapak/Ibu kirimkan pada Buletin Oseanografi Marina, dengan Judul "POTENSI PADANG LAMUN (Thalassia hemprichii) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.". Terlampir hasil review dan artikel yang dikirimkan oleh reviewer. Perbaikan kami tunggu 1 minggu setelah email ini di kirimkan. Terimakasih

BULOMA EDITOR
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro
buloma.undip@gmail.com

Buletin Oseanografi Marina
Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro

A notification bubble at the bottom left of the email content reads "Message marked not suspicious." with a close button.

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGGKIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan gas rumah kaca seperti karbon dioksida, klorofluorokarbon, ozon, dinitro oksida, metana, heksafluorida, hidrofluorokarbon dan perfluorokarbon. Kedelapan gas tersebut gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar. Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode (line?) transek kuadran (mengacu pada metoda?). Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Climate change occurs due to CO₂ gas accumulating in the atmosphere. Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

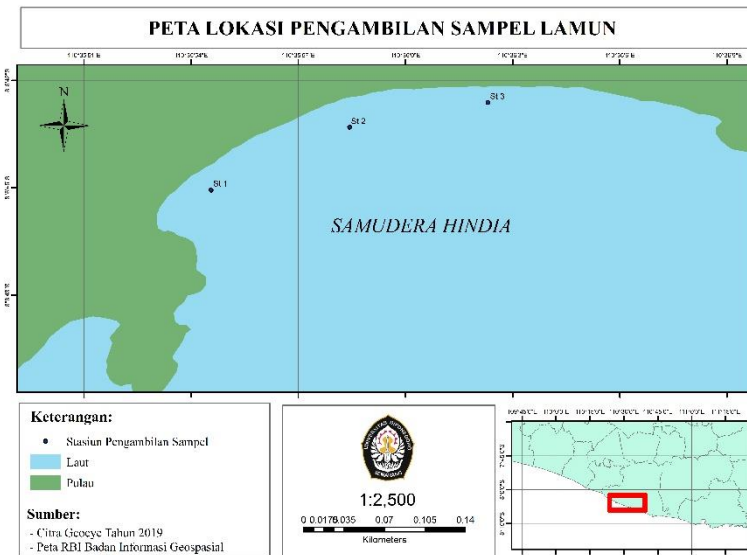
Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*) (Sumber pustaka?). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal (kondisi lamun di pantai Krakal, apakah sudah pernah ada penelitian?) yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (belum ada penjelasan tentang implikasi pentingnya penelitian dilakukan di lokasi tersebut, bisa ditambahkan).

Tujuan penelitian???

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) (Alasan memilih *Thalassia sp?*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

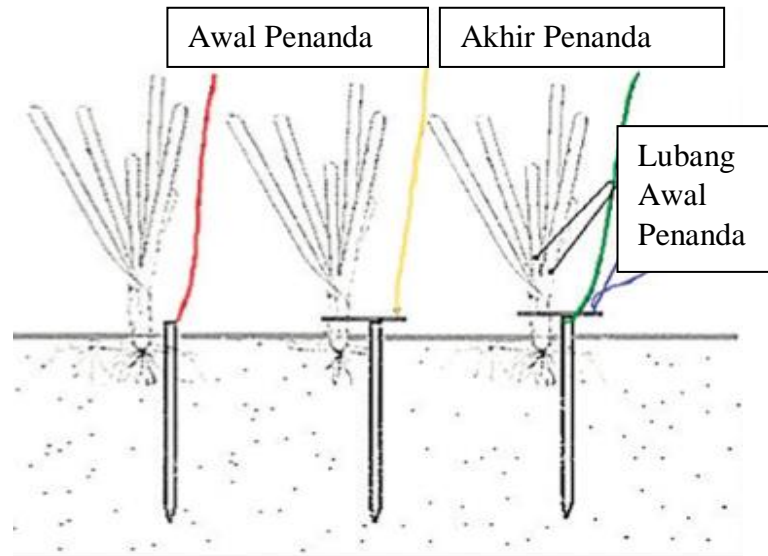
Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur) (Alasan pemilihan lokasi sampling?, jarak antar stasiun? Posisi koordinat sampling?). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter (Sumber Pustaka? Metoda kurang jelas, bisa lebih diperjelas, dan ditambahkan alasan apa mempergunakan acuan dari *Seagrasswatch*).

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan (dibersihkan dari apa? Bagaimana caranya? Bagaimana perlakuan pengamanan sampel lamun sebelum dianalisa karbonnya?). Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizome (Sumber pustaka ? untuk seludang ikut di bagian mana?)

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). (Jelaskan tujuan penggunaan metoda *leaf marking method*). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (*T. hemprichii*) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun ditanamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di

ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2)



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun (Sumber pustaka?)

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990).. Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550°C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550°C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam (Bagaimana cara penghitungan kadar karbon? Ada rumus?).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospecies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Bagaimana? kalimat belum selesai?) (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun (di mana? Satuan?)

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		
	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	

Stasiun 3							
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Tabel 1. menunjukkan lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentase tutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5% (Apakah ini data per line? Atau kuadran? Biasanya untuk melihat kondisi lamun, data di rata-rata tiap lokasi stasiun). Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil (Menunjukkan ukuran apa? morfologi panjang, lebar, kanopi? Kriteria “kecil” dari pengukuran bagaimana? Acuan Seagrasswatch biasanya ukuran kanopi, bagaimana cara pengukuran?). Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentase tutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3. Nilai rerata persentase tutupan lamun di pantai ini sebesar 12% (sebaiknya dijabarkan di masing-masing stasiun saja, untuk kondisi lamun tidak dirata-rata untuk 3 stasiun). Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentase tutupan di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentase tutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang (ada data?). Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan (hubungannya apa

dengan pernyataan sebelumnya?). Selain itu ketersediaan nutrisi (ada data?) di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Sakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotrofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Hasil penelitian tentang biomassa lamun (Tabel 2) menunjukkan, nilai biomassa di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m². Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m². (Apakah Bisa diilustrasikan dengan grafik batang, supaya lebih mudah dimengerti).

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* (Rata—rata ? Standar deviasi?)

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. (maksudnya?) Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem

lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasnya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen (rata-rata? SD?)

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat (ada data) dan substrat pasir kasar (ada data? kriteria pasir kasar?). Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasnya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu 0,52 gC/d/m². Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu 0,017 gC/d/m². (0,04 ?).

Tabel 4. Laju Serapan Karbon

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata- Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat sehingga perairannya menjadi bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m² dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar 0,2 ± 0,06 gC/d/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fourqurean J.W, C.M. Duarte, H. Kennedy, N, Marba, M. Holmer, M.A. Mateo, E. Apostolaki, G.A. Kendrick, Krause - Jensen D, K. J. Mc Glathery, 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5, 505-509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. (1990) Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>
- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass–Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem

Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.

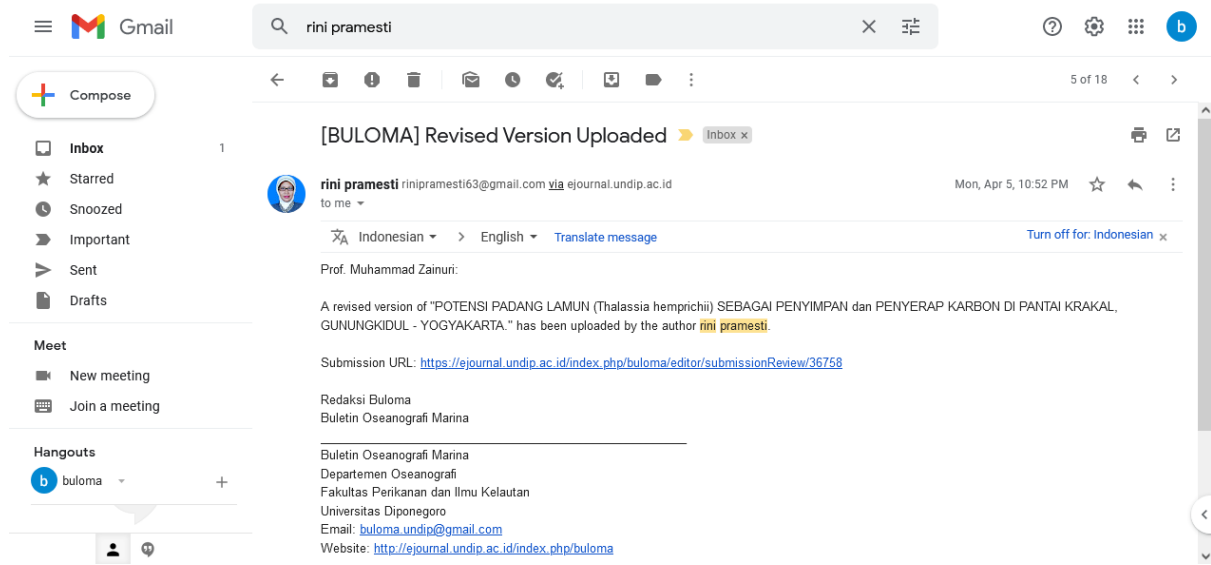
Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018.
[http:// www oseanografi.lipi.go.id](http://www oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203

Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.

Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015.
http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72

Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press.

Bukti Perbaikan artikel sudah di kirim



The screenshot shows a Gmail interface with a search bar at the top containing "rini pramesti". The left sidebar displays navigation options: Compose, Inbox (1), Starred, Snoozed, Important, Sent, Drafts, Meet (New meeting, Join a meeting), and Hangouts (buloma). The main content area shows an email from "rini pramesti" (rinipramesti63@gmail.com) to "me" at "Mon, Apr 5, 10:52 PM". The subject is "[BULOMA] Revised Version Uploaded". The email body contains the following text:

Prof. Muhammad Zainuri:

A revised version of "POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA." has been uploaded by the author [rini pramesti](#).

Submission URL: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma/editor/submissionReview/36758>

Redaksi Buloma
Buletin Oseanografi Marina

Buletin Oseanografi Marina
Departemen Oseanografi
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Diponegoro
Email: buloma.undip@gmail.com
Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN DAN PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL – YOGYAKARTA

Rini Pramesti¹, Subagiyo¹, Titis Buana¹

¹*Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: inibuanatitis@gmail.com*

Abstrak

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat. Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal - Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dengan buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dengan metode *line transect quadrant*. Analisis kandungan karbon menggunakan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap karbon rata-rata sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di lokasi ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul – Yogyakarta

Abstract

Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and stored of roots, rhizomes and leaves that it can reduce CO₂ gas in the air. The function of this ecosystem has not been given much attention compared to the terrestrial ecosystem. The research was studied to determine density, cover of seagrass and carbon uptake in biomass of the upper and lower substrate. The research was carried in November 2018 at Krakal Beach - Yogyakarta. Identification of the type seagrass was carried by seagrasswatch manual, the density and cover was carried by the line transect quadrant method. The carbon content was analysis by the ashing method. The results was showed that this location has a biomass at the top of 7.36 - 9.92 gbk/m² and the bottom of 39.36 - 95.68 gbk/m². Both of these parts are able to store and absorb carbon are average of 30.42 ± 13.85 gC/m² and 0.2 ± 0.06 gC/d/m². The results showed that the seagrass beds on this beach were able to store and absorb of carbon with small amounts.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*) (Sabine *et al.*, 2004; Kawaroe, 2009). Salah satu ekosistem pesisir ini adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012).

Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan sehingga peran lamun bertambah penting karena dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama (Kiswara, 2010). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar dalam satuan gbk/m² (gram berat kering per meter persegi). Biomassa ini dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan dan perkembangan vegetasi (Kusmana *et al.*, 1992).

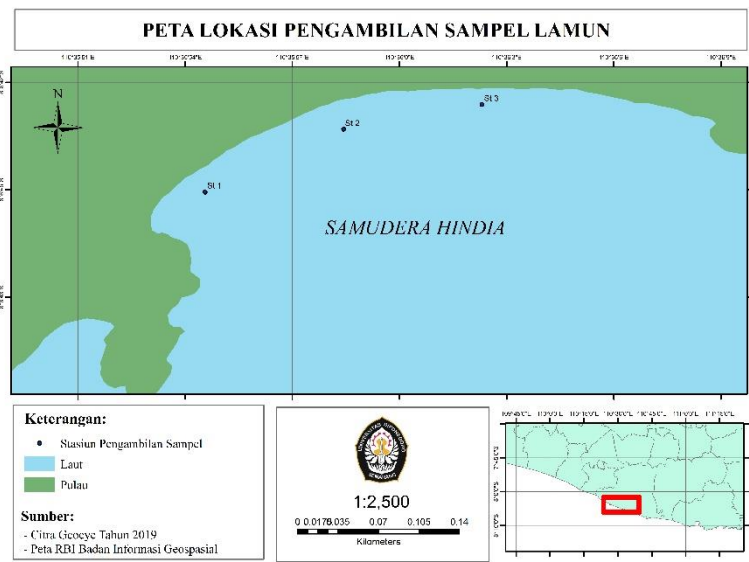
Padang lamun berperan sebagai penyerap karbon seperti hutan dan perkebunan pada awalnya kurang diperhatikan karena penelitian banyak tertuju pada tanaman darat, sehingga peran ekosistem pesisir diabaikan. Hal ini karena terbatasnya vegetasi pesisir yang hanya kurang dari 2% dari permukaan lautan (Duarte *et al.*, 2005). Padahal vegetasi ini dapat menjaga keseimbangan penyerapan dan pengurangan emisi karbon (Silva *et al.*, 2009; Kennedy *et al.*, 2010).

Penelitian tentang simpanan dan serapan karbon di padang lamun sudah banyak dilakukan (Rahmawati & Kiswara (2012) di Pulau Pari Jakarta, Rustam *et al.* (2015) di Tanjung Lesung Banten, Graha *et al.* (2015) di Pantai Sanur Bali, Alongi *et al.* (2015) di Perairan Indonesia, Irawan (2017) di Bagian Timur dan Utara Pulau Bintan. Pantai Krakal merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di Selatan Jawa Kabupaten Gunung Kidul yang berarus kuat (Hutomo *et al.*, 2009) dan memiliki beranekaragam biota laut dan salah satunya tanaman lamun (Pangururan *et al.*, 2015). Penelitian yang telah dilakukan di lokasi ini yaitu jenis-jenis Echinodermata (Yusron, 2015); rumput laut (Pramesti *et al.*, 2016 ; Aziz & Chasani, 2020), bulu babi (Prasetyo *et al.*, 2019). Informasi tentang simpanan dan serapan karbon khususnya lamun di lokasi ini diduga belum ada, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis lamun, kerapatan dan tutupan lamun, nilai biomassa dan estimasi simpanan karbon dalam biomassa pada lamun yang berupa jaringan dibagian atas substrat (daun) dan dibagian bawah substrat (akar dan rhizoma) di Pantai Krakal, Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah sampel lamun (*Thalassia hemprichii*) di Pantai Krakal , Gunung Kidul - Yogyakarta pada tanggal 15 sampai dengan 20 November 2018 yang kemudia diuji laboratorium pada tanggal 22 November sampai 1 Desember 2018 di Laboratorium Geologi Dasar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Adapun lokasi stasiun penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Lokasi penelitian ini dipilih karena pertimbangan tingkat persentase tutupan vegetasi lamun. Stasiun I mempunyai persentase tutupan lamun tinggi, Stasiun II dengan persentase tutupan lamun rendah dan Stasiun III persentase tutupan lamunnya sedang. Pengamatan lamun meliputi jenis, kerapatan dan persentase tutupan lamun. Pengamatan dilakukan dengan mencuplik lamun yang terdapat di transek kuadran berukuran 50 x 50 cm dan dibagi menjadi 4 sub plot bagian yang lebih kecil (Hutomo *et al.*, 2009). Pengamatan lamun dengan buku identifikasi lamun mengacu pada *Seagrasswatch manual book* (Mc Kenzie *et al.*, 2003).

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mencuplik lamun sampai pada kedalaman penetrasi akar dan pemotongan rhizome yang menjalar kesamping (batas luar kuadran / transek) kemudian dibersihkan. Masing - masing pencuplikan dengan tiga ulangan dan sampel yang diperoleh ini sebagai herbarium basah. Selanjutnya sampel dipisah pada bagian akar, rhizome dan daun kemudian dipotong dan ditimbang berat basahnya (Graha *et al.*, 2015) dan nilai biomassa setiap jaringan dihitung dari berat basah dan berat keringnya.

Kandungan karbon yang ada sampel (akar, rhizome dan daun) dianalisis dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik ± 2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan ± 30 menit dalam desikator. Selanjutnya sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

Analisa data

Kerapatan Lamun dan Persentase Penutupan

Perhitungan kerapatan lamun menggunakan rumus (Khouw, 2009):

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

Keterangan :

- D_i = Kerapatan lamun jenis-i (ind/m²)
- Σn = Jumlah tunas jenis- i (ind)
- A_i = Jumlah luas daerah dimana lamun jenis-i diketemukan (m²)

Penutupan jenis lamun pada tiap petaknya menggunakan rumus (Saito dan Adobe, 2004)

$$C = \frac{\sum(Mi \times fi)}{\sum fi}$$

Keterangan :

- C = Persentase penutupan lamun jenis i.
- Mi = Prosentase titik tengah dari kelas kehadiran jenis lamun i.
- fi = Banyaknya sub petak dengan kelas kehadiran jenis lamun i sama.

Indeks keanekaragaman (H)

Perhitungan indeks keanekaragaman dilakukan berdasarkan rumus Shannon-Weinner (Odum, 1993):

$$H' = \sum_{i=1}^n (pi \log^2 pi)$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

- H' = Indeks keanekaragaman
- Pi = Frekuensi jenis ke-1 terhadap jumlah total
- N = Jumlah total individu
- ni = Jumlah individu jenis ke-i

Indeks Keseragaman

Perhitungan indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993)

$$E = \frac{H'}{H \text{ maksimum}}$$

$$H \text{ maksimum} = \log^2 S$$

Keterangan:

- E = Jumlah keseragaman
- S = Jumlah jenis

Indeks Dominansi (D)

Indeks dominansi dihitung untuk mengetahui dominansi suatu spesies di wilayah penelitian. Perhitungan indeks dominansi dilakukan dengan rumus (Odum, 1993):

$$D = \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Keterangan:

- D = Indeks Dominansi Simpson
- Pi = Frekwensi jenis ke-i terhadap jumlah total

Pengukuran Biomassa Lamun

Pengukuran ini menggunakan rumus menurut Duarte (1990)

$$B = W \times D$$

Keterangan :

- B = Biomassa lamun
- W = Berat kering sebuah tunas lamun (gram x tunas. m²)
- D = Kepadatan lamun (tunas.m²)

Pengukuran Karbon Lamun

Pengukuran karbon lamun dengan menggunakan rumus (Helrich, 1990) :

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

Keterangan:

- a = Berat cawan
- b = Berat cawan + berat kering jaringan lamun

c = Berat cawan + berat abu jaringan lamun

Perhitungan bahan organik dihitung dengan metode pengabuan dan ditentukan dengan menghitung pengurangan berat saat pengabuan (Helrich, 1990) dengan rumus:

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

Keterangan:

- a = Berat cawan
- b = Berat cawan + berat sampel
- c = Berat (cawan + abu)

Nilai kandungan karbon jaringan dilakukan setelah mengetahui kadar bahan organik (Helrich, 1990)

$$\text{Kadar Karbon} = \frac{\text{Kadar Bahan Organik}}{1,724}$$

Keterangan:

1,724 = Konstanta Nilai Bahan Organik

Simpanan Karbon lamun

Nilai ini dihitung menurut (Sulaeman *et al.*, 2005)

$$C_t = \sum (L_i \times c_i)$$

Keterangan :

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian semua stasiun hanya ditemukan satu jenis lamun (monospesifik) yaitu *Thalassia hemprichii* yang penyebarannya tidak merata dan jenis substrat sama yaitu pasir kasar. Hal ini sesuai (Sakey *et al.*, 2015) menyatakan lamun *T. hemprichii* dapat membentuk padang lamun monospesifik pada substrat karang mati atau di pasir kasar dan (Yusron, 2015) menyatakan jenis lamun yang mendominasi di Pantai Gunung Kidul adalah *T. hemprichii*. Daun lamun berukuran kecil 3 - 15 cm. Jarak terjauh ditemukannya lamun pada stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai, sedangkan jarak terdekatnya 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Nilai kerapatan dan persentase tutupan lamun bervariasi. Nilai kerapatan tertinggi di stasiun 3 yaitu 676 ind/m² dengan persentase tutupan 95%. Nilai terendah pada stasiun 1 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5% (**Tabel 1**).

Tabel 1. Nilai Kerapatan (ind/m²) dan Persentase Tutupan *T. hemprichii* (%) di Pantai Krakal, Gunungkidul -Yogyakarta, 2018

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		
	Di (ind/m ²)	% Tutupan	Di (ind/m ²)	% Tutupan	Di (ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	21%

20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Pada **Tabel 1.** menunjukkan ketiga stasiun mempunyai nilai kerapatan dan persentase tutupan dengan nilai yang bervariasi. Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda. Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat, lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan sehingga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai, yang memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. *T. hemprichii* yang ditemukan di lokasi mempunyai panjang daun yang kecil (10 - 15 cm) padahal Susetiono (2004) menyatakan panjang daun *T. hemprichii* adalah 10-20 cm. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan yang berarus kuat.

Nilai rata-rata persentase tutupan lamun pada stasiun 1 yaitu 21%, stasiun 2 sebesar 9% dan stasiun 3 yaitu 6%. Nilai tersebut termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang tinggi, sehingga lamun tidak dapat tumbuh optimal. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori yaitu persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin.

Nilai indeks ekologi pada lamun digunakan untuk melihat keseimbangan ekosistem lamun di setiap stasiun penelitian. Nilai indeks ekologi meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Nilai keanekaragaman yang didapatkan di lokasi penelitian adalah $H=0$, sehingga tidak ada keanekaragaman jenis lamun di Pantai Krakal, karena yang ditemukan hanya 1 jenis saja yaitu *T. hemprichii*. Nilai Keseragaman yang didapat dari ketiga stasiun adalah $E = 0$, sehingga keseragaman jenis lamun di lokasi ini tergolong rendah (Odum, 1998). Hasil perhitungan nilai indeks dominansi (D) sebesar 1, yang menunjukkan terdapat dominansi yang tinggi.

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Berdasarkan hasil penelitian tentang biomassa lamun (**Tabel 2.**) menunjukkan nilai biomassa lamun di bagian atas substrat lebih rendah dibanding dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga semakin banyak

rhizome dan akar yang dapat menembus sedimen maka ruang pori-pori yang terdapat di sedimen semakin luas / banyak sehingga dapat membantu akar dalam menyerap nutrisi dan memudahkan masuknya nutrisi. Hal lainnya diduga rhizome mengandung banyak zat pati hasil dari proses fotosintesis yang disimpan dibagian bawah substrat. Kandungan karbon di bawah substrat dipengaruhi faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang banyak dipengaruhi faktor perairan seperti suhu dan salinitas. Hal ini diduga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasnya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Hal ini sesuai (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi, 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang ada di akar lamun digunakan untuk menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (**Tabel 3.**) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat (daun) di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha *et al.*, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintang bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah ini diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Rahadiarta *et al.* (2019) menyatakan substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar yang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (**Tabel 4.**) menunjukkan rata-rata karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 yaitu 0,24 gC/d/m² dan terendah di terendah di stasiun 3 sebesar 0,13 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon di Pantai Krakal - Yogyakarta, 2018

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintang bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,06 - 0,52 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintang bagian Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara dan CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi jika suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan.

Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie *et al.*, 2001). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat melakukan proses fotosintesis.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85 \text{ gC/m}^2$ dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar 0,06 - 0,52 gC/d/m^2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, L., Chasani, A.R. 2020. Perbandingan Struktur dan Komposisi Makroalga di Pantai Drini dan Pantai Krakal. *Jurnal Kelautan*. Vol. 13. No. 2. p. ISSN : 1907 – 9931 eISSN : 2476 – 9991. <https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/view/6263>
- Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean J.W., Kauffman, J. B. 2015. Indonesia's Blue Carbon: A Globally Significant and Vulnerable Sink for Seagrass And Mangrove Carbon. DOI: [10.1007/s11273-015-9446-y](https://doi.org/10.1007/s11273-015-9446-y)
- Duarte C.M., Middelburg, J.J., Caraco, N. 2005. Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. *Biogeosciences* 2: 1-8.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marba, N., Holmer, M., Matoe, M.A., Apostolaki, E., Kendrick, G.A., Jensen, D.K., McGlathery, K.J., and Serrano, O. 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5, 505- 509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., Arthana I, W., G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. 1298 hal.
- Hutomo, M., Bengen, D.G., Kuriandewa T, E., Taurusman A, A., Handayani E,B,S. 2009. Peran Ekosistem Lamun dalam Produktivitas Hayati dan Meregulasi Perubahan Iklim. *Prosiding Lokakarya Nasional I Pengelolaan Ekosistem Lamun*, 18 November 2009, Jakarta
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., Liu, S., Zhang, J., Zhao, C., Wu, Y., Yu, S., Zhang, X., Huang, C., Huang, X., Kumar, J. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kawaroe, M 2009. Luas Tutupan Lamun di Pulau Pari Berkurang. [http:// www.coremap.or.id](http://www.coremap.or.id).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004. Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Kennedy H, Beggins J, Duarte C.M., Fourqurean, J.W., Holmer, J., Marbà, N & Middelburg,J,J. 2010. Seagrass Sediments as a Global Carbon Sink: Isotopic Constraints, *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB4026, doi:10.1029/ 2010GB003848.
- Khairunnisa., Setyobudiandi, I., Boer, M. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur

Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650.
DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>

- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., Watanabe, H. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of A Mangrove Forest in East Sumatra. *Tropics* 1(4): 143- - 257.
DOI: 10.3759/tropics.1.243
- Khouw, A.S. 2009. Metode dan Analisa Kuantitatif dalam Bioteknologi Laut. Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir dan Laut. Jakarta.
- Kiswara, W. 2010. Studi Pendahuluan: Potensi Padang Lamun Sebagai Karbon Rosot dan Penyerap Karbon di Pulau Pari Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (3): 361-376.
- Mc Kenzie, Campbell, S.J. & Roder, C.A. 2003. Seagrasswatch: Manual for Mapping and Monitring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers. 2nd ed. The state of Queensland, Department of Primary Industries, CRC Reef, Queensland, pp 104. www.seagrasswatch.org (28 Januari 2019).
- Odum, E. P. 1998. Dasar-dasar Ekologi. 3rd ed. Universitas Gadjadara, Yogyakarta. 697 hal.
- Pramesti, R., AB. Susanto, AB., Setyati, W., Ridlo, A., Subagiyo., Oktaviaris, Y. 2016. Struktur Komunitas dan Anatomi Rumpun Laut di Perairan Teluk Awur - Jepara dan Pantai Krakal, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 19, no. 2, pp. 81-94, <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.822>
- Prasetyo, E., Z. Amalia., Wulandari, R., Wulan I, N., Eny Santiati, Prakoso, C, N, Y. 2019. Kekayaan Jenis Bulu Babi (*Sea Urchin*) di Kawasan Perairan Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies* Vol 12 No. 1. Hal 33-39.
<https://doi.org/10.22437/biospecies.v12i1.6574>
- Rahmawati, S., Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan sebagai penyimpan Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari, Jakarta.
http://file.pksdmo.lipi.go.id/id003-71bed-2650_172.pdf
- Rahardiarta, I, K., Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10.
DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A, I., Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acoroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI
- Rahmawati, S., Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan Sebagai Penyimpan Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari - Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* Vol. 38, No. 1. 143-150
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A., Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun Sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sabine, C. L., R. A. Feely., N. Gruber., R. M. Key., K. Lee., J. L. Bullister., R. Wanninkhof., C. S. Wong., D. W. R. Wallace., B. Tilbrook., F. J. Millero., T. H. Peng. A. Kozyr., T. Ono and A. F. Rios. 2004. The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂. *Science*, 305: 367-371pp.
DOI: [10.1126/science.1097403](https://doi.org/10.1126/science.1097403)
- Silva, J., Sharon, Y., Santos, R., Beer, S. 2009. Measuring Seagrass Photosynthesis: Methods and Applications. *Aquat. Biol.* (7): 127-141.

- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770.
DOI : http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Yusron. E. 2015. Struktur Komunitas Ekhinoderma (Holothuroidea, Echinoidea dan Ophiuroidea) di Daerah Padang Lamun di Pantai Gunung Kudul, Yogyakarta. *Zoo Indonesia Jurnal fauna Tropika*. Vol. 24. No. 2. P-ISSN. 0215 – 191x / EISSN 2527 - 8707
https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/zoo_indonesia/article/view/2334/2005
- Wahyudi, A.J., 2017. *Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem Untuk Mitigasi Perubahan Iklim*. Gajah Mada University Press. 42 hal.

Editor Decision

Select decision

Accept Submission

Decision

Revisions Required 23-02-2021 | Revisions Required 23-02-2021 | **Accept Submission 15-06-2021**

Notify Author

 Mail Editor/Author Email Record  Comment 12-09-2021

Review Version

[36758-110570-1-RV.docx](#) 17-02-2021

Author Version




[36758-114371-1-ED.docx](#) 06-04-2021

Editor Version

[36758-112075-1-ED.docx](#) 07-03-2021

No file chosen

Artikel Publish

Potensi Padang Lamun (*Thalassia hemprichii*) Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta  PDF
Rini Pramesti, Subagiyo Subagiyo, Wilis Ari Setyati, Titis Buana 283-290
Citations  0 | Language: ID | DOI: [10.14710/buloma.v10i3.36758](https://doi.org/10.14710/buloma.v10i3.36758)
 Received: 17 Feb 2021; Revised: 7 Mar 2021; Accepted: 15 Jun 2021; Published: 20 Sep 2021; Available online: 20 Sep 2021.

Potensi Padang Lamun (*Thalassia hemprichii*) Sebagai Penyimpan dan Penyerap Karbon di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta

Rini Pramesti, Subagiyo, Wilis Ari Setyati, Titis Buana*

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Email: inibuanatitis@gmail.com

Abstrak

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat. Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal - Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dengan buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dengan metode *line transect quadrant*. Analisis kandungan karbon menggunakan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap karbon rata-rata sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di lokasi ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Abstract

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (Thalassia hemprichii) in Pantai Krakal, Gunungkidul – Yogyakarta

Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and stored of roots, rhizomes and leaves that it can reduce CO₂ gas in the air. The function of this ecosystem has not been given much attention compared to the terrestrial ecosystem. The research was studied to determine density, cover of seagrass and carbon uptake in biomass of the upper and lower substrate. The research was carried in November 2018 at Krakal Beach - Yogyakarta. Identification of the type seagrass was carried by seagrasswatch manual, the density and cover was carried by the line transect quadrant method. The carbon content was analysis by the ashing method. The results was showed that this location has a biomass at the top of 7.36 - 9.92 gbk/m² and the bottom of 39.36 - 95.68 gbk/m². Both of these parts are able to store and absorb carbon are average of 30.42 ± 13.85 gC/m² and 0.2 ± 0.06 gC/d/m². The results showed that the seagrass beds on this beach were able to store and absorb of carbon with small amounts.

Keywords : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida

(SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu

*Corresponding author

DOI:10.14710/buloma.v10i3.36758

<http://ejournal.undip.ac.id/index.php/buloma>

Diterima/Received : 17-02-2021

Disetujui/Accepted : 15-06-2021

upaya pencegahan yang dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*) (Sabine *et al.*, 2004; Kawaroe, 2009). Salah satu ekosistem pesisir ini adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012).

Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan sehingga peran lamun bertambah penting karena dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama (Kiswara, 2010). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar dalam satuan gbk/m² (gram berat kering per meter persegi). Biomassa ini dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan dan perkembangan vegetasi (Kusmana *et al.*, 1992).

Padang lamun berperan sebagai penyerap karbon seperti hutan dan perkebunan pada awalnya kurang diperhatikan karena penelitian banyak tertuju pada tanaman darat, sehingga peran ekosistem pesisir diabaikan. Hal ini karena terbatasnya vegetasi pesisir yang hanya kurang dari 2% dari permukaan lautan (Duarte *et al.*, 2005). Padahal vegetasi ini dapat menjaga keseimbangan penyerapan dan pengurangan emisi karbon (Silva *et al.*, 2009; Kennedy *et al.*, 2010).

Penelitian tentang simpanan dan serapan karbon di padang lamun sudah banyak dilakukan (Rahmawati & Kiswara (2012) di Pulau Pari Jakarta, Rustam *et al.* (2015) di Tanjung Lesung Banten, Graha *et al.* (2015) di Pantai Sanur Bali, Alongi *et al.* (2016) di Perairan Indonesia, Irawan (2017) di Bagian Timur dan Utara Pulau Bintan. Pantai Krakal merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di Selatan Jawa Kabupaten Gunung Kidul yang berarus kuat (Hutomo *et al.*, 2009) dan memiliki beranekaragam biota laut dan salah satunya tanaman lamun (Pangururan *et al.*, 2015). Penelitian yang telah dilakukan di lokasi ini yaitu jenis-jenis Echinodermata (Yusron, 2015); rumput laut (Pramesti *et al.*, 2016 ; Aziz & Chasani, 2020), bulu babi (Prasetyo *et al.*, 2019). Informasi tentang simpanan dan serapan karbon

khususnya lamun di lokasi ini diduga belum ada, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis lamun, kerapatan dan tutupan lamun, nilai biomassa dan estimasi simpanan karbon dalam biomassa pada lamun yang berupa jaringan dibagian atas substrat (daun) dan dibagian bawah substrat (akar dan rhizoma) di Pantai Krakal, Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah sampel lamun (*T. hemprichii*) yang diambil dari Pantai Krakal, Gunung Kidul - Yogyakarta pada tanggal 15 sampai 20 November 2018 yang selanjutnya diuji laboratorium pada tanggal 22 November sampai 1 Desember 2018 di Laboratorium Geologi Dasar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Adapun lokasi stasiun penelitian (Gambar 1).

Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Lokasi penelitian ini dipilih karena pertimbangan tingkat persentase tutupan vegetasi lamun. Stasiun I mempunyai persentase tutupan lamun tinggi, Stasiun II dengan persentase tutupan lamun rendah dan Stasiun III persentase tutupan lamunnya sedang. Parameter yang diamati meliputi jenis, kerapatan dan persentase tutupan lamun. Pengambilan dilakukan dengan mencuplik lamun yang terdapat di transek kuadran berukuran 50 x 50 cm dan dibagi menjadi 4 sub plot bagian yang lebih kecil (Hutomo *et al.*, 2009). Pengamatan lamun dengan buku identifikasi lamun mengacu pada *Seagrasswatch manual book* (Mc Kenzie *et al.*, 2003). Pengambilan sampel dilakukan sampai pada kedalaman penetrasi akar dan pemotongan rhizome yang menjalar kesamping (batas luar kuadran / transek) kemudian dibersihkan. Masing - masing pencuplikan dengan tiga ulangan dan sampel yang diperoleh ini sebagai herbarium basah. Sampel dipisah pada bagian akar, rhizome dan daun kemudian dipotong dan ditimbang berat basahnya (Graha *et al.*, 2015) dan nilai biomassa setiap jaringan dihitung dari berat basah dan berat keringnya.

Kandungan karbon yang ada di sampel (akar, rhizome dan daun) dianalisis dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam

tanur listrik ±2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan ±30 menit dalam desikator. Sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu yang ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

Analisa data

Perhitungan kerapatan lamun menggunakan rumus (Khouw, 2009):

$$Di = \frac{\sum ni}{Ai}$$

Keterangan : Di = Kerapatan lamun jenis-i (ind/m²); $\sum n$ = Jumlah tunas jenis- i (ind); Ai = Jumlah luas daerah dimana lamun jenis-i diketemukan (m²)

Penutupan jenis lamun pada tiap petaknya menggunakan rumus (Saito dan Adobe, 2004)

$$C = \frac{\sum(Mi \times fi)}{\sum fi}$$

Keterangan : C = Persentase penutupan lamun jenis i; Mi = Prosentase titik tengah dari kelas kehadiran jenis lamun i; fi = Banyaknya sub petak dengan kelas kehadiran jenis lamun i sama.

Perhitungan indeks keanekaragaman dilakukan berdasarkan rumus Shannon-Weinner (Odum, 1993):

$$H' = \sum_{i=1}^n (pi \log^2 pi)$$

$$pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman; Pi = Frekuensi jenis ke-1 terhadap jumlah total; N = Jumlah total individu; ni = Jumlah individu jenis ke-i

Perhitungan indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993):

$$E = \frac{H'}{H \text{ maksimum}}$$

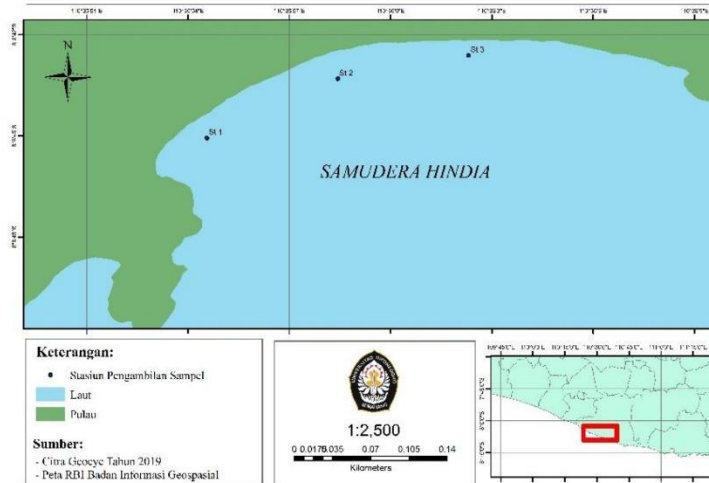
$$H \text{ maksimum} = \log^2 S$$

Keterangan: E = Jumlah keseragaman; S = Jumlah jenis

Indeks dominansi dihitung untuk mengetahui dominansi suatu spesies di wilayah penelitian. Perhitungan indeks dominansi dilakukan dengan rumus (Odum, 1993):

$$D = \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Keterangan: D = Indeks Dominansi Simpson; Pi = Frekwensi jenis ke-i terhadap jumlah total



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pengukuran ini menggunakan rumus menurut Duarte (1990)

$$B = W \times D$$

Keterangan : B = Biomassa lamun; W = Berat kering sebuah tunas lamun (gram x tunas. m²); D= Kepadatan lamun (tunas.m²)

Pengukuran karbon lamun dengan menggunakan rumus (Helrich, 1990) :

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

Keterangan: a = Berat cawan; b = Berat cawan + berat kering jaringan lamun; c = Berat cawan + berat abu jaringan lamun

Perhitungan bahan organik dihitung dengan metode pengabuan dan ditentukan dengan menghitung pengurangan berat saat pengabuan (Helrich, 1990) dengan rumus:

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

Keterangan: a = Berat cawan; b = Berat cawan + berat sampel; c = Berat (cawan + abu)

Nilai kandungan karbon jaringan dilakukan setelah mengetahui kadar bahan organik (Helrich, 1990)

$$\text{Kadar Karbon} = \frac{\text{Kadar Bahan Organik}}{1,724}$$

Keterangan: 1, 724 = Konstanta Nilai Bahan Organik

Nilai Simpanan Karbon lamun dihitung menurut (Sulaeman *et al.*, 2005)

$$Ct = \Sigma (Li \times ci)$$

Keterangan : Ct = karbon total (ton); Li = luas padang lamun kategori kelas - i (m²); Ci = rata-rata stok karbon lamun kategori kelas - i (gC/m²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian di semua stasiun hanya ditemukan satu jenis lamun (monospesifik) yaitu *T. hemprichii* dengan penyebaran tidak merata

dan jenis substrat sama yaitu pasir kasar. Hal ini sesuai (Sakey *et al.*, 2015) menyatakan lamun *T. hemprichii* dapat membentuk padang lamun monospesifik pada substrat karang mati atau di pasir kasar dan (Yusron, 2015) menyatakan jenis lamun yang mendominasi di Pantai Gunung Kidul adalah *T. hemprichii*. Daun berukuran kecil 3 - 15 cm. Jarak terjauh ditemukannya lamun pada stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai, sedangkan jarak terdekatnya 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Nilai kerapatan dan persentase tutupan lamun bervariasi. Nilai kerapatan tertinggi di stasiun 3 yaitu 676 ind/m² dengan persentase tutupan 95%. Nilai terendah pada stasiun 1 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5% (Tabel 1).

Pada Tabel 1. menunjukkan ketiga stasiun mempunyai nilai kerapatan dan persentase tutupan dengan nilai yang bervariasi. Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda. Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat, lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan sehingga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang ini merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai, yang memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. *T. hemprichii* yang diketemukan di lokasi mempunyai panjang daun yang kecil (10 - 15 cm) padahal Susetiono (2004) menyatakan panjang daun *T. hemprichii* adalah 10-20 cm. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan yang berarus kuat.

Nilai rata-rata persentase tutupan lamun pada stasiun 1 yaitu 21%, stasiun 2 sebesar 9% dan stasiun 3 yaitu 6%. Nilai tersebut termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang tinggi, sehingga lamun tidak dapat tumbuh optimal. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori yaitu persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin.

Nilai indeks ekologi pada lamun digunakan untuk melihat keseimbangan ekosistem lamun di

setiap stasiun penelitian. Nilai indeks ekologi meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Nilai keanekaragaman yang didapatkan di lokasi penelitian adalah $H=0$, sehingga tidak ada keanekaragaman jenis lamun, karena ditemukan hanya 1 jenis yaitu *T. hemprichii*. Nilai keseragaman yang didapat dari ketiga stasiun adalah $E = 0$, sehingga keseragaman jenis lamun di lokasi ini tergolong rendah (Odum, 1998). Hasil perhitungan nilai indeks dominansi (D) sebesar 1, yang menunjukkan terdapat dominansi yang tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian tentang biomassa lamun (Tabel 2.) menunjukkan nilai biomassa lamun di bagian atas substrat lebih rendah dibanding dengan bagian bawah substrat.

Hal ini diduga semakin banyak rhizome dan akar yang dapat menembus sedimen maka ruang pori-pori yang terdapat di sedimen semakin luas / banyak sehingga dapat membantu akar dalam menyerap nutrisi dan memudahkan masuknya nutrisi. Hal lainnya diduga rhizome mengandung banyak zat pati hasil dari proses fotosintesis yang disimpan dibagian bawah substrat. Kandungan karbon di bawah substrat dipengaruhi faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang banyak dipengaruhi suhu dan salinitas. Hal ini diduga kandungan karbon bawah substrat dapat tersimpan lebih lama dan bertambah banyak. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasnya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai

Tabel 1. Nilai Kerapatan (ind/m^2) dan Persentase Tutupan *T. hemprichii* (%) di Pantai Krakal, Gunungkidul, Yogyakarta, 2018

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		
	Di (ind/m^2)	% Tutupan	Di (ind/m^2)	% Tutupan	Di (ind/m^2)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							9%
0 m	340	50	304	45	292	35	
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							6%
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	
10 m	-	-	-	-	116	30	

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

Stasiun	Biomassa (gbk/m^2)		Total Biomassa (gbk/m^2)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

Stasiun	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas substrat	BawahSubstrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Tabel 4. Nilai Rata-rata Laju Serapan Karbon di Pantai Krakal - Yogyakarta, 2018

Stasiun	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

biomassa di atas substrat yang hanya terdiri daun saja. Hal ini sesuai (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi, 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang ada di akar lamun digunakan untuk menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3.) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi terdapat di bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat (daun) di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Nilai rata-rata simpanan karbon lamun sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki rata-rata total karbon sebesar 21 gC/m² (Graha *et al.*, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai yang rendah ini diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Rahadiarta *et al.* (2019) menyatakan substrat berperan dalam menyimpan karbon selain

di biomassa. Hal lainnya adalah jenis substrat di lokasi ini adalah pasir kasar sehingga kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan rata-rata karbon terbesar yang diserap terdapat di stasiun 1 yaitu 0,24 gC/d/m² dan terendah di terendah di stasiun 3 sebesar 0,13 gC/d/m². Serapan karbon dapat dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara dan CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi jika suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan (McKenzie *et al.*, 2001).

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan di daun sebesar 0,1 gC/d/m². Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,06 - 0,52 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Timur. Suhu permukaan laut di lokasi yaitu 28 – 29°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat melakukan proses fotosintesis. Ditambahkan (McKenzie *et al.*, 2001) lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Reference

- Aziz, L. & Chasani, A.R. 2020. Perbandingan Struktur dan Komposisi Makroalga di Pantai Drini dan Pantai Krakal. *Jurnal Kelautan*. 13(2):2476–9991.
- Alongi, D.M., Murdiyarsa, D., Fourqurean, J.W., Kauffman, J.B., Hutahaean, A., Crooks, S., Lovelock, C.E., Howard, J., Herr, D., Fortes, M. & Pidgeon, E. 2016. Indonesia's Blue Carbon: A Globally Significant and Vulnerable Sink for Seagrass And Mangrove Carbon. *Wetlands Ecology and Management*, 24(1):3-13. doi: 10.1007/s11273-015-9446-y
- Duarte C.M., Middelburg, J.J. & Caraco, N. 2005. Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. *Biogeosciences* 2:1-8.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marba, N., Holmer, M., Matoe, M.A., Apostolaki, E., Kendrick, G.A., Jensen, D.K., McGlathery, K.J., & Serrano, O. 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5:505-509. doi: 10.1038/ngeo1477
- Graha, Y. I., Arthana I, W., G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1):46-53 doi: 10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08
- Helrich, K. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. 1298 hal.
- Hutomo, M., Bengen, D.G., Kuriandewa T, E., Taurusman A.A. & Handayani, E.B.S. 2009. Peran Ekosistem Lamun dalam Produktivitas Hayati dan Meregulasi Perubahan Iklim. Prosiding Lokakarya Nasional I Pengelolaan Ekosistem Lamun, 18 November 2009, Jakarta
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi Indonesia*, 2(3):35-48. doi: 10.14203/oldi.2017.v2i3.158
- Jiang, Z., Liu, S., Zhang, J., Zhao, C., Wu, Y., Yu, S., Zhang, X., Huang, C., Huang, X. & Kumar, J. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.07.066
- Kawaroc, M 2009. Luas Tutupan Lamun di Pulau Pari Berkurang. [http:// www.coremap.or.id](http://www.coremap.or.id).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004. Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Kennedy H, Beggins J, Duarte C.M., Fourqurean, J.W., Holmer, J., Marbà, N & Middelburg,J.J. 2010. Seagrass Sediments as a Global Carbon Sink: Isotopic Constraints, Global Biogeochem. *Cycles*, 24:GB4026, doi: 10.1029/ 2010GB003848.
- Khairunnisa., Setyobudiandi, I. & Boer, M. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3):639-650. doi: 10.29244/jitkt.v10i3.21397
- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., Watanabe, H. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of A Mangrove Forest in East Sumatra. *Tropics*, 1(4):143-257. doi: 10.3759/tropics.1.243
- Khouw, A.S. 2009. Metode dan Analisa Kuantitatif dalam Bioteknologi Laut. Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir dan Laut. Jakarta.
- Kiswara, W. 2010. Studi Pendahuluan: Potensi Padang Lamun Sebagai Karbon Rosot dan Penyerap Karbon di Pulau Pari Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (3):361-376.
- Mc Kenzie, Campbell, S.J. & Roder, C.A. 2003. Seagrasswatch: Manual for Mapping and Monitring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers. 2nd ed. The state of Queensland, Department of Primary Industries, CRC Reef, Queensland, pp 104. www.seagrasswatch.org (28 Januari 2019).
- Odum, E.P. 1998. Dasar-dasar Ekologi. 3rd ed. Universitas Gadjja Mada, Yogyakarta. 697 hal.

- Pramesti, R., AB. Susanto, AB., Setyati, W., Ridlo, A., Subagiyo., Oktaviaris, Y. 2016. Struktur Komunitas dan Anatomi Rumput Laut di Perairan Teluk Awur - Jepara dan Pantai Krakal, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, 19(2):81-94, doi: 10.14710/jkt.v19i2.822
- Prasetyo, E., Zaida, A.A., Wulan, I.N., Wulandari, R., Santiati, E. & Prakoso, C.N.Y. 2019. Kekayaan Jenis Bulu Babi (*Sea Urchin*) di Kawasan Perairan Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies*, 12(1):33-39. doi: 10.22437/biospecies.v12i1.6574
- Rahmawati, S. & Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan sebagai penyimpan Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari, Jakarta. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 38(1):143-150.
- Rahardiarta, I.K., Putra, I.D.N.N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1): 1-10. doi: 10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01
- Rahman, A., Nur, A.I. & Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acoroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- 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. & Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan Sebagai Penyimpan Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari - Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 38(1):143-150
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R.N.A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun Sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembah, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. doi: 10.14203/jbi.v11i2.2197
- Sabine, C.L., Feely, R.A., Gruber, N., Key, R.M., Lee, K., Bullister, J.L., Wanninkhof, R., Wong, C.S.L., Wallace, D.W., Tilbrook, B. and Millero, F.J., 2004. The oceanic sink for anthropogenic CO₂. *science*, 305(5682), pp.367-371. doi: 10.1126/science.1097403
- Silva, J., Sharon, Y., Santos, R. & Beer, S. 2009. Measuring Seagrass Photosynthesis: Methods and Applications. *Aquatic Biology*, (7):127-141.
- Sakey, W.F., Wagey, B.T. & Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. doi: 10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Sulaeman, Suparto & Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Tasabaramo I.A., Mujizat, K. & Rohani, A.R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(2):757-770.
- Yusron. E. 2015. Struktur Komunitas Ekinoderma (Holothuroidea, Echinoidea dan Ophiuroidea) di Daerah Padang Lamun di Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Zoo Indonesia Jurnal fauna Tropika*. 24(2):73-82 doi: 10.52508/zi.v24i2.2334
- Wahyudi, A.J. 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem Untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press. 42 hal.

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan gas rumah kaca seperti karbon dioksida, klorofluorokarbon, ozon, dinitro oksida, metana, heksafluorida, hidrofluorokarbon dan perfluorokarbon. Kedelapan gas tersebut gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar. Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode transek kuadran. Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Climate change occurs due to CO₂ gas accumulating in the atmosphere. Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

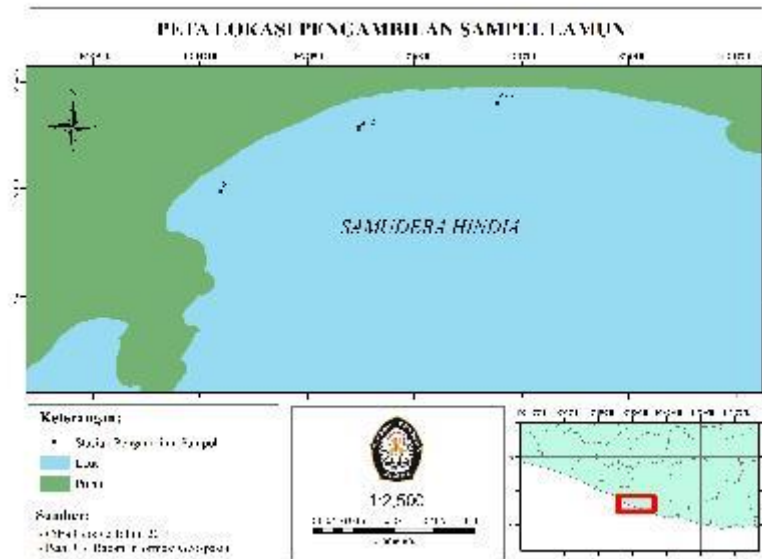
PENDAHULUAN

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



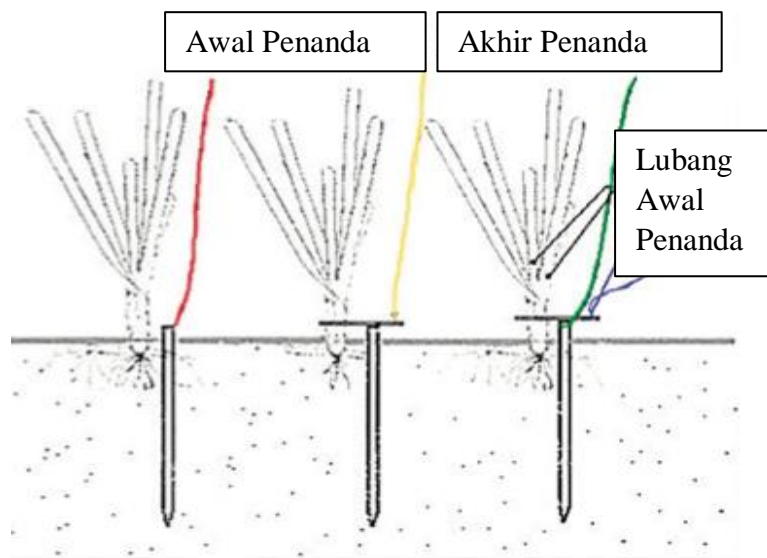
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter.

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan. Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizoma.

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (*T. hemprichii*) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun dibanamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2)



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospecies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun

Titik	Stasiun 1		Stasiun 2		Stasiun 3		Rata-Rata % Tutupan
	Line 1 Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Line 2 Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Line 3 Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	
0 m	224	40	388	60	116	20	

5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Tabel 1. menunjukkan lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentase tutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5%. Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentase tutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3. Nilai rerata persentase tutupan lamun di pantai ini sebesar 12%. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentase tutupan di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentase tutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang. Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Selain itu ketersediaan nutrien di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Sakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrien di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Hasil penelitian tentang biomassa lamun (Tabel 2) menunjukkan, nilai biomassa di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m². Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m².

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii*

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut

Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasanya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintang bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasanya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu 0,52 gC/d/m². Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu 0,017 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Retata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat sehingga perairannya menjadi

bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85 \text{ gC/m}^2$ dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar $0,2 \pm 0,06 \text{ gC/d/m}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fourqurean J.W, C.M. Duarte, H. Kennedy, N, Marba, M. Holmer, M.A. Mateo, E. Apostolaki, G.A. Kendrick, Krause - Jensen D, K. J. Mc Glathery, 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. Nature Geoscience, 5, 505- 509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. Jurnal Ecotrophic, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. (1990) Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. J Oseanologi dan Limnologi Indonesia 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. Marine Pollution Bulletin. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>

- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass–Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. **DOI:** <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018. [http:// www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015. http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press.

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada Bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode transek kuadran. Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

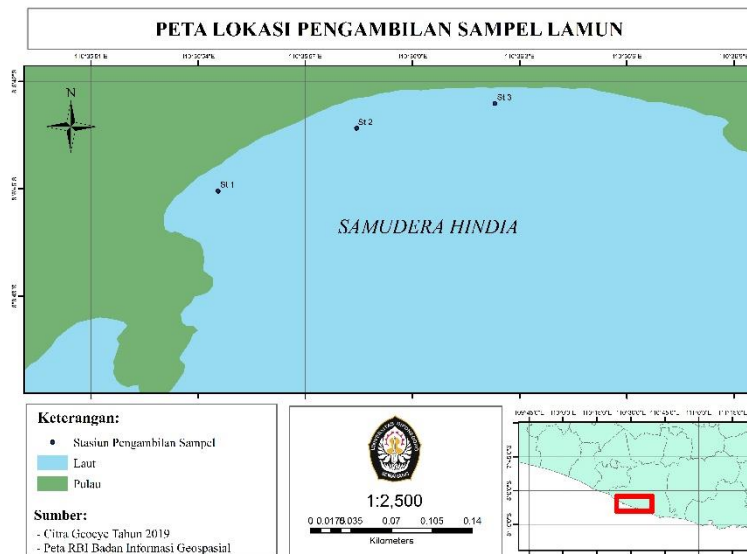
PENDAHULUAN

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di Selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



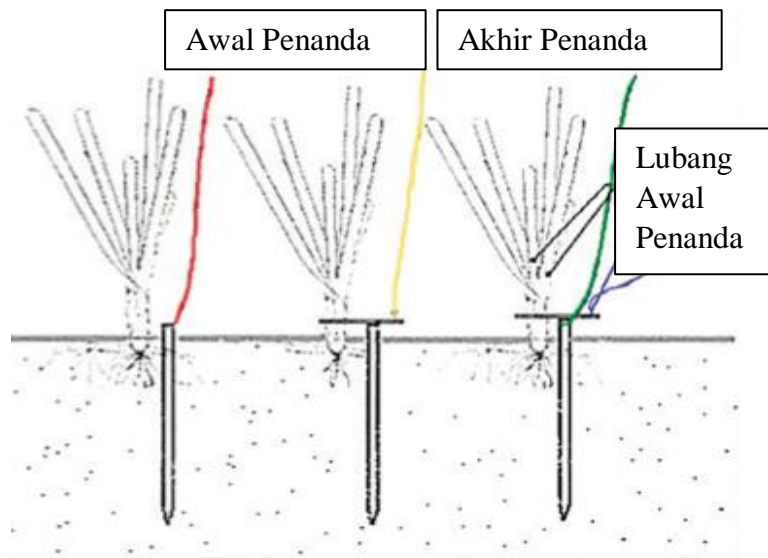
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter.

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan. Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizoma.

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (*T. hemprichii*) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun dibanamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2).



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550°C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550°C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospecies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Tabel 1). **Tolong tuliskan tentang kerapatan lamun Setiap tabel harus dideskripsikan**

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		
	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	

Stasiun 3							
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentaseutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentaseutupan 5%. (Tabel 1.)Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentaseutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3 (Tabel 1) Nilai rerata persentaseutupan lamun di pantai ini sebesar 12%. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentaseutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilaiutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentaseutupan di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentaseutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang. Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Selain itu ketersediaan nutrien di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Sakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Berdasarkan hasil penelitian, menunjukkan bahwa biomassa lamun di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m² (Tabel 2). Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m² (tabel2.)

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* di lokasi mana ??? dan kapan ???

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Terdapat perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut

Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasanya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen dimana ??? dan kapan

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha *et al.*, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintang bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasanya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu 0,52 gC/d/m². Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu 0,017 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon dimana dan kapan

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Retata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar $0,2 \pm 0,06$ gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat sehingga perairannya menjadi

bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85 \text{ gC/m}^2$ dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar $0,2 \pm 0,06 \text{ gC/d/m}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

Konsistensi pada penulisan daftar pustaka

Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor. Halaman??

Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M.A., Apostolaki, E.T., Kendrick, G.A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K.J. & Serrano, O. 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5(7):505-509. doi : 10.1038/ngeo1477

Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>

Helrich, K. (1990) Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. Halaman??

Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>

Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. Vol?? no?? halaman? DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)

Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal

Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>

- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass–Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018. **Halaman??**
[http:// www.oseanografi.lipi.go.id](http://www.oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015.
http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press. **Halaman??**

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN dan PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGKIDUL - YOGYAKARTA.

Rini Pramesti, Subagiyo, Titis Buana

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: rinipramesti63@gmail.com

Abstrak

Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan gas rumah kaca seperti karbon dioksida, klorofluorokarbon, ozon, dinitro oksida, metana, heksafluorida, hidrofluorokarbon dan perfluorokarbon. Kedelapan gas tersebut gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar. Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat lamun yang dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal – Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dilakukan dengan melihat buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dilakukan dengan metode (line?) transek kuadran (mengacu pada metoda?). Analisis kandungan karbon dilakukan dengan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap rerata karbon sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di pantai ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta

Abstract

Climate change occurs due to CO₂ gas accumulating in the atmosphere. Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and can reduce CO₂ gas in the air. This study aims to calculate the number of seagrass deposits and carbon sequestration (*T. hemprichii*) on Krakal Beach, Gunungkidul, Yogyakarta. The research was conducted in November 2018. The method used in determining the location is purposive sampling and seagrass data was collected using the quadrant line transect method which refers to Seagrass-Watch Manual Book. The carbon absorption rate was measured using the leaf-marking method, while the carbon content was measured using the Loss on Ignition (LOI) method, namely heating the sample with a furnace for 6 hours at 5500C into ash. The results showed that seagrass beds in Krakal Beach, Gunungkidul-Yogyakarta had upper biomass of 7,36 – 9,92 gdw/m² and lower parts of 39,36 – 95,68 gdw/m². These two parts are capable of storing carbon on average by 30,42 ± 13,85 gC /m² and absorbing carbon on average by 0,2 ± 0,06 gC/d/m². The results of the study indicate that seagrass beds in Krakal Beach are able to store and absorb carbon even in small numbers.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

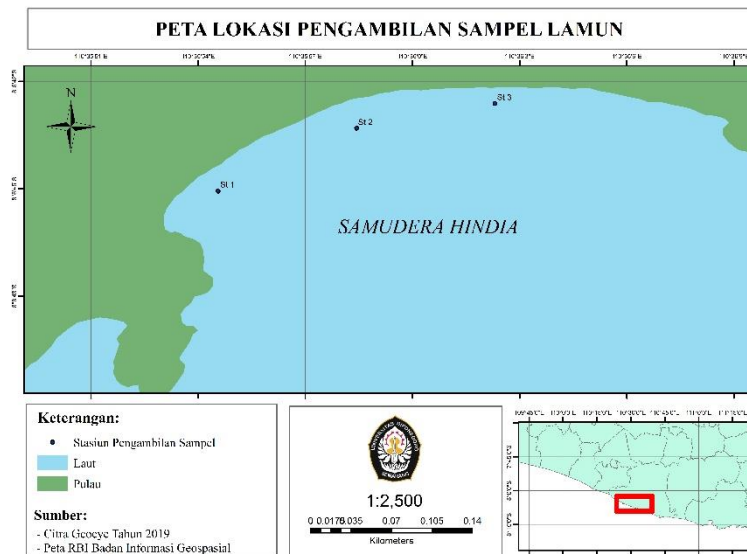
Perubahan iklim disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dapat dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*) (Sumber pustaka?). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar (Darussalam, 2011).

Ekosistem pesisir berfungsi sebagai penyerap dan penyimpan karbon. Salah satu ekosistem pesisir adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqurean *et al.*, 2012). Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan. Padang lamun belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat sehingga diperlukan penelitian mengenai simpanan dan serapan karbon padang lamun terutama di Pantai Krakal (kondisi lamun di pantai Krakal, apakah sudah pernah ada penelitian?) yang merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di selatan Jawa Kabupaten Gunungkidul, Daerah Istimewa Yogyakarta (belum ada penjelasan tentang implikasi pentingnya penelitian dilakukan di lokasi tersebut, bisa ditambahkan).

Tujuan penelitian???

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah lamun (*Thalassia hemprichii*) (Alasan memilih *Thalassia sp?*) yang ditemukan di Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan pada November 2018. Lokasi stasiun penelitian ditentukan dengan metode *Purposive sampling* (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

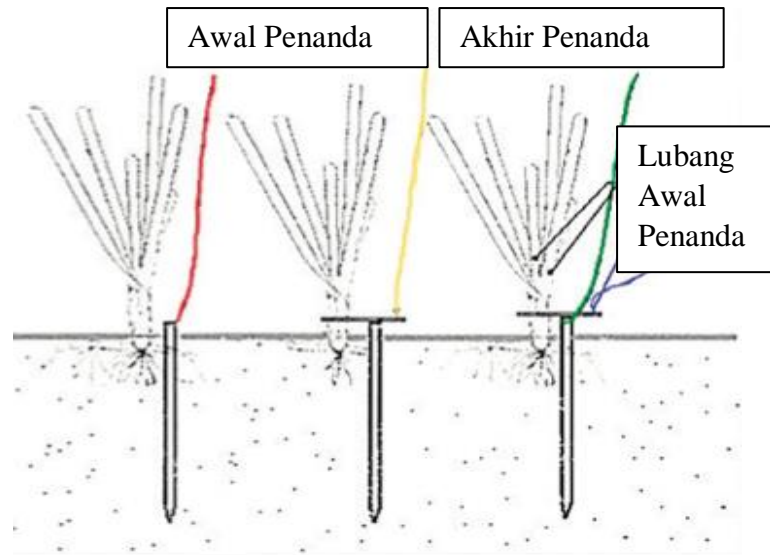
Line transect quadrant yang mengacu pada *Seagrasswatch manual book* digunakan dalam analisis vegetasi lamun. Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur) (**Alasan pemilihan lokasi sampling?, jarak antar stasiun? Posisi koordinat sampling?**). Setiap stasiun terbagi 3 *line transect* yang berukuran 50 m tegak lurus garis pantai dan jarak antar *line* 25 meter (**Sumber Pustaka? Metoda kurang jelas, bisa lebih diperjelas, dan ditambahkan alasan apa menggunakan acuan dari Seagrasswatch**).

Transek kuadran berukuran 50 cm x 50 cm digunakan untuk melakukan analisis vegetasi setiap 5 m. Parameter yang diamati identifikasi spesies lamun, tegakan, persentase penutupan, dan kondisi perairan diukur secara *insitu* (suhu, DO, salinitas, pH, salinitas, kecerahan, kedalaman dan jenis substrat) pada setiap stasiun (McKenzie & Yoshida, 2014).

Sampel diambil dengan menggunakan *core* berdiameter 7 cm di luar plot kuadran yang terdekat dan mewakili jenis lamun dalam satu stasiun. Sampel diambil sampai kedalaman akar dan rhizoma yang menjalar kesamping (batas luar *core*) dipotong dan dibersihkan (**dibersihkan dari apa? Bagaimana caranya? Bagaimana perlakuan pengamanan sampel lamun sebelum dianalisa karbonnya?**). Sampel dibagi dua, bagian bawah/*below ground* (bg) yang berupa daun dan biomassa bagian atas/*above ground* (abg) yang berupa akar dan rhizome (**Sumber pustaka ? untuk seludang ikut di bagian mana?**)

Pengukuran laju serapan karbon diukur dengan metode penandaan daun (*leaf-marking method*) (Rustam *et al.*, 2019). (**Jelaskan tujuan penggunaan metoda leaf marking method**). Pertumbuhan daun diamati pada jenis lamun yang dominan *standing stock*-nya (T.

hemprichii) pada 5 taruk selama tiga hari. Patok sebagai referensi pertumbuhan daun dibanamkan tepat di sisi pelepah dan penanda di ujung patok untuk memudahkan pemanenan. Seludang daun ditusuk jarum dan setelah tiga hari lamun dipotong tepat pada patok referensi pertumbuhan daun (Gambar 2)



Gambar 2. Ilustrasi Penanda Daun (Sumber pustaka?)

Lamun dan sedimen dianalisis kadar karbon dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990).. Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik (*furnance*) selama 2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan selama 30 menit dalam desikator. Proses selanjutnya sampel sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam (Bagaimana cara penghitungan kadar karbon? Ada rumus?).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pantai Krakal memiliki padang lamun monospesies dengan jenis lamun *T. hemprichii* dan kerapatan lamun (Bagaimana,? kalimat belum selesai?) (Tabel 1).

Tabel 1. Kerapatan dan Penutupan Lamun (di mana? Satuan?)

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Line 1		Line 2		Line 3			
Titik	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	Di (Ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
							21%

20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							
0 m	340	50	304	45	292	35	9%
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	6%
10 m	-	-	-	-	116	30	

Tabel 1. menunjukkan lamun di lokasi ini tidak tersebar merata. Jarak terjauh ditemukannya di stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai dan jarak terdekat 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Kerapatan lamun di stasiun 1, 2 dan 3 berturut-turut 12 – 620 ind/m², 212 - 420 ind/m² dan 116 - 676 ind/m². Nilai tertinggi di stasiun 3 line 1 sebesar 676 ind/m² dan persentase tutupan 95%. Nilai terendah terdapat di stasiun 1 line 2 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5%. (Apakah ini data per line? Atau kuadran? Biasanya untuk melihat kondisi lamun, data di rata-rata tiap lokasi stasiun). Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda karena pada Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat. Lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan. Hal ini diduga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai. Lokasi ini memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. Kerapatan lamun di lokasi ini mempunyai nilai yang tinggi tetapi lamun yang ditemukan berukuran kecil (Menunjukkan ukuran apa? morfologi panjang, lebar, kanopi? Kriteria “kecil” dari pengukuran bagaimana? Acuan Seagrasswatch biasanya ukuran kanopi, bagaimana cara pengukuran?). Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan berarus kuat sehingga lamun yang diketemukan berukuran kecil.

Nilai rerata persentase tutupan lamun di tiap stasiun yaitu 21%, 9% dan 6% berturut-turut di stasiun 1, 2 dan 3. Nilai rerata persentase tutupan lamun di pantai ini sebesar 12% (sebaiknya dijabarkan di masing-masing stasiun saja, untuk kondisi lamun tidak dirata-rata untuk 3 stasiun). Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori. Persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin. Persentase tutupan

di pantai ini termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang yang tinggi, sehingga dengan kondisi ini lamun tidak dapat tumbuh optimal. Persentase tutupan rendah diduga substrat dasar yang berupa batu karang. Hasil pengamatan menunjukkan lamun di lokasi ini hanya hidup di substrat pasir dan pecahan karang (ada data?). Walaupun demikian peran penting rimpang/rizome dan akar dapat menahan dan mengikat substrat karena dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan (hubungannya apa dengan pernyataan sebelumnya?). Selain itu ketersediaan nutrisi (ada data?) di perairan padang lamun berperan sebagai faktor pembatas untuk pertumbuhan lamun.

(Sjafrie *et al.*, 2018) menyatakan lamun mampu hidup optimal di pantai berpasir atau berlumpur. Ditambahkan Sakey *et al.* (2015) *T. hemprichii* umumnya ditemukan di zona sublitoral di kedalaman sampai 5 meter. Lamun jenis ini biasanya berada di kepadatan tinggi yang membentuk padang lamun monospesifik yang dominan pada karang mati atau di sedimen yang terdiri atas pecahan karang dan pasir karang. Selain itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Ketersediaan nutrisi di perairan padang lamun dapat berperan sebagai faktor pembatas pertumbuhan sehingga efisiensi daur nutrisi dalam sistemnya akan menjadi sangat penting untuk melihat produktivitas primer padang lamun dan organisme autotrofnya (Hillman *et al.*, 1989).

Hasil penelitian tentang biomassa lamun (Tabel 2) menunjukkan, nilai biomassa di bagian atas substrat = 7,36 – 9,92 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Biomassa bagian bawah substrat = 39,36 – 95,68 gbk/m² dan tertinggi di stasiun 1. Total biomassa tertinggi yaitu stasiun 1 = 105,6 gbk/m². Biomassa terendah yaitu stasiun 3 = 49,12 gbk/m². (Apakah Bisa diilustrasikan dengan grafik batang, supaya lebih mudah dimengerti).

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* (Rata—rata ? Standar deviasi?)

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan antara biomassa lamun yang ada dibagian atas dan bawah substrat. Bagian atas memiliki biomassa yang lebih kecil dibandingkan dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga ukuran bagian bawah ini ini lebih besar dari bagian yang lain dan simpanan karbon di bagian rhizoma lebih tinggi karena memiliki ukuran yang besar dan memiliki daun yang panjang. (maksudnya?) Selain itu diduga jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung mengembangkan biomassa yang tinggi di bawah substrat dan karena itu mempunyai kapasitas untuk mengakumulasi karbon yang lebih tinggi. Hal lain diduga kandungan karbon di bawah substrat sedikit dipengaruhi oleh faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang lebih dipengaruhi oleh faktor perairan seperti suhu dan salinitas sehingga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah jika ekosistem lamun tidak mengalami kerusakan. Menurut Tasabaramo *et al.* (2015), biomassa di bawah substrat berasal dari nutrisi yang diserap oleh akar pada sedimen serta material organik hasil fotosintesis yang sebagian besar disimpan di rhizoma lamun. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasanya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Ditambahkan (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi., 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang terdapat di akar berfungsi untuk lamun menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total simpanan karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (Tabel 3) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun dan Sedimen (rata-rata? SD?)

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu $30,42 \pm 13,85 \text{ gC/m}^2$. Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m^2 (Graha, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar $133,24 - 133,71 \text{ gC/m}^2$; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar $200,5 \text{ gC/m}^2$. Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat (*ada data*) dan substrat pasir kasar (*ada data? kriteria pasir kasar?*). Arus yang kuat mengakibatkan lamun tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga biomasnya rendah. Rahadiarta *et al.* (2019), biomassa berbanding lurus dengan simpanan karbon. Substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar dan batu karang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (Tabel 4.) menunjukkan laju serapan berbanding lurus dengan laju pertumbuhannya. Semakin besar laju pertumbuhan maka semakin besar serapan karbonnya (Rahman *et al.*, 2016). Karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 tegakan kelima yaitu $0,52 \text{ gC/d/m}^2$. Nilai terendah di stasiun 1, tegakan kedua yaitu $0,017 \text{ gC/d/m}^2$. (*0,04 ?*).

Tabel 4. Laju Serapan Karbon

St	Karbon (gC/d/m^2)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar $0,1 \text{ gC/d/m}^2$. Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar $0,2 \pm 0,06 \text{ gC/d/m}^2$. Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Utara dan Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara melalui permukaan air laut. Jumlah CO_2 yang terlarut dipengaruhi suhu. CO_2 yang larut akan lebih tinggi apabila suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan yaitu pada proses

fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie & Yoshida, 2014). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat berfotosintesis.

Lokasi memiliki pH 6, karbon yang ada di padang lamun didominasi CO₂ bebas. Perairan yang pHnya lebih rendah dari 7, mengandung CO₂ bebas lebih banyak dibandingkan dengan senyawa karbonat dan bikarbonat. CO₂ bebas dapat dimanfaatkan untuk proses fotosintesis, sehingga proses ini berjalan cepat. Grafik hubungan pH dan persentase CO₂ menunjukkan jumlah persentase CO₂ bebas di pH 6 adalah sebesar 75% (Adi & Rustam, 2010). Lokasi ini merupakan pantai berarus kuat sehingga perairannya menjadi bergelombang. Hal ini menunjukkan lokasi ini merupakan perairan dengan tingkat kelarutan karbon dioksida yang tinggi, sehingga proses fotosintesis dapat berjalan optimal.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu $30,42 \pm 13,85 \text{ gC/m}^2$ dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar $0,2 \pm 0,06 \text{ gC/d/m}^2$.

DAFTAR PUSTAKA

- Darussalam, D. 2011. Pendugaan Potensi Serapan Karbon pada Tegakan Pinus Di KPH Cianjur Perum Perhutani Unit III Jawa Barat Dan Banten. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Fourqurean J.W, C.M. Duarte, H. Kennedy, N. Marba, M. Holmer, M.A. Mateo, E. Apostolaki, G.A. Kendrick, Krause - Jensen D, K. J. Mc Glathery, 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. *Nature Geoscience*, 5, 505- 509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., I. W. Arthana dan I. W. G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. *Jurnal Ecotrophic*, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. (1990) *Official Methods of Analysis*, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington.
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48. <http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., S. Liu., J. Zhang., C. Zhao., Y.Wu., S. Yu., X. Zhang., C. Huang., X. Huang., M.Kumar. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue

Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. Marine Pollution Bulletin. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)

- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for The Measurement, Monitoring and Reporting of Structure, Biomass and Carbon Stocks in Mangrove Forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Khairunnisa., I. Setyobudiandi., M.Boer. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>
- McKenzie, L dan R.,Yoshida. 2014. Seagrass-Watch Proceedings of a Workshop for Monitoring Seagrass Habitats in the Kimberly Region, Western Australia. The State of Queensland. Department of Primary Industries, CRC Reef. Queensland. Pp 104.
- Rahardiarta, I K. V. S, Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. Journal of Marine and Aquatic Science, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A.I. dan Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. Sapa Laut. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. J Segara 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi - LIPI
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A. & Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. Jurnal Biologi Indonesia, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sjafrie N. D. M., Udhi E H., Bayu P., Indarto H S., Marindah Y I., Rahmat, Kasih A, Susi R., Suyarso. Status Padang Lamun Indonesia. 2018. [http:// www oseanografi.lipi.go.id](http://www oseanografi.lipi.go.id). ISBN 9786026504203
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770, Desember 2015. http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72

Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gajah Mada University Press.

POTENSI PADANG LAMUN (*Thalassia hemprichii*) SEBAGAI PENYIMPAN DAN PENYERAP KARBON DI PANTAI KRAKAL, GUNUNGGIDUL – YOGYAKARTA

Rini Pramesti¹, Subagiyo¹, Titis Buana¹

¹Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, 50275
Email: inibuanatitis@gmail.com

Abstrak

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang mampu menyimpan dan menyerap karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa dan disimpan di akar, rhizome dan daun sehingga dapat mengurangi gas CO₂ di udara. Ekosistem ini belum banyak diperhatikan fungsinya dibandingkan dengan ekosistem darat. Penelitian ini bertujuan mengetahui kerapatan, tutupan lamun dan serapan karbon dalam biomassa berupa jaringan atas substrat dan bawah substrat. Penelitian dilakukan pada bulan November 2018 di Pantai Krakal - Yogyakarta. Identifikasi jenis lamun dengan buku panduan *seagrasswatch*, kerapatan dan tutupan dengan metode *line transect quadrant*. Analisis kandungan karbon menggunakan metode pengabuan. Hasil penelitian menunjukkan lokasi ini memiliki biomassa di bagian atas 7,36 – 9,92 gbk/m² dan bagian bawah 39,36 – 95,68 gbk/m². Kedua bagian ini mampu menyimpan dan menyerap karbon rata-rata sebesar 30,42 ± 13,85 gC/m² dan 0,2 ± 0,06 gC/d/m². Hasil penelitian menunjukkan padang lamun di lokasi ini mampu menyimpan dan menyerap karbon meskipun dalam jumlah yang kecil.

Kata kunci : Perubahan Iklim, *Thalassia hemprichii*, Simpanan Karbon, Serapan Karbon, Pantai Krakal.

Carbon Storage and Absorption Rate of Seagrass beds (*Thalassia hemprichii*) in Pantai Krakal, Gunungkidul – Yogyakarta

Abstract

Seagrass beds are coastal ecosystems capable of absorbing and storing carbon through photosynthesis and stored of roots, rhizomes and leaves that it can reduce CO₂ gas in the air. The function of this ecosystem has not been given much attention compared to the terrestrial ecosystem. The research was studied to determine density, cover of seagrass and carbon uptake in biomass of the upper and lower substrate. The research was carried in November 2018 at Krakal Beach - Yogyakarta. Identification of the type seagrass was carried by seagrasswatch manual, the density and cover was carried by the line transect quadrant method. The carbon content was analysis by the ashing method. The results was showed that this location has a biomass at the top of 7.36 - 9.92 gbk/m² and the bottom of 39.36 - 95.68 gbk/m². Both of these parts are able to store and absorb carbon are average of 30.42 ± 13.85 gC/m² and 0.2 ± 0.06 gC/d/m². The results showed that the seagrass beds on this beach were able to store and absorb of carbon with small amounts.

Keyword : Climate change, *Thalassia hemprichii*, Carbon storage, Carbon absorption rate, Pantai Krakal.

PENDAHULUAN

Perubahan iklim dapat disebabkan meningkatnya kandungan Gas Rumah Kaca seperti (karbon dioksida (CO₂), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O₃), dinitro oksida (N₂O), metana (CH₄), heksafluorida (SF₆), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS). Diantara kedelapan gas tersebut, konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan. Salah satu upaya pencegahan yang dilakukan untuk menurunkan emisi GRK dengan memanfaatkan lautan dan ekosistem pesisir sebagai penyerap CO₂ alami (*natural CO₂ sink*) (Sabine *et al.*, 2004; Kawaroe, 2009). Salah satu ekosistem pesisir ini adalah padang lamun (Jiang *et al.*, 2017). Ekosistem ini dapat menyerap 83.000 metrik ton karbon/km², jumlah ini lebih tinggi dibandingkan kemampuan hutan yang menyerap 30.000 metrik ton karbon/km² (Fourqrean *et al.*, 2012).

Karbon di padang lamun dapat tersimpan lebih lama di bagian bawah substrat yaitu 10-50 kali dibandingkan karbon yang tersimpan di daratan sehingga peran lamun bertambah penting karena dapat tersimpan dalam jangka waktu yang lama (Kiswara, 2010). Lamun merupakan tumbuhan laut yang berkontribusi terhadap penyerapan karbon melalui proses fotosintesis yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian daun, rhizoma dan akar dalam satuan gbk/m² (gram berat kering per meter persegi). Biomassa ini dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan dan perkembangan vegetasi (Kusmana *et al.*, 1992).

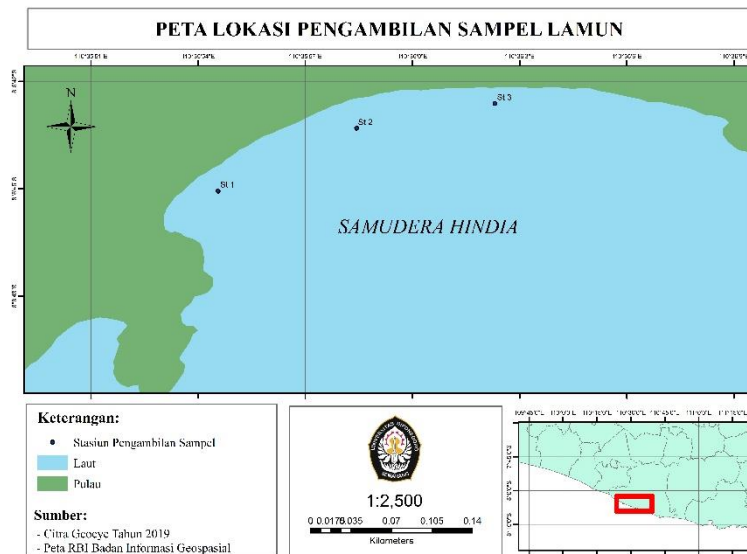
Padang lamun berperan sebagai penyerap karbon seperti hutan dan perkebunan pada awalnya kurang diperhatikan karena penelitian banyak tertuju pada tanaman darat, sehingga peran ekosistem pesisir diabaikan. Hal ini karena terbatasnya vegetasi pesisir yang hanya kurang dari 2% dari permukaan lautan (Duarte *et al.*, 2005). Padahal vegetasi ini dapat menjaga keseimbangan penyerapan dan pengurangan emisi karbon (Silva *et al.*, 2009; Kennedy *et al.*, 2010).

Penelitian tentang simpanan dan serapan karbon di padang lamun sudah banyak dilakukan (Rahmawati & Kiswara (2012) di Pulau Pari Jakarta, Rustam *et al.* (2015) di Tanjung Lesung Banten, Graha *et al.* (2015) di Pantai Sanur Bali, Alongi *et al.* (2015) di Perairan Indonesia, Irawan (2017) di Bagian Timur dan Utara Pulau Bintan. Pantai Krakal merupakan salah satu pantai wisata yang terletak di Selatan Jawa Kabupaten Gunung Kidul yang berarus kuat (Hutomo *et al.*, 2009) dan memiliki beranekaragam biota laut dan salah satunya tanaman lamun (Pangururan *et al.*, 2015). Penelitian yang telah dilakukan di lokasi ini yaitu jenis-jenis Echinodermata (Yusron, 2015); rumput laut (Pramesti *et al.*, 2016 ; Aziz & Chasani, 2020), bulu babi (Prasetyo *et al.*, 2019). Informasi tentang simpanan dan serapan karbon khususnya lamun di lokasi ini diduga belum ada, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui jenis lamun, kerapatan danutupan lamun, nilai biomassa dan estimasi simpanan karbon dalam biomassa pada lamun yang berupa jaringan dibagian atas substrat (daun) dan dibagian bawah substrat (akar dan rhizoma) di Pantai Krakal, Yogyakarta.

MATERI DAN METODE

Materi penelitian ini adalah sampel lamun (*Thalassia hemprichii*) di Pantai Krakal , Gunung Kidul - Yogyakarta pada tanggal 15 sampai dengan 20 November 2018 yang kemudia diuji laboratorium pada tanggal 22 November sampai 1 Desember 2018 di Laboratorium Geologi Dasar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Adapun lokasi stasiun penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Penelitian terbagi dalam 3 Stasiun yaitu Stasiun 1 (Bagian Barat), Stasiun 2 (Bagian Tengah), dan Stasiun 3 (Bagian Timur). Lokasi penelitian ini dipilih karena pertimbangan tingkat persentase tutupan vegetasi lamun. Stasiun I mempunyai persentase tutupan lamun tinggi, Stasiun II dengan persentase tutupan lamun rendah dan Stasiun III persentase tutupan lamunnya sedang. Pengamatan lamun meliputi jenis, kerapatan dan persentase tutupan lamun. Pengamatan dilakukan dengan mencuplik lamun yang terdapat di transek kuadran berukuran 50 x 50 cm dan dibagi menjadi 4 sub plot bagian yang lebih kecil (Hutomo *et al.*, 2009). Pengamatan lamun dengan buku identifikasi lamun mengacu pada *Seagrasswatch manual book* (Mc Kenzie *et al.*, 2003).

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mencuplik lamun sampai pada kedalaman penetrasi akar dan pemotongan rhizome yang menjalar kesamping (batas luar kuadran / transek) kemudian dibersihkan. Masing - masing pencuplikan dengan tiga ulangan dan sampel yang diperoleh ini sebagai herbarium basah. Selanjutnya sampel dipisah pada bagian akar, rhizome dan daun kemudian dipotong dan ditimbang berat basahnya (Graha *et al.*, 2015) dan nilai biomassa setiap jaringan dihitung dari berat basah dan berat keringnya.

Kandungan karbon yang ada sampel (akar, rhizome dan daun) dianalisis dengan metode LOI (*Loss on Ignition*) atau pengabuan (Helrich, 1990). Cawan dimasukkan ke dalam tanur listrik ± 2-3 jam pada suhu 550⁰C dan didinginkan ± 30 menit dalam desikator. Selanjutnya sebanyak 1-2 gram dimasukkan dalam tanur listrik selama 6 jam pada suhu 550⁰C hingga menjadi abu. Hal ini ditandai dengan perubahan warna menjadi warna putih keabuan tanpa adanya bintik hitam.

Analisa data

Kerapatan Lamun dan Persentase Penutupan

Perhitungan kerapatan lamun menggunakan rumus (Khouw, 2009):

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

Keterangan :

D_i = Kerapatan lamun jenis-i (ind/m²)

$\sum n$ = Jumlah tunas jenis- i (ind)

A_i = Jumlah luas daerah dimana lamun jenis-i diketemukan (m²)

Penutupan jenis lamun pada tiap petaknya menggunakan rumus (Saito dan Adobe, 2004)

$$C = \frac{\sum(Mi \times fi)}{\sum fi}$$

Keterangan :

- C = Persentase penutupan lamun jenis i.
- Mi = Prosentase titik tengah dari kelas kehadiran jenis lamun i.
- fi = Banyaknya sub petak dengan kelas kehadiran jenis lamun i sama.

Indeks keanekaragaman (H)

Perhitungan indeks keanekaragaman dilakukan berdasarkan rumus Shannon-Weinner (Odum, 1993):

$$H' = \sum_{i=1}^n (pi \log^2 pi)$$
$$pi = \frac{ni}{N}$$

Keterangan:

- H' = Indeks keanekaragaman
- Pi = Frekuensi jenis ke-1 terhadap jumlah total
- N = Jumlah total individu
- ni = Jumlah individu jenis ke-i

Indeks Keseragaman

Perhitungan indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus (Odum, 1993)

$$E = \frac{H'}{H \text{ maksimum}}$$
$$H \text{ maksimum} = \log^2 S$$

Keterangan:

- E = Jumlah keseragaman
- S = Jumlah jenis

Indeks Dominansi (D)

Indeks dominansi dihitung untuk mengetahui dominansi suatu spesies di wilayah penelitian. Perhitungan indeks dominansi dilakukan dengan rumus (Odum, 1993):

$$D = \sum_{i=1}^n Pi^2$$

Keterangan:

- D = Indeks Dominansi Simpson
- Pi = Frekwensi jenis ke-i terhadap jumlah total

Pengukuran Biomassa Lamun

Pengukuran ini menggunakan rumus menurut Duarte (1990)

$$B = W \times D$$

Keterangan :

- B = Biomassa lamun
- W = Berat kering sebuah tunas lamun (gram x tunas. m²)
- D = Kepadatan lamun (tunas.m²)

Pengukuran Karbon Lamun

Pengukuran karbon lamun dengan menggunakan rumus (Helrich, 1990) :

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

Keterangan:

- a = Berat cawan
- b = Berat cawan + berat kering jaringan lamun
- c = Berat cawan + berat abu jaringan lamun

Perhitungan bahan organik dihitung dengan metode pengabuan dan ditentukan dengan menghitung pengurangan berat saat pengabuan (Helrich, 1990) dengan rumus:

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

Keterangan:

- a = Berat cawan
- b = Berat cawan + berat sampel
- c = Berat (cawan + abu)

Nilai kandungan karbon jaringan dilakukan setelah mengetahui kadar bahan organik (Helrich, 1990)

$$\text{Kadar Karbon} = \frac{\text{Kadar Bahan Organik}}{1,724}$$

Keterangan:

- 1, 724 = Konstanta Nilai Bahan Organik

Simpanan Karbon lamun

Nilai ini dihitung menurut (Sulaeman *et al.*, 2005)

$$C_t = \sum (L_i \times c_i)$$

Keterangan :

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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian semua stasiun hanya ditemukan satu jenis lamun (monospesifik) yaitu *Thalassia hemprichii* yang penyebarannya tidak merata dan jenis substrat sama yaitu pasir kasar. Hal ini sesuai (Sakey *et al.*, 2015) menyatakan lamun *T. hemprichii* dapat membentuk padang lamun monospesifik pada substrat karang mati atau di pasir kasar dan (Yusron, 2015) menyatakan jenis lamun yang mendominasi di Pantai Gunung Kidul adalah *T.hemprichii*. Daun lamun berukuran kecil 3 - 15 cm. Jarak terjauh ditemukannya lamun pada stasiun 1 yaitu 30 m tegak lurus garis pantai, sedangkan jarak terdekatnya 0 m yaitu titik pertama ditemukannya lamun. Nilai kerapatan dan persentase tutupan lamun bervariasi. Nilai kerapatan tertinggi di stasiun 3 yaitu 676 ind/m² dengan persentase tutupan 95%. Nilai terendah pada stasiun 1 yaitu 12 ind/m² dan persentase tutupan 5% (**Tabel 1**).

Tabel 1. Nilai Kerapatan (ind/m²) dan Persentase Tutupan *T. hemprichii* (%) di Pantai Krakal, Gunungkidul -Yogyakarta, 2018

Stasiun 1							Rata-Rata % Tutupan
Titik	Line 1		Line 2		Line 3		
	Di (ind/m ²)	% Tutupan	Di (ind/m ²)	% Tutupan	Di (ind/m ²)	% Tutupan	
0 m	108	20	208	45	264	40	21%
5 m	56	10	636	90	408	70	
10 m	-	-	252	50	584	85	
15 m	-	-	12	5	620	90	
20 m	-	-	240	40	612	85	
25 m	-	-	256	50	-	-	
30 m	-	-	32	5	-	-	
Stasiun 2							9%
0 m	340	50	304	45	292	35	
5 m	212	30	-	-	420	45	
Stasiun 3							6%
0 m	224	40	388	60	116	20	
5 m	676	95	-	-	452	55	
10 m	-	-	-	-	116	30	

Pada **Tabel 1.** menunjukkan ketiga stasiun mempunyai nilai kerapatan dan persentase tutupan dengan nilai yang bervariasi. Hal ini diduga pada setiap stasiun memiliki karakteristik yang berbeda. Stasiun 1 terletak di ujung bagian barat, lokasi ini terhalang daratan yang menjorok ke lautan sehingga gelombang yang sampai ke bibir pantai lebih tenang karena gelombang diredam daratan. Kondisi perairan yang tenang merupakan salah satu karakteristik habitat yang sesuai untuk pertumbuhan lamun. Stasiun 2 berada di tengah garis pantai, yang memiliki kerapatan terendah karena di lokasi ini merupakan pusat kegiatan wisata. Stasiun 3 tidak memiliki penghalang gelombang, sehingga gelombang langsung menghantam bibir pantai. *T. hemprichii* yang ditemukan di lokasi mempunyai panjang daun yang kecil (10 - 15 cm) padahal Susetiono (2004) menyatakan panjang daun *T. hemprichii* adalah 10-20 cm. Hal ini diduga merupakan salah satu cara adaptasi lamun yang hidup di perairan yang berarus kuat.

Nilai rata-rata persentase tutupan lamun pada stasiun 1 yaitu 21%, stasiun 2 sebesar 9% dan stasiun 3 yaitu 6%. Nilai tersebut termasuk kategori miskin. Hal ini diduga kondisi perairan yang berarus kuat, intensitas gelombang tinggi, sehingga lamun tidak dapat tumbuh optimal. Menurut KepMen LH No. 200 Tahun 2004, status padang lamun di suatu wilayah digolongkan menjadi 3 kategori yaitu persentase tutupan lamun apabila $\geq 60\%$ dikategorikan kaya/sehat, nilai tutupan 30 - 59,9% termasuk kategori kurang kaya/kurang sehat dan jika persentase tutupannya $\leq 29,9\%$ termasuk kategori miskin.

Nilai indeks ekologi pada lamun digunakan untuk melihat keseimbangan ekosistem lamun di setiap stasiun penelitian. Nilai indeks ekologi meliputi indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi. Nilai keanekaragaman yang didapatkan di lokasi penelitian adalah $H=0$, sehingga tidak ada keanekaragaman jenis lamun di Pantai Krakal, karena yang ditemukan hanya 1 jenis saja yaitu *T. hemprichii*. Nilai Keseragaman yang didapat dari ketiga stasiun adalah $E = 0$, sehingga keseragaman jenis lamun di lokasi ini tergolong rendah (Odum, 1998). Hasil perhitungan nilai indeks dominansi (D) sebesar sebesar 1, yang menunjukkan terdapat dominansi yang tinggi.

Tabel 2. Biomassa Lamun *T. hemprichii* di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

St	Biomassa (gbk/m ²)		Total Biomassa (gbk/m ²)
	Atas Substrat (Daun)	Bawah Substrat (Akar dan Rhizoma)	
1	9,92	95,68	105,6
2	9,76	39,36	49,12
3	7,36	41,92	49,28

Berdasarkan hasil penelitian tentang biomassa lamun (**Tabel 2.**) menunjukkan nilai biomassa lamun di bagian atas substrat lebih rendah dibanding dengan bagian bawah substrat. Hal ini diduga semakin banyak rhizome dan akar yang dapat menembus sedimen maka ruang pori-pori yang terdapat di sedimen semakin luas / banyak sehingga dapat membantu akar dalam menyerap nutrisi dan memudahkan masuknya nutrisi. Hal lainnya diduga rhizome mengandung banyak zat pati hasil dari proses fotosintesis yang disimpan dibagian bawah substrat. Kandungan karbon di bawah substrat dipengaruhi faktor fisik lingkungan dibandingkan dengan kandungan karbon di atas substrat yang banyak dipengaruhi faktor perairan seperti suhu dan salinitas. Hal ini diduga kandungan karbon bawah substrat akan tersimpan lebih lama dan bertambah. Nilai biomassa di bawah substrat merupakan gabungan dari akar dan rhizoma sehingga biomasnya cenderung lebih tinggi dibandingkan nilai biomassa di atas substrat yang hanya terdiri atas daun saja. Hal ini sesuai (Khairunnisa *et al.*, 2018) biomassa lamun lebih besar tersimpan pada bagian bawah substrat dan (Wahyudi, 2017) hasil fotosintesis dan unsur haranya langsung didistribusikan ke akar. Biomassa yang ada di akar lamun digunakan untuk menancap di substrat dan untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berarus kuat.

Hasil penelitian tentang total karbon (daun, akar, rhizoma dan sedimen) di semua stasiun (**Tabel 3.**) menunjukkan nilai tertinggi di stasiun 1 = 46,39 gC/m² dan terendah di stasiun 2 = 21,73 gC/m². Simpanan karbon tertinggi ada pada bagian bawah substrat (akar dan rhizoma) = 43,06 gC/m² dan nilai terendah pada bagian atas substrat (daun) di stasiun 1 = 2,68 gC/m².

Tabel 3. Simpanan Karbon Lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul - Yogyakarta, 2018

St	Simpanan Karbon (gC/m ²)			Total Karbon (gC/m ²)
	Atas Substrat	Bawah Substrat		
	Daun	Akar & Rhizoma	Sedimen	
1	2,68	43,06	0,65	46,39
2	3,32	17,71	0,7	21,73
3	3,09	19,28	0,77	23,14

Nilai simpanan karbon lamun rata-rata di Pantai Krakal yaitu $30,42 \pm 13,85$ gC/m². Nilai ini lebih besar dibandingkan di Pantai Sanur, Bali yang memiliki total karbon rata-rata yaitu 21 gC/m² (Graha *et al.*, 2015). Hasil penelitian (Irawan, 2017), Pulau Bintan bagian Utara dan Timur memiliki simpanan karbon sebesar 133,24 – 133,71 gC/m²; Rahmawati (2011) di Pulau Pari sebesar 200,5 gC/m². Hal ini menunjukkan simpanan karbon yang ada di Pantai Krakal termasuk rendah. Nilai simpanan yang rendah ini diduga adanya tekanan lingkungan berupa arus kuat dan substrat pasir kasar. Rahadiarta *et al.* (2019) menyatakan substrat berperan dalam menyimpan karbon selain di biomassa. Jenis substrat di pantai ini adalah pasir kasar yang kurang efektif untuk mengikat karbon.

Hasil penelitian tentang laju serapan karbon di daun lamun (**Tabel 4.**) menunjukkan rata-rata karbon terbesar yang diserap lamun terdapat di stasiun 1 yaitu 0,24 gC/d/m² dan terendah di terendah di stasiun 3 sebesar 0,13 gC/d/m².

Tabel 4. Laju Serapan Karbon di Pantai Krakal - Yogyakarta, 2018

St	Karbon (gC/d/m ²)					Rata-Rata
	Tegakan					
	1	2	3	4	5	
I	0,33	0,04	0,12	0,18	0,52	0,24
II	0,06	0,33	0,36	0,17	-	0,23
III	0,12	0,08	0,2	-	-	0,13

Hasil penelitian Irawan (2017), lamun jenis *T. hemprichii* di Pulau Bintan bagian Timur mampu menyerap karbon yang dikonversikan menjadi daun sebesar 0,1 gC/d/m². Rata-rata laju serapan karbon lamun di Pantai Krakal berkisar 0,06 - 0,52 gC/d/m². Hasil ini menunjukkan laju serapan karbon di lokasi ini lebih besar dibandingkan Pulau Bintan bagian Timur. Serapan karbon dipengaruhi jumlah karbondioksida di kolom air dan cahaya yang masuk. Karbon dioksida yang ada di perairan masuk melalui udara dan CO₂ yang terlarut dipengaruhi suhu. CO₂ yang larut akan lebih tinggi jika suhu permukaan laut rendah. Suhu dapat mempengaruhi fisiologi tumbuhan pada proses fotosintesis, laju respirasi, reproduksi dan pertumbuhan. Lamun dapat tumbuh dengan baik pada suhu 25-30 °C (McKenzie *et al.*, 2001). Suhu permukaan laut di Pantai Krakal yaitu 28,4 – 29,3°C sehingga lokasi ini mampu melarutkan karbondioksida dan lamun dapat melakukan proses fotosintesis.

KESIMPULAN

Padang lamun di Pantai Krakal, Gunungkidul-Yogyakarta dapat menyimpan rerata karbon yang rendah yaitu 30,42 ± 13,85 gC/m² dan rerata laju serapan karbon yang tinggi sebesar 0,06 - 0,52 gC/d/m².

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, L., Chasani, A.R. 2020. Perbandingan Struktur dan Komposisi Makroalga di Pantai Drini dan Pantai Krakal. Jurnal Kelautan. Vol. 13. No. 2. p. ISSN : 1907 – 9931 eISSN : 2476 – 9991. <https://journal.trunojoyo.ac.id/jurnalkelautan/article/view/6263>
- Alongi, D. M., Murdiyarso, D., Fourqurean J.W., Kauffman, J, B. 2015. Indonesia's Blue Carbon: A Globally Significant and Vulnerable Sink for Seagrass And Mangrove Carbon. DOI: [10.1007/s11273-015-9446-y](https://doi.org/10.1007/s11273-015-9446-y)
- Duarte C.M., Middelburg , J.J., Caraco, N. 2005. Major Role of Marine Vegetation on The Oceanic Carbon Cycle. Biogeosciences 2: 1-8.
- Fourqurean, J.W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marba, N., Holmer, M., Matoe, M.A., Apostolaki, E., Kendrick, G.A., Jensen, D.K., McGlathery, K.J., and Serrano, O. 2012. Seagrass Ecosystems as a Globally Significant Carbon Stock. Nature Geoscience, 5, 505-509. <https://doi.org/10.1038/ngeo1477>
- Graha, Y. I., Arthana I, W., G. A. Karang. 2015. Simpanan Karbon Padang Lamun di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar. Jurnal Ecotrophic, 10(1): 46-53. DOI: <https://doi.org/10.24843/EJES.2016.v10.i01.p08>
- Helrich, K. 1990. Official Methods of Analysis, 15th Edition, The Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington. 1298 hal.

- Hutomo, M., Bengen, D.G., Kuriandewa T, E., Taurusman A, A., Handayani E,B,S. 2009. Peran Ekosistem Lamun dalam Produktivitas Hayati dan Meregulasi Perubahan Iklim. Prosiding Lokakarya Nasional I Pengelolaan Ekosistem Lamun, 18 November 2009, Jakarta
- Irawan, A. 2017. Potensi Cadangan dan Serapan Karbon Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *J Oseanologi dan Limnologi Indonesia* 2(3): 35-48.
<http://dx.doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158>
- Jiang, Z., Liu, S., Zhang, J., Zhao, C., Wu, Y., Yu, S., Zhang, X., Huang, C., Huang, X., Kumar, J. 2017. Newly Discovered Seagrass Beds and Their Potential for Blue Carbon in the Coastal Seas of Hainan Island South China Sea. *Marine Pollution Bulletin*. DOI: [10.1016/j.marpolbul.2017.07.066](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.066)
- Kawaroe, M 2009. Luas Tutupan Lamun di Pulau Pari Berkurang.
[http:// www.coremap.or.id](http://www.coremap.or.id).
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 200 Tahun 2004. Kriteria Baku Kerusakan dan Pedoman Penelitian Status Padang Lamun. 16 Hal
- Kennedy H, Beggins J, Duarte C,M., Fourqurean, J.W., Holmer, J., Marbà, N & Middelburg,J,J. 2010. Seagrass Sediments as a Global Carbon Sink: Isotopic Constraints, *Global Biogeochem. Cycles*, 24, GB4026, doi:10.1029/ 2010GB003848.
- Khairunnisa., Setyobudiandi, I., Boer, M. 2018. Estimasi Cadangan Karbon pada Lamun di Pesisir Timur Kabupaten Bintan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 10(3): 639-650. DOI: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21397>
- Kusmana, C., Sabiham, S., Abe, K., Watanabe, H. 1992. An Estimation of Above Ground Tree Biomass of A Mangrove Forest in East Sumatra. *Tropics* 1(4): 143- - 257. DOI: [10.3759/tropics.1.243](https://doi.org/10.3759/tropics.1.243)
- Khouw, A.S. 2009. Metode dan Analisa Kuantitatif dalam Bioteknologi Laut. Pusat Pembelajaran dan Pengembangan Pesisir dan Laut. Jakarta.
- Kiswara, W. 2010. Studi Pendahuluan: Potensi Padang Lamun Sebagai Karbon Rosot dan Penyerap Karbon di Pulau Pari Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 36 (3): 361-376.
- Mc Kenzie, Campbell, S.J. & Roder, C.A. 2003. *Seagrasswatch: Manual for Mapping and Monitring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers*. 2nd ed. The state of Queensland, Department of Primary Industries, CRC Reef, Queensland, pp 104. www.seagrasswatch.org (28 Januari 2019).
- Odum, E. P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi*. 3rd ed. Universitas Gadjra Mada, Yogyakarta. 697 hal.
- Pramesti. R., AB. Susanto,AB., Setyati,W., Ridlo,A.,Subagiyo., Oktaviaris, Y. 2016. Struktur Komunitas dan Anatomi Rumpun Laut di Perairan Teluk Awur - Jepara dan Pantai Krakal, Yogyakarta. *Jurnal Kelautan Tropis*, Vol. 19, no. 2, pp. 81-94, <https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.822>
- Prasetyo, E ., Z. Amalia., Wulandari, R., Wulan I, N., Eny Santiati, Prakoso, C, N, Y. 2019. Kekayaan Jenis Bulu Babi (*Sea Urchin*) di Kawasan Perairan Pantai Gunung Kidul, Yogyakarta. *Biospecies* Vol 12 No. 1. Hal 33-39.
<https://doi.org/10.22437/biospecies.v12i1.6574>
- Rahmawati, S., Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan sebagai penyimpan

Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari, Jakarta.
http://file.pksdmo.lipi.go.id/id003-71bed-2650_172.pdf

- Rahardiarta, I. K., Putra, I D. N. N., Suteja, Y. 2019. Simpanan Karbon pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Mengiat, Nusa Dua Bali. *Journal of Marine and Aquatic Science*, 5(1), 1-10. DOI: <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, A., Nur, A,I., Ramli, M. 2016. Studi Laju Pertumbuhan Lamun (*Enhalus acoroides*) di Perairan Pantai Desa Tanjung Tiram Kabupaten Konawe Selatan. *Sapa Laut*. 1 (1):10- 16
- Rahmawati, S. 2011. Estimasi Cadangan Karbon pada Komunitas Lamun di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta. *J Segara* 7(1): 1-12. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI
- Rahmawati, S ., Kiswara, W. 2012. Cadangan Karbon dan Kemampuan Sebagai Penyimpan Karbon Pada vegetasi Tunggal *Enhalus acoroides* di Pulau Pari - Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* Vol. 38, No. 1. 143-150
- Rustam, A., Kepel, T. L., Kusumaningtyas, M. A., Ati, R. N. A., Daulat, A., Suryono, D.D., Sudirman, N., Rahayu, Y.P., Mangindaan, P., Heriati, A., Hutahean, A.A. 2015. Ekosistem Lamun Sebagai Bioindikator Lingkungan di Pulau Lembeh, Bitung, Sulawesi Utara. *Jurnal Biologi Indonesia*, 11(2):233-241. DOI:10.14203/jbi.v11i2.2197.
- Sabine, C. L., R. A. Feely., N. Gruber., R. M. Key., K. Lee., J. L. Bullister., R. Wanninkhof., C. S. Wong., D. W. R. Wallace., B. Tilbrook., F. J. Millero., T. H. Peng. A. Kozyr., T. Ono and A. F. Rios. 2004. The Oceanic Sink for Anthropogenic CO₂. *Science*, 305: 367-371pp. DOI: [10.1126/science.1097403](https://doi.org/10.1126/science.1097403)
- Silva, J., Sharon, Y., Santos, R., Beer, S. 2009. Measuring Seagrass Photosynthesis: Methods and Applications. *Aquat. Biol.* (7): 127-141.
- Sakey, W. F., Wagey, B. T., Gerung, G.S. 2015. Variasi Morfometrik pada Beberapa Lamun di Perairan Semenanjung Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 1(1):1-7. DOI:10.35800/jplt.3.1.2015.7724.
- Sulaeman, Suparto, Eviati. 2005. Petunjuk Teknis Analisis Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Tasabaramo I. A., Mujizat K dan Rohani A, R. 2015. Laju Pertumbuhan, Penutupan dan Tingkat Kelangsungan Hidup *Enhalus acoroides* yang Ditransplantasi Secara Monospecies dan Multispecies. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 7, No. 2, Hlm. 757-770. DOI : http://itk.fpik.ipb.ac.id/ej_itkt72
- Yusron. E. 2015. Struktur Komunitas Ekinoderma (Holothuroidea, Echinoidea dan Ophiuroidea) di Daerah Padang Lamun di Pantai Gunung Kudul, Yogyakarta. *Zoo Indonesia Jurnal fauna Tropika*. Vol. 24. No. 2. P-ISSN. 0215 – 191x / EISSN 2527 - 8707 https://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/zoo_indonesia/article/view/2334/2005
- Wahyudi, A.J., 2017. Menyerap Karbon: Layanan Ekosistem Untuk Mitigasi Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press. 42 hal.