



Biomassa dan Estimasi Karbon Lamun *Cymodocea rotundata* di Pantai Rendani, Kabupaten Manokwari

Carbon Estimation of Seagrass Cymodocea rotundata at Rendani Beach, Manokwari Regency

Sisilia N.Y. Mudarehi¹, Agatha C. Maturbongs^{2*}, Paskalina Th. Lefaan³,
Maria J. Sadsoeitoeboen⁴, Agustinus Kilmaskossu⁵, Fajar R.D.N Sianipar⁶,
Emmanuel Manangkalangi⁷, Johanis P. Kilmaskossu⁸

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Papua

⁷ Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua

⁸ Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Papua, Manokwari
Jl. Gunung Salju Amban- Manokwari, Papua Barat 98314

Dikirim: 7 April 2022; Disetujui: 31 Mei 2022; Diterbitkan: 12 Juni 2023

DOI: [10.47039/ish.5.2022.1-11](https://doi.org/10.47039/ish.5.2022.1-11)

Inti Sari

Lamun memiliki peran yang sangat penting dalam mengurangi emisi CO₂ dengan mengikat karbon. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsi biomassa dan menduga simpanan karbon lamun *Cymodocea rotundata* di Pantai Rendani Kabupaten Manokwari Papua Barat. Metode yang digunakan adalah *purposive sampling* menggunakan tiga garis transek dan 30 kuadran masing-masing berukuran 30 cm x 30 cm. Pengukuran biomassa dilakukan pada semua kuadran pengamatan sedangkan untuk analisis kandungan karbon dilakukan pada tiga kuadran di setiap transek. Analisis karbon dilakukan menggunakan metode pengabuan atau *loss on ignition*. Hasil penelitian diperoleh kepadatan *C. rotundata* berkisar 44-4.877 tegakan/m² dan biomassa kering berkisar 13,33-873,33 gbk C/m². Hasil analisis diperoleh hubungan antara kepadatan dan biomassa kering *C. rotundata* mengikuti persamaan $Y = 196,13 + 1,6221X$. Estimasi karbon jenis ini berkisar 65,07-170,27 gbk C/m². Vegetasi lamun memiliki peran penting dalam menyimpan karbon, namun keberadaannya di perairan pesisir banyak mengalami gangguan sebagai akibat aktivitas antropogenik sehingga perlu dilakukan upaya pelestarian.

Kata Kunci: *Cymodocea rotundata*, kepadatan, biomassa, metode pengabuan, penyimpanan karbon

Abstract

Seagrass has a very important role in reducing CO₂ emissions by binding and storing carbon. Conservation of seagrass and other ecosystems have been suggested as means for emission reduction. This study was designed to describe biomass and estimate carbon storage of seagrass *Cymodocea rotundata* in Rendani Beach, Manokwari Regency, West Papua. Seagrass were sampled purposively in 3 squares of 30 cm x 30 cm in each three transect lines that lies perpendicular to coastline. Biomass measurements were carried out on all squares of observations while for carbon content analysis were carried out on three squares in each transect. Carbon analysis was performed using the ashing method or Loss on Ignition. The results showed that the density of *C. rotundata* ranged from 44-4,877 stands/m² and the dry biomass weight ranged from 13.33-873.33 gbk C/m². There is relationship between density and dry biomass of *C. rotundata* following the equation $Y = 196.13 + 1.6221X$. Carbon estimates for this species range from 65.07-170.27 gbk C/m². Seagrass vegetation has an important role in storing carbon, however its presence in the study site have shown some disturbances due to anthropogenic activities, and therefore conservation efforts need should be made.

Keywords: *Cymodocea rotundata*, density, biomass, ashing method, carbon storage

* Korespondensi Penulis

Tlp : +6285254670646

Email : agatha.maturbongs@gmail.com



© 2023 Sisilia N.Y. Mudarehi, Agatha C. Maturbongs,
Paskalina Th. Lefaan, Maria J. Sadsoeitoeboen,
Agustinus Kilmaskossu, Fajar R.D.N Sianipar, Emmanuel
Manangkalangi, dan Johanis P. Kilmaskossu.

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi
NonKomersial-Berbagi Serupa 4.0 Internasional.

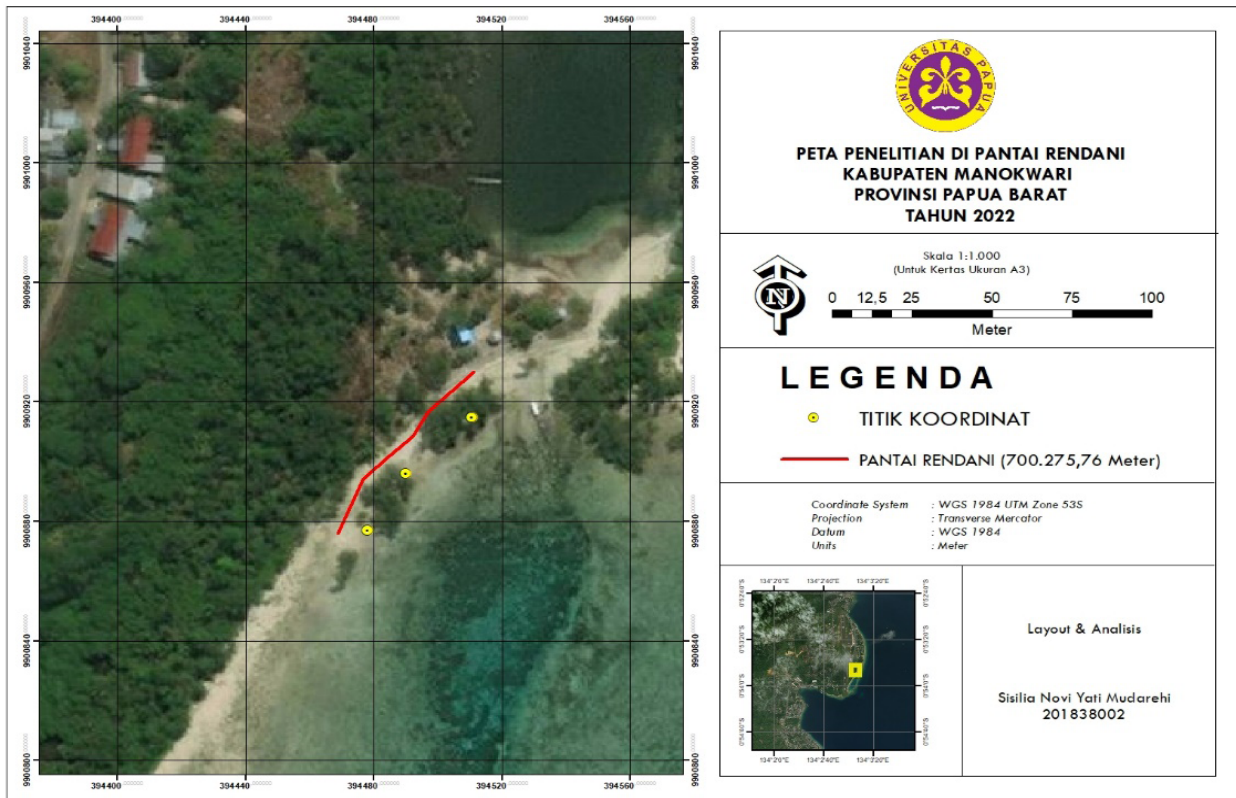
I. Pendahuluan

Lamun tergolong dalam tumbuhan tingkat tinggi (*Antophyta*) yang memiliki kemampuan hidup dan terbenam di lingkungan laut. Lamun adalah tumbuhan berbiji satu (monokotil) yang mempunyai akar, rimpang, daun, bunga, dan buah (Parawansa et al., 2020). Jumlah spesies lamun di dunia diketahui sebanyak 60 spesies, ada 15 spesies di antaranya terdapat di Indonesia. Salah satunya adalah *Cymodocea rotundata*. Lamun berperan sebagai tempat perlindungan hewan, membantu organisme epifit yang menempel pada daun, menfiksasi karbon, sebagian disimpan dalam sistem rantai makanan dan sebagian tersimpan dalam biomassa dan sedimen, serta diketahui memiliki produktivitas tinggi (Rustam et al., 2015).

Cymodocea rotundata adalah lamun yang memiliki daun seperti garis lurus (panjang 6-15 cm, lebar 2-4 mm), bentuk daun lurus sampai bulat, tidak menyempit sampai ujung daun. *C. rotundata* juga merupakan salah satu bioindicator yang biasanya digunakan dalam memonitor keberadaan logam berat di perairan (Lei & Xiaoping, 2012). Jenis ini umumnya

tersebar luas di Indonesia dan merupakan tumbuhan pionir berukuran besar dan mampu tumbuh pada perairan yang mengalami gangguan. Biasanya ditemukan di perairan dangkal, berlumpur dan berpasir, mulut sungai dan terumbu karang (Setiawati et al., 2018).

Biomassa adalah berat dari semua material yang hidup pada suatu satuan luas tertentu. Biomassa lamun dapat dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan dan perkembangan vegetasi (Hoek et al., 2016). Menurut Laffoley dan Grimsditch, (2009), jenis lamun yang secara morfologi berukuran besar cenderung menyumbang biomassa yang tinggi. Selanjutnya Larasanti et al., (2020) menyatakan bahwa biomassa lamun kaitannya dengan pengelolaan laut dan pesisir yang berguna untuk daur hara dalam rantai makanan. Melalui fotosintesis, CO_2 akan diikat dan diubah menjadi biomassa dalam bentuk organ tubuh maupun sebagai cadangan makanan (Irawan, 2017; Rahadiarta et al., 2019). Lautan dan ekosistem pesisir merupakan penyerap CO_2 alami (*natural CO_2 sink*) terbesar di bumi (Ganefiani et al., 2019). Padang lamun menurut Githaiga et al., (2017), dapat menyerap dan



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Pantai Rendani

Sumber: Google (earth.google.com)

menyimpan karbon sekitar 4,48 ton/ha/tahun.

Suatu perairan yang kaya akan nutrisi menjadikan ekosistemnya memiliki produktivitas organik yang tinggi. Lingkungan yang sangat mendukung di perairan pesisir mendukung pula lamun untuk dapat hidup dan berkembang secara optimal. Papua Barat memiliki ekosistem terlengkap termasuk kehadiran lamun. Pantai Rendani terletak di Kabupaten Manokwari Papua Barat memiliki ekosistem lamun, mangrove dan terumbu karang. Selain itu adanya aktivitas antropogenik seperti berenang, memancing, membuang sampah dapat mempengaruhi pertumbuhan dan keberadaan lamun.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan kepadatan, nilai biomassa dan estimasi simpanan karbon *C. rotundata* pada bagian bawah substrat (akar dan rimpang) dan pada bagian atas substrat (pelepah dan daun) di Pantai Rendani Kabupaten Manokwari.

II. Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Maret 2021, pemanenan lamun dilakukan di Pantai Rendani Manokwari (Gambar 1). Pengukuran parameter perairan meliputi suhu, gas oksigen terlarut, salinitas, intensitas cahaya, nilai pH, kedalaman dan tipe substrat dilakukan secara *in situ*.

Analisa sampel dilakukan di sub Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, UNIPA. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.



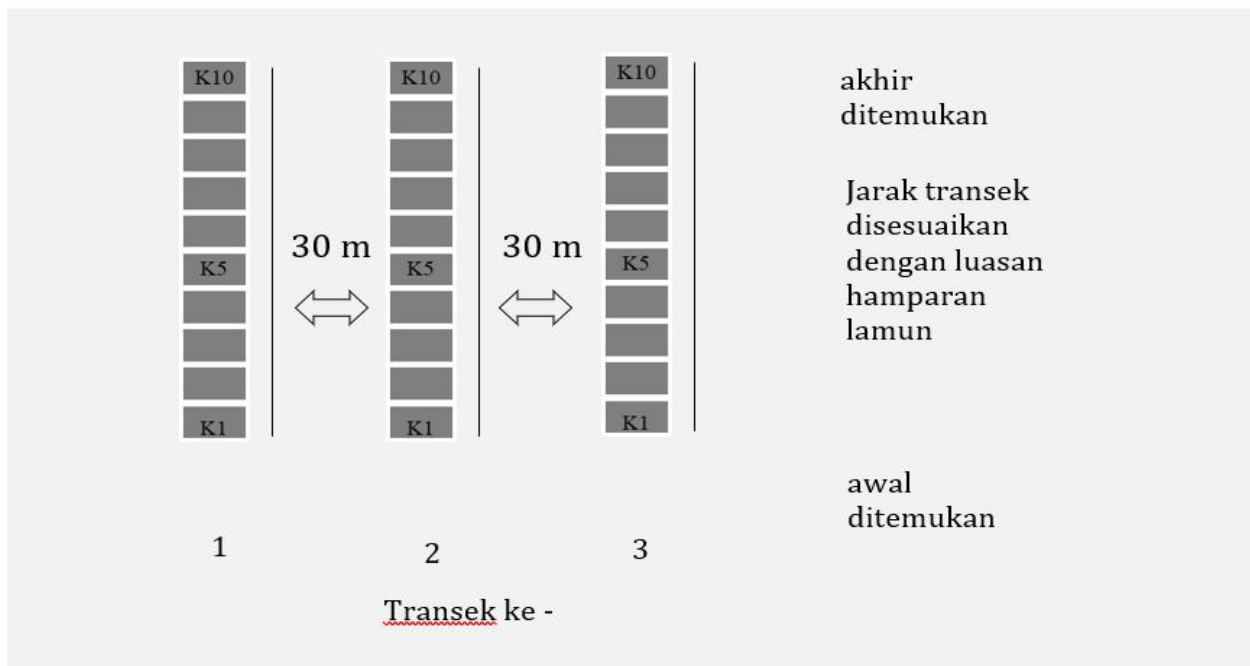
Gambar 2. Lamun *Cymodocea rotundata*

Sumber: Rawung et al., (2018)

Tabel 1.
Alat dan Bahan Penelitian

A	Alat	Kegunaan
1	DO meter	mengukur suhu dan gas oksigen terlarut
2	Handrefraktometer	mengukur salinitas
3	pH meter	mengukur derajat keasaman
4	Lux meter	mengukur intensitas cahaya
5	Tiang berskala	mengukur kedalaman
6	Kuadran 30 cm x 30 cm	sampling
7	Meter rol	mengukur panjang garis transek dan jarak antar transek
8	GPS	menentukan titik koordinat
9	Wadah plastik	meletakkan lamun
10	Sekop	mencabut lamun
11	Timbangan digital	menimbang berat kering dan karbon
12	Shieve shaker	tipe substrat
13	Oven	mengeringkan lamun
14	Tanur	pengabuan
15	Mortar	wadah pengabuan
16	Alat tulis	pencatatan data
17	Kamera	mendokumentasi kegiatan
B	Bahan:	
1	Lamun	objek penelitian
2	Tisu	membersihkan alat
3	Plastik sampel	wadah lamun
4	Tabel pasang surut	penentuan pasang surut air laut
5	Kertas label	label sampel
6	Air tawar	membersihkan lamun
7	Buku lapangan	pencatatan data

Penentuan titik pengamatan menggunakan metode *purposive sampling* dengan teknik garis transek dan kuadran. Peletakkan garis transek sepanjang 30 m dari titik awal dijumpai lamun ke arah laut hingga titik akhir lamun ditemukan, jarak antar transek 30 m dengan jumlah transek sebanyak 3 dan peletakkan



Gambar 3. Peletakkan transek dan kuadran

Keterangan:

- : jarak antar transek (30 m)
- : kuadran ukuran 30cm x 30cm
- : garis transek

kuadran pada tiap transek sebanyak 10 kuadran. Kuadran yang digunakan berukuran 30cm x 30cm (Rahmawati et al., 2014). Pengukuran parameter lingkungan dilakukan dengan memilih keterwakilan tiga kuadran (k1, k5, k10) pada setiap transek.

A. Kepadatan Lamun

Wicaksono et al., (2012) mengemukakan bahwa untuk memperoleh kepadatan lamun dapat dilakukan dengan menghitung jumlah tegakan lamun per kuadran.

B. Biomassa Lamun

Biomassa lamun diukur dengan cara memisahkan antara organ bagian atas dan bagian bawah (Lisdawati et al., 2018). Setelah itu lamun *C. rotundata* dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 24 jam dan ditimbang berat keringnya menggunakan timbangan digital. Biomassa lamun kemudian dinyatakan dalam satuan gram berat kering per meter persegi (gbk/m²) (Rahardiarta et al., 2019).

C. Estimasi Karbon

Untuk menduga kandungan karbon lamun menggunakan metode pengabuan atau *loss on ignition* (LOI) (Helrich, 1990) yang terdiri dari tiga komponen yaitu kadar abu, kandungan bahan organik dan kandungan karbon. Untuk kandungan karbon dilakukan dengan sampel dimasukan ke dalam tanur listrik selama 3-6 jam pada suhu 500°C hingga menjadi abu dengan ditandai oleh warna putih keabu-abuan.

D. Analisis Data

1) Kepadatan Lamun

Kepadatan lamun adalah jumlah total individu dalam satu area (English et al., 1997) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$K = N_i / A$$

Keterangan:

- K = kepadatan jenis
- N_i = tegakan jenis ke-
- A = luas area pengambilan sampel

2) Biomassa Lamun

Menurut Santoso et al., (2018) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$B = W/A$$

Keterangan:

B = Biomassa (gbk/m²)

W = Berat kering lamun (gbk)

A = Luasan area (m²)

Untuk mengetahui pengaruh kepadatan pada biomassa lamun *C. rotundata*, dapat ditentukan dengan uji linier sederhana dengan formula yang merujuk pada Gujarati et al., (2006):

$$Y = a + bX$$

Keterangan:

a = Konstanta

b = Koefisien regresi

X = Variabel faktor penyebab (*independent*)

3) Estimasi Karbon

Estimasi kandungan karbon dihitung dari kadar abu dengan persamaan (Hartati et al., 2017):

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

Keterangan:

a = berat cawan;

b = berat (cawan + sampel);

c = berat (cawan + abu)

Selanjutnya bahan organik total dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bahan organik total} = \frac{[(b-a)-(c-a)]}{b-a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat cawan;

b = berat (cawan + sampel);

c = berat (cawan + abu)

Selanjutnya kandungan karbon dihitung dengan mempertimbangkan faktor konversi (Helrich, 1990) dengan rumus:

$$\text{Kandungan karbon} = \frac{\text{bahan organik total}}{1,724}$$

Keterangan:

1,724 adalah konstanta nilai bahan organik karbon total

4) Analisis Fraksi Sedimen

Analisis fraksi sedimen dilakukan untuk memperoleh fraksi sedimen pada tiap kuadran dengan menggunakan metode pengayakan (Rifardi, 2008), setelah diayak menggunakan ayakan bertingkat (*shieve shaker*) untuk memperoleh fraksi sedimen yang berbeda sesuai dengan ukuran tingkat masing-masing dari ayakan bertingkat.

III. Hasil dan Pembahasan

A. Parameter Perairan Ekosistem Lamun

Parameter perairan adalah faktor penting bagi kelangsungan hidup tumbuhan lamun (Tahril et al., 2012). Berdasarkan hasil pengukuran di setiap transek diketahui beberapa parameter perairan yang ada di Pantai Rendani, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3.

Hasil Parameter Perairan di Pantai Rendani

No	Parameter	Satuan	Kisaran
1	Suhu	°C	21,2-28,2
2	Gas oksigen terlarut	mg/l	4,5-4,8
3	Salinitas	ppt	32-35
4	Nilai pH (derajat keasaman)	-	7,49-7,87
5	Intensitas cahaya	lux	2,62-2,74; 34,0-35,7
6	Kedalaman	m	±2
7	Tipe substrat	-	pasir berlumpur

Parameter oksigen terlarut di Pantai Rendani pada tiap transek memiliki nilai berkisar antara 4,5-4,8 mg/l. Dilihat dari baku mutu air untuk biota laut khususnya oksigen terlarut untuk padang lamun berada pada kisaran 5 mg/l (>5 mg/l). Kandungan oksigen dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil (termasuk lamun) yang hidup diperairan (Hoek et al., 2016). Oksigen terlarut merupakan salah satu komponen utama bagi metabolisme organisme perairan dalam pertumbuhan, reproduksi, dan

kesuburan lamun (Odum, 1993).

Nilai salinitas yang diperoleh di Pantai Rendani berkisar 32-35 ppt Nilai optimum toleransi salinitas air laut bagi pertumbuhan lamun adalah 35 ppt (Dahuri, 2003). Suhu di Pantai Rendani memiliki kisaran 21,2-28,2°C. Suhu optimum untuk pertumbuhan lamun berkisar 28-30°C (Dahuri, 2003). Pengaruh suhu bagi lamun sangat besar, suhu memiliki pengaruh dalam proses-proses fisiologis lamun, yaitu fotosintesis, laju respirasi, pertumbuhan dan reproduksi.

Nilai derajat keasaman (pH) di Pantai Rendani memiliki kisaran yang sesuai dengan pH optimal untuk air laut yaitu 7,49-7,87. pH air laut berkaitan erat dengan karbon terlarut. Semakin tinggi karbon dioksida (CO₂) dan asam karbonat (H₂CO₃), maka pH akan semakin rendah (Andika et al., 2020).

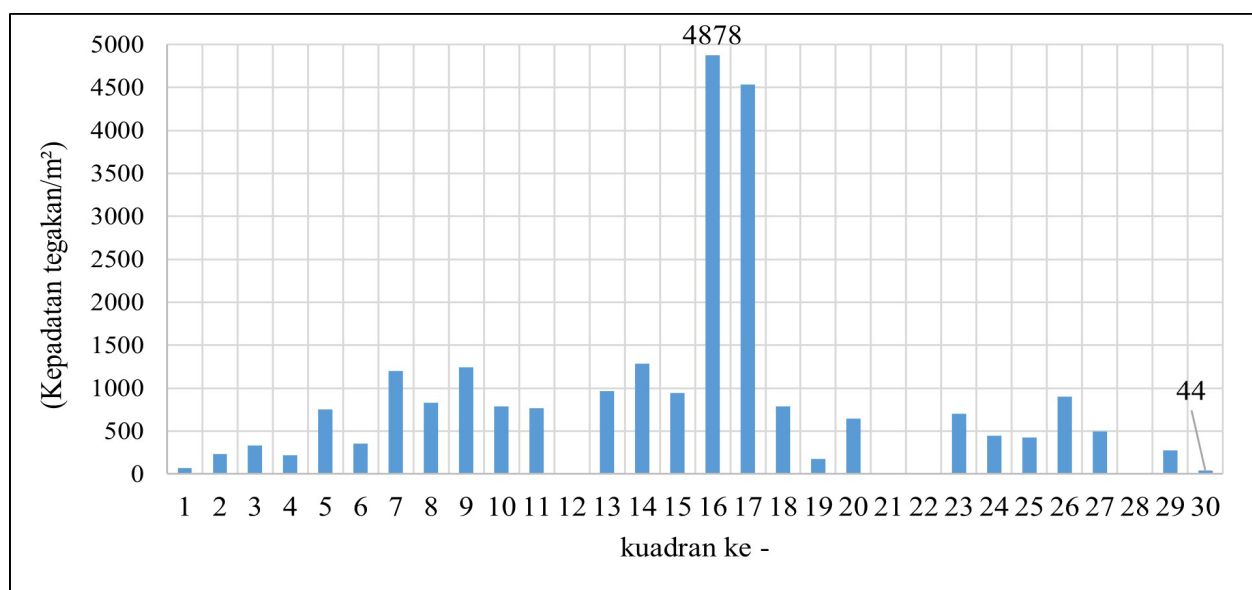
Hasil pengamatan di Pantai Rendani dengan menggunakan metode pengayakan menunjukkan tekstur tanah lebih didominasi oleh pasir berlumpur. Lamun *Cymodocea* spp. mampu tumbuh pada berbagai substrat dari kisaran substrat liat berlumpur hingga pecahan karang yang kasar (Arifin et al., 2004). Perbedaan komposisi jenis substrat memiliki pengaruh dalam kesuburan dan pertumbuhan lamun. Sesuai dengan pernyataan Kiswara (1992) bahwa perbedaan komposisi ukuran butiran pasir akan menyebabkan perbedaan nutrisi bagi pertumbuhan lamun dan proses dekomposisi dan mineralisasi yang terjadi di dalam substrat.

Kedalaman air akan berdampak pada cahaya yang masuk kedalam perairan, sehingga mempengaruhi pertumbuhan lamun. *C. rotundata* di Pantai Rendani ditemukan berada pada kedalaman ±2 m. Keberadaan lamun dapat ditemukan tumbuh di daerah pasang surut terendah hingga di daerah subtidal dengan kedalaman 40-90 m apabila masih dapat ditembus cahaya matahari (Dahuri, 2003).

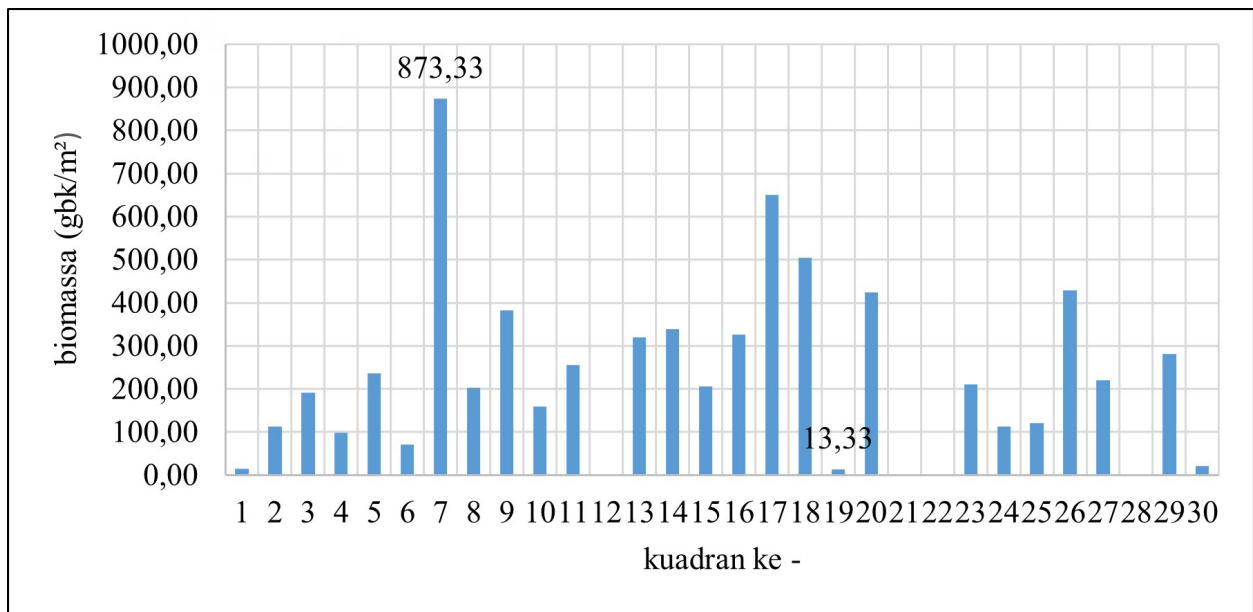
Intensitas cahaya di Pantai Rendani pada pagi hari berkisar antara 2,62-2,74 lux sedangkan pada siang hari kisarannya 34,0-35,7 lux. Hidayah et al., (2019) mengemukakan kecerahan yang rendah pada perairan memberikan pengaruh bagi lamun karena intensitas cahaya matahari tidak dapat masuk ke perairan yang mengakibatkan proses fotosintesis menjadi terhambat.

B. Kepadatan Lamun

Kerapatan di Pantai Rendani berkisar 44-4.877 tegakan/m² (Gambar 4.). Berdasarkan skala kondisi padang lamun (Tabel 2.) dengan hasil penelitian di Pantai Rendani lamun jenis *Cymodocea rotundata* tergolong rapat menurut Gosari et al., (2012) kondisi padang lamun dengan kerapatan (>175 tegakan/m²) dalam kondisi sangat rapat, sedangkan menurut Kiswara (2010) kepadatan lamun ini dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat lamun tumbuh. Beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan lamun seperti kedalaman, kecerahan, kecepatan arus dan tipe substrat (Feryatun et al., 2012). Data yang



Gambar 4. Kepadatan lamun *C. rotundata* pada ketiga transek di Pantai Rendani



Gambar 5. Biomassa lamun *C. rotundata* bagian atas dan bawah di Pantai Rendani

diperoleh oleh Allifah dan Rosmawati (2018) menunjukkan bahwa *C. rotundata* memiliki tingkat kepadatan lebih tinggi sebanyak 165,75 tegakan/m² dari jenis lamun lainnya di Pulau Haruku. Hal ini dikarenakan *C. rotundata* memiliki kemampuan bertahan terhadap kondisi marjinal dan pada tingkat gangguan moderat, serta substrat pantai seperti pasir dan sedimen batuan *C. rotundata* mampu tumbuh dengan subur.

Tabel 2.

Skala Kondisi Padang Lamun Berdasarkan Kepadatan

Skala	Kepadatan (ind/m ²)	Kondisi
5	≥625	Sangat rapat
4	425-624	Rapat
3	226-424	Agak rapat
2	48-218	Jarang
1	<23	Sangat jarang

Sumber: Amran (2010)

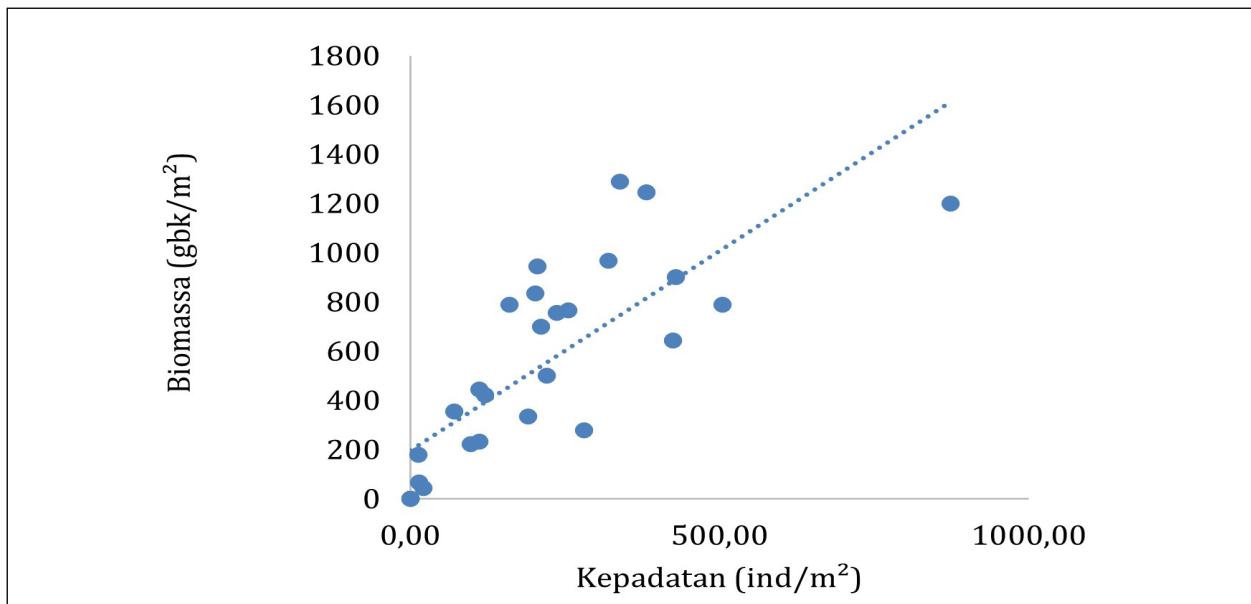
C. Biomassa Lamun

Hasil berat kering lamun *C. rotundata* di Pantai Rendani memiliki nilai berat kering antara 13,33-873,33 gbk C/m² (Gambar 5.) pada ketiga transek. Nilai biomasa pada lamun *C. rotundata* yang diamati terbagi menjadi dua,

yakni nilai biomassa kering yang terdapat di bagian bawah substrat (rimpang dan akar), dan nilai biomassa kering di atas substrat (pelelepah dan daun). Nilai biomassa lamun dapat dipengaruhi oleh morfologi dari jenis lamun (Assuyuti et al., 2016). Salinitas perairan memiliki pengaruh terhadap kemampuan lamun dalam melakukan fotosintesis dan dari perubahan salinitas perairan akan berdampak pada biomassa, produktivitas primer dan lebar daun.

D. Hubungan Kepadatan terhadap Biomassa Lamun

Berbagai faktor dapat mempengaruhi pertumbuhan lamun yang diperlihatkan dari kepadatan dan biomassa lamun. Berdasarkan hasil penelitian Azizah et al., (2017) semakin tinggi kepadatan lamun maka semakin tinggi pula nilai biomassa yang dihasilkan oleh lamun tersebut. Sesuai dengan pendapat tersebut, adapun hasil penelitian oleh Rahman et al., (2018) menunjukkan bahwa biomassa lamun yang ditemukan di Poton Bako berhubungan dengan nilai kepadatan lamun. Berdasarkan hasil uji regresi linier sederhana dengan menghubungkan kepadatan dan biomassa menggunakan persamaan $y = 196,13 + 1,6221X$. Dari persamaan tersebut menunjukkan pada beberapa kuadran memiliki kepadatan yang tinggi namun pada biomasanya rendah, sebaliknya kuadran yang memiliki kepadatan



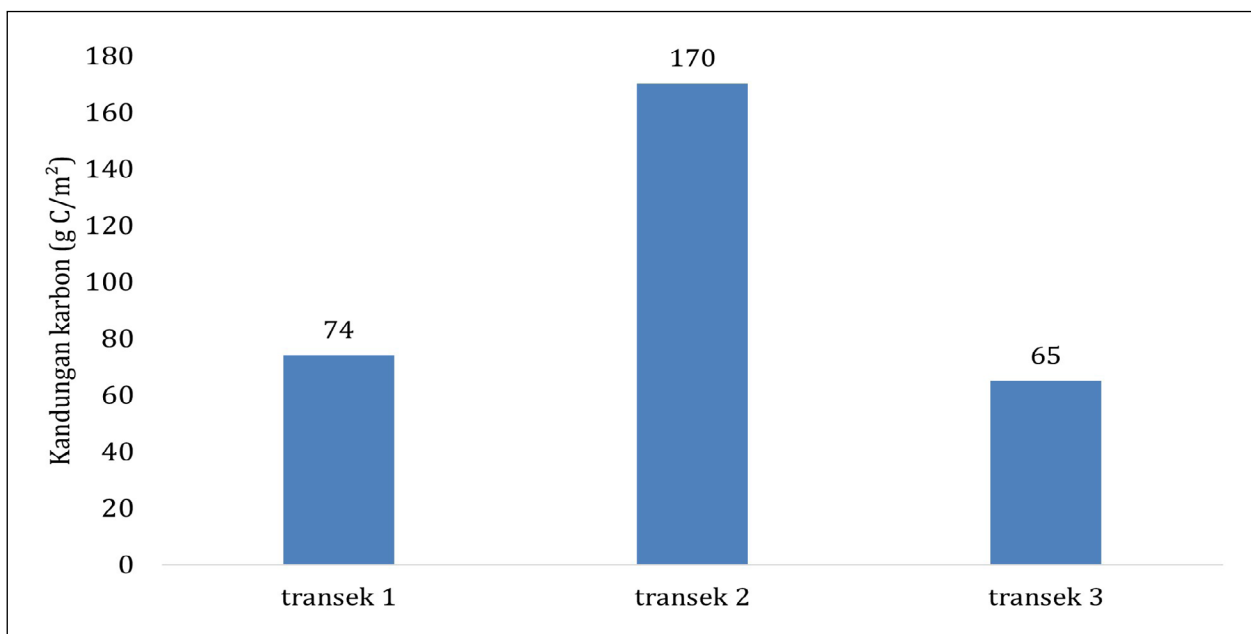
Gambar 6. Hubungan kepadatan dan biomassa *C. rotundata*

rendah, mempunyai biomassa yang tinggi. Hal ini dipengaruhi pada saat pemanenan lamun ada beberapa bagian organ yang tidak dipanen dengan lengkap, sehingga mempengaruhi berat. Pemanenan lamun yang tidak mencapai akar dapat mempengaruhi kepadatan dan berat biomassa.

E. Estimasi Karbon

Kandungan karbon pada lamun menggambarkan seberapa besar lamun tersebut dapat mengikat CO₂ dari udara. Menurut Lestari et al., (2020) kandungan

karbon dapat diartikan sebagai banyaknya karbon yang mampu diserap oleh lamun dan disimpan dalam bentuk biomassa. Hasil penelitian menunjukkan pada 30 kuadran diambil perwakilan 3 kuadran pada masing-masing transek (kuadran 1, kuadran 5, kuadran 10) untuk melihat perbandingan dari ketiga kuadran yang berada di tepi, tengah dan ujung transek. Hasil perhitungan memiliki nilai estimasi karbon berkisar antara 65,07-170,27 gbk C/m² (Gambar 7.). Kandungan karbon yang dikandung akan sejalan dengan nilai kandungan biomassa dari tumbuhan tersebut. Selain itu bahan organik juga berpengaruh



Gambar 7. Estimasi kandungan karbon

sebagai faktor penyerapan karbon di bawah substrat. Menurut Yunitha (2015) penyerapan karbon organik dipengaruhi oleh besaran butiran substrat, karena butiran substrat yang lebih besar menurunkan kemampuan substrat tersebut menyerap karbon organik.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan kepadatan lamun yang terdapat di Pantai Rendani Manokwari berkisar antara 44-4.877 tegakan/m² tergolong kondisi rapat, dengan biomassa berkisar 13,33-873,33 gbk/m². Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Dewi et al., (2021) menyatakan bahwa *Cymodocea rotundata* dengan nilai kandungan karbon tertinggi yaitu 713 gbk C/m². Sedangkan untuk kandungan karbon diperkirakan sekitar 65,07-170,27 gbk C/m². Perlu dilakukan penelitian lamun lebih lanjut tentang estimasi stok karbon yang dihasilkan di Pantai Rendani dan pesisir lain di Manokwari, Papua Barat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada tim botani yang telah membantu dalam penelitian di Pantai Rendani. Terima kasih kepada dosen-dosen yang sudah membantu penulisan naskah ini. Terima kasih kepada editor dan reviewer Jurnal Igya Ser Hanjop yang telah memberikan saran untuk perbaikan naskah serta Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Papua Barat atas kesempatan untuk penerbitan naskah ini.

V. Daftar Pustaka

- Allifah, A. N. A., & Rosmawati, T. (2018). Hubungan Kerapatan Lamun Dengan Kepadatan Bivalvia Di Pesisir Pantai Ori Kecamatan Pulau Haruku. *Jurnal Biology Science & Education*, 7(1), 81–96. <http://dx.doi.org/10.33477/bs.v7i1.395>
- Amran, M.A. (2010). Estimation of Seagrass Coverage by Depth Invariant Indices on Quickbird Imagery. *Jurnal Biotropia*, 17(1), 42–50. https://www.researchgate.net/publication/326991249_Estimation_of_seagrass_coverage_by_depth_invariant_indices_on_Quickbird_imagery
- Andika, Y., Kawaroe, M., Effendi, H., & Zamani, N. P. (2020). Pengaruh Kondisi pH Terhadap Respons Fisiologis Daun lamun Jenis *Cymodocea rotundata*. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(2), 485–493. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i2.21632>
- Arifin, Nafie, Y. A. La, & Supriadi. (2004). Studi Kondisi dan Potensi Ekosistem Padang Lamun Sebagai Daerah Asuhan Berbagai Jenis Biota Laut di Perairan Pulau Barranglompo, Makassar. *Torani*, 14(5), 241–250. <https://adoc.pub/queue/studi-kondisi-dan-potensi-ekosistem-padang-lamun-sebagai-dae.html>
- Assuyuti, Y. M., Rijaluddin, A. F., Ramadhan, F., & Zikrillah, R. B. (2016). Estimasi Jumlah Biomassa Lamun Di Pulau Pramuka, Karya dan Kotok Besar, Kepulauan Seribu, Jakarta. *Depik*, 5(2), 85–93. <https://doi.org/10.13170/depik.5.2.4914>
- Azizah, E., Nasution, S., & Ghalib, M. (2017). *Kerapatan dan Biomassa Lamun Enhalus acoroides Di Perairan Desa Jago-Jago Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara*. Skripsi. Universitas Riau.
- Dahuri, R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Dewi, I.G.A.S., Syukur, A., & Mertha, I.G. (2021). Potensi Kandungan Karbon Keragaman Spesies Lamun di Perairan Pesisir Selatan Lombok Timur. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*, 196–213. <https://doi.org/10.29303/jstl.v0i0.273>
- English, S., Wilkinson, C., & Baker, V. (1997). Survey manual for tropical marine resources. Second edition. In *Australian Institute of Marine Science* (2nd ed.).
- Feryatun, F., Hendarto, B., & Widyorini, N. (2012). Kerapatan dan Distribusi Lamun (Seagrass) Berdasarkan Zona Kegiatan yang Berbeda Di Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu. *Journal of Management of Aquatic Resources*, 1(2), 1–7. <https://doi.org/10.14710/marj.v1i1.255>
- Ganefiani, A., Suryanti, S., & Latifah, N. (2019). Potensi Padang Lamun Sebagai Penyerap Karbon Di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa. *Saintek Perikanan*, 14(2), 115–122. <https://doi.org/10.14710/ijfst.14.2.115-122>
- Githaiga, M. N., Kairo, J. G., Gilpin, L., & Huxham, M. (2017). Carbon Storage in the Seagrass

- Meadows of Gazi Bay, Kenya. *Plos One*, 1–13.
- Gosari, B.A. J., Haris, A. (2012). Studi Kerapatan dan Penutupan Jenis Lamun Di Kepulauan Spermonde. *Torani (Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan)*. 22(3):156-162. <http://journal.umg.ac.id/index.php/jpp/article/download/2462/1553/>
- Gujarati, D. N., Julius, A. M., & Saat, S. (2006). *Dasar-Dasar Ekonometrika* (3rd ed.). Erlangga.
- Hartati, R., Widianingsih, W., Santoso, A., Endrawati, H., Zainuri, M., Riniatsih, I., Saputra, W.L., dan Mahendrajaya, R.T. (2017). Variasi Komposisi dan Kerapatan Jenis Lamun Di Perairan Ujung Piring, Kabupaten Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jkt/article/view/1702>
- Helrich, K. (1990). Official Methods of Analysis. In K. Helrich (Ed.), *Association of Official Analytical Chemists* (Vol. 1, pp. 1–684). <https://doi.org/10.7312/seir17116-004>
- Hidayah, H., Fauzi, M., & Adrman. (2019). Types and Density of Seagrass in The Genting Beach, Tanjung Medang Village Rupert Utara District, Bengkalis Regency, Riau Province. *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(2), 119–126. <https://doi.org/10.31258/ajaoas.2.2.199-126>
- Hoek, F., Razak, A. D., Hamid, Muhfizar, Suruwaky, A. M., Ulat, M. A., & Arfah, A. (2016). Struktur Komunitas Lamun Di Perairan Distrik Salawati Utara Kabupaten Raja Ampat. *Journal Airaha*, 5(1), 87–95. <https://jurnalairaha.polikpsorong.ac.id/index.php?journal=airaha&page=article&op=view&path%5B%5D=85>
- Irawan, A. (2017). Potensi Cadangan dan Serapan Karbon oleh Padang Lamun di Bagian Utara dan Timur Pulau Bintan. *Oseanologi Dan Limnologi*, 2(3), 35–48. [10.14203/oldi.2017.v2i3.158](https://doi.org/10.14203/oldi.2017.v2i3.158)
- Kiswara, W. (1992). Vegetasi Lamun (Seagrass) Di Rataan Terumbu Pulau Pari, Pulau-Pulau Seribu. In *Oseanologi di Indonesia*.
- Kiswara, W. (2010). Studi Pendahuluan: Potensi Padang Lamun Sebagai Karbon Rosot dan Penyerap Karbon di Pulau Pari, Teluk Jakarta. *Pusat Penelitian Oseanografi*.
- Laffoley, D., & Grimsditch, G. (2009). *The Management of Natural Coastal Carbon Sinks*. International Union For Conservation of Nature.
- Larasanti, M., Lestari, F., & Zen, L. W. (2020). Kajian Biomassa Lamun di Kawasan Konservasi Laut Daerah Malang Rapat Kabupaten Bintan. *Angewandte Chemie International*, 6(11), 951–952.
- Lei, L., & Xiaoping, H. (2012). Three Tropical Seagrasses as Potential Bio-Indicators to Trace Metals in Xincun Bay, Hainan Island, South China. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 30(2), 212–224. DOI:<https://doi.org/10.1007/s00343-012-1092-0>
- Lestari, K. I., Hendrawan, I. G., & Faiqoh, E. (2020). Estimasi Simpanan karbon Pada Padang Lamun di Kawasan Pantai Karang Sewu, Gilimanuk, Bali. *Journal of Marine Research and Technology*, 3(1), 40–46. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2020.v03.i01.p07>
- Lisdawati, Ahmad, S. W., & Siwi, L. O. (2018). Studi Biomassa Lamun (*Enhalus acoroides* L.) dan (*Halodule pinifolia*) Berdasarkan Kedalaman Air Laut di Pantai Desa Tanjung Tiram Sulawesi Tenggara. *Biowallacea*, 5(2), 861–870. <https://doi.org/10.33772/biowallacea.v5i2.5878>
- Odum, E. P. (1993). *Dasar-Dasar Ekologi Fundamental of Ecology* (3rd ed.). Gadjah Mada Universitas Press.
- Parawansa, B. S., Ningsih, I. F., & Omar, S. B. A. (2020). Biodiversitas Lamun Di Perairan Kepulauan Tonyaman, Kabupaten Polewali Mandar. *Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan Dan Perikanan 2020*, 0, 156–168. <http://journal-old.unhas.ac.id/index.php/proceedingsimnaskp/article/view/10804>
- Rahadiarta, 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 Sciences*, 5(1), 1–10. <https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i01.p01>
- Rahman, F. A., Qayim, I., & Wardiatno, Y. (2018). Carbon Storage Variability in Seagrass Meadows of Marine Poton Bako, East Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(5), 1626–1631. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190505>
- Rahmawati, I. (2014). Pengaruh Motivasi Intrinsik dan Motivasi Ekstrinsik Terhadap Kinerja Karyawan PT. Daekyung Indah Heavy Industry. *Jurnal OE*. 6(2):152-163.

- <https://publikasi.mercubuana.ac.id/index.php/oe/article/download/509/449>
- Rifardi. (2008). Ekologi Sedimen Laut Modern (Ed 2.). UR Press. Riau. Hal 13.
- Rustam, A., Adi, N. S., Daulat, A., Kiswara, W., Yusup, D. S., & Rappe, R. A. (2015). *Pedoman Pengukuran Karbon di Ekosistem Padang Lamun* (1st ed.).
- Santoso, B., Dharma, I. G. B. S., & Faiqoh, E. (2018). Pertumbuhan dan Produktivitas Daun Lamun *Thalassia hemprichii* (Ehrenb) Ascherson di Perairan Tanjung Benoa, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 4(2), 278–285. <https://doi.org/10.24843/jmas.2018.v4.i02.278-285>
- Setiawati, T., Alifah, M., Mutaqin, A. Z., Nurzaman, M., Irawan, B., & Budiono, R. (2018). Studi Morfologi Beberapa Jenis Lamun di Pantai Timur dan Pantai Barat, Cagar Alam Pangandaran. *Pro-Life*, 5(1), 487–495. <https://doi.org/10.33541/jpvol6Iss2pp102>
- Tahril, Taba, P., Nafie, N. La, & Noor, A. (2012). Analisis Besi dalam Ekosistem Lamun dan Hubungannya dengan Sifat Fisikokimia Perairan Pantai Kabupaten Donggala. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(2), 105–111. <https://doi.org/10.31258/jnat.13.2.105-111>
- Wicaksono, D.W. (2012). Analisis Faktor Dominan yang Berhubungan Dengan Kualitas Tidur pada Mahasiswa Fakultas Keperawatan Universitas Airlangga. *Fundamental and Management Nursing Journal*. <https://e-journal.unair.ac.id/FMNJ/article/view/12131>
- Yunitha, A. (2015). *Kandungan C-Organik pada Lamun Berdasarkan Habitat dan Jenis Lamun di Pesisir Desa Baho Kabupaten Minahasa Utara, Sulawesi Utara*. Thesis. Institut Pertanian Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/75216>