



METODE DAN ANALISIS
**STUDI EKOSISTEM
LAMUN**



Penyusun:
Basuki Rachmad
Mira Maulita
Ratna Suharti
Siti Mira Rahayu

Ketentuan Hukum Pidana

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta

Pasal 113

- 1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama **1 (satu) tahun** dan/atau pidana denda paling banyak **Rp100.000.000 (seratus juta rupiah)**.**
- 2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama **3 (tiga) tahun** dan/atau pidana denda paling banyak **Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.**
- 3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama **4 (empat) tahun** dan/atau pidana denda paling banyak **Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah)**.**
- 4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama **10 (sepuluh) tahun** dan/atau pidana denda paling banyak **Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah)**.**

METODE DAN ANALISIS STUDI EKOSISTEM LAMUN

**Basuki Rachmad
Mira Maulita
Ratna Suharti
Siti Mira Rahayu**



EL-MARKAZI
publish your dream with a book

**METODE DAN ANALISIS
STUDI EKOSISTEM LAMUN**

@Elite Media Kreazi (ElMarkazi) 2022

Penulis :

Basuki Rachmad
Mira Maulita
Ratna Suharti
Siti Mira Rahayu

Editor :

Dadan Zulkifli

Layout :

Elite Media Kreazi (ElMarkazi)

Desain Cover :

Hadi Syamsurya

Ukuran :

x, 64 hlm, Uk: 15,5 cm x 23 cm

ISBN :

Cetakan Pertama :

Maret 2022

Diterbitkan Oleh :

PENERBIT ELMARKAZI

Anggota IKAPI

Jl.RE.Martadinata RT.26/05 No.43 Pagar Dewa

Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu 38211

Website: www.elmarkazi.com dan www.elmarkazistore.com

Email: elmarkazipublisher@gmail.com

Dicetak oleh Percetakan ElMarkazi

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulilah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia kesehatan dan waktu sehingga kami dapat menyelesaikan penyusunan buku Metode dan Analisis Studi Ekosistem Lamun. Rasanya tanpa bimbingannya penulis tidak akan mampu menyusun buku ini.

Buku Metode dan Analisis Studi Ekosistem Lamun ini penyampaiannya diusahakan disusun secara sistematis dan serinci mungkin sehingga memudahkan bagi pembaca untuk mempelajarai ekosistem lamun. Dengan membaca buku ini dapat diperoleh informasi tentang ekosistem lamun dengan macam jenis, struktur komunitas dan lingkungan perairan sehingga pembaca dengan mudah dapat mengidentifikasi dan menganalisis lamun. Pada buku ini juga disinggung tentang pengaruh iklim dan Blue Carbon, metode serta analisis pada ekosistem lamun.

Menyadari adanya keterbatasan kemampuan maupun kesempatan penulis dalam menyusun buku ini dengan baik, maka penulis sangat mengharapkan sumbang saran untuk perbaikan dan kesempurnaan buku ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan waktu, pikiran dan tenaganya sehingga buku ini dapat selesai. Kami berharap buku ini bermanfaat bagi pembaca.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	3
1.3. Rumusan Masalah	3
2. EKOSISTEM LAMUN	5
2.1. Ekosistem Lamun.....	5
2.1.1 Klasifikasi dan Identifikasi Jenis	5
2.1.2 Fungsi Lamun	9
2.1.3 Biota yang berasosiasi	11
2.2. Perubahan Iklim.....	13
2.3. Biomassa dan Sedimen.....	14
2.4. Kualitas Air.....	16
3. METODE ANALIS EKOSISTEM LAMUN	19
3.1. Alat dan Bahan.....	19
3.2. Penentuan Stasiun Pengamatan	20
3.3. Metode Pengumpulan Data	20
3.3.1 Identifikasi Jenis Lamun	21
3.3.2 Tegakkan Lamun	22
3.3.3 Biomassa Lamun	23
3.3.4 Kualitas Air	28

3.4. Analisis Data	32
3.4.1 Kerapatan Lamun.....	32
3.4.2 Tutupan Lamun.....	34
3.4.3 Frekuensi Lamun.....	36
3.4.4 Indeks Nilai Penting	37
3.4.5 Indeks Biologi.....	38
3.4.6 Biota Berasosiasi.....	40
3.4.7 Perhitungan Biomassa Lamun	41
3.4.8 Perhitungan Kandungan Karbon dalam Lamun	41
3.4.9 Perhitungan berat karbon sedimen.....	42
DAFTAR PUSTAKA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Cadangan karbon pada ekosistem lamun (Fourqurean et al., 2014).....	14
Gambar 2. Metode COREMAP-LIPI (Rahmawati et al., 2014)	22
Gambar 3. Pengambilan sampel biomassa, pembersihan dan pemisahan bagian- bagian lamun dan biomassa lamun (Kiswara, 2017)	24
Gambar 4. Contoh kantong biomassa (Rustam 2017)	25
Gambar 5. Pembagian sub-sampel analisis sedimen (Fourqurean et al., 2014).....	26

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis-jenis lamun di Indonesia (Larkum et al., 2006).....	6
Tabel 2. Alat dan Bahan yang Digunakan Selama Praktik.....	19
Tabel 3. Stasiun Pengamatan Pada Praktik.....	20
Tabel 4. Penilaian Kerapatan Lamun dalam Kotak Kuadran 50 x 50 cm (Hutomo & Nontji 2014)	34
Tabel 5. Luas Area Tutupan Lamun Berdasarkan Kelas Kehadiran Jenis (Keputusan MNLH, No. 200/2004).....	35
Tabel 6. Status Padang Lamun (Keputusan MNLH, No. 200/2004) ...	36
Tabel 7. Penilaian Indeks Keanekaragaman Lamun (Suhud et al., 2012)	38
Tabel 8. Penilaian Indeks Keseragaman Lamun (Rappe, 2010).....	39
Tabel 9. Penilaian Indeks Dominansi Lamun (Rappe, 2010)	40

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lamun adalah tumbuhan air berbunga (*Angiospermae*) yang memiliki akar, daun, rhizoma dan akar sejati yang hidup terendam air laut dan bereproduksi dalam lingkungan laut (Latuconsina, 2011; Azkab, 2000; Gosary & Haris 2013; Syawal, 2019). Lamun (*seagrass*) mampu tumbuh pada substrat berlumpur, berpasir, sampai berbatu (Apramilda, 2011). Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir yang mempunyai produktivitas primer yang relative tinggi dan mempunyai peranan yang penting untuk menjaga kelestarian dan keanekaragaman orgnisme laut (Riniatsih, 2016). Lamun mempunyai fungsi bagi kehidupan dan penghidupan ikan yaitu, sebagai daerah asuhan dan perlindungan, sebagai makanan ikan-ikan itu sendiri dan sebagai padang pengembalaan atau tempat mencari makan (*feeding ground*) (Adrim, 2006; Faiqoh *et al.*, 2017).

Ekosistem padang lamun dapat berkemampuan menyerap dan memindahkan jumlah besar karbon dari atmosfer setiap harinya, dan mengendapkannya dalam jaringan atau sedimen untuk waktu yang lama, sehingga keberadaan lamun dibumi diharapkan juga dapat memberikan peranan lain secara optimal yaitu sebagai salah satu penyerap CO₂ dari atmosfer dalam kaitannya mengurangi emisi karbon dalam proses pemanasan global (Fourqurean *et al.*, 2012; Graha *et al.*, 2016). Karbon biru/*blue carbon* (termasuk cadangan dan serapan karbon) menjadi sorotan yang potensial bagi ekosistem pesisir karena ekosistem pesisir, terutama lamun, dapat mengurangi emisi CO₂ dengan menangkap dan menyimpan karbon tersebut dalam bentuk biomassa (Lavery *et al.* 2013).

Peningkatan CO₂ di atmosfer merupakan penyebab utama terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim global

(Nellemann *et al.*, 2009). Emisi gas rumah kaca yang paling besar adalah CO₂ (Uthbah *et al.*, 2017). Konsentrasi gas CO₂ di atmosfer memiliki kontribusi terbesar yaitu lebih dari 55% dari total efek GRK yang ditimbulkan (Ganefiani *et al.*, 2019). Salah satu upaya mitigasi yang dilakukan untuk mengurangi konsentrasi CO₂ di atmosfer adalah dengan menggunakan vegetasi yang berada di darat maupun di laut untuk menyerap dan menyimpan karbon. Pemanfaatan vegetasi di darat dalam upaya mengurangi karbon dioksida sudah banyak dilakukan, sedangkan kemampuan vegetasi pesisir dalam menyerap karbon merupakan layanan ekosistem yang essensial terutama pada era terjadinya perubahan iklim (Wahyudin *et al.*, 2017). Salah satu komponen ekosistem laut yang dapat mengurangi karbon dioksida adalah lamun. Padang lamun memiliki potensi menyerap dan menyimpan karbon sekitar 4,88 ton/ha/tahun (Michael *et al.*, 2017). Dan padang lamun dapat menyimpan karbon 35 kali lebih cepat dibandingkan hutan hujan tropis, sehingga dapat mengikat karbon dalam waktu ribuan tahun (Nellemann & Corcoran 2009; Macreadie *et al.*, 2014). Selain itu, ekosistem lamun dapat menangkap sekitar 70% dari karbon organik total yang berada di laut (Nellemann & Corcoran 2009).

1.2. Tujuan

Analisis Ekosistem Lamun bertujuan untuk :

1. Mengkaji struktur populasi lamun di *lokasi pengamatan*
2. Mengkaji cadangan *blue carbon* di *lokasi pengamatan*
3. Mengkaji parameter kualitas air sebagai faktor pembatas pertumbuhan lamun di *lokasi pengamatan*

1.3. Rumusan Masalah

Adapun batasan masalah dari kegiatan analisis ekosistem lamun di lakukan ini antara lain sebagai berikut:

1. Mengkaji struktur populasi lamun meliputi antara lain: identifikasi dan sebaran jenis lamun, kerapatan, tutupan, indeks nilai penting (INP) dan indeks biologi (indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominasi)
2. Kajian parameter kualitas perairan pada ekosistem lamun meliputi derajat keasaman (pH), suhu, dan salinitas
3. Kajian cadangan *blue carbon* bardasarkan biomassa lamun, kandungan karbon sedimen dan total stok karbon

2. EKOSISTEM LAMUN

2.1. Ekosistem Lamun

Ekosistem lamun (*seagrass ecosystem*) adalah satu sistem (organisasi) ekologi padang lamun, di dalamnya terjadi hubungan timbal balik antara komponen abiotik dan komponen biotik hewan dan tumbuhan. Padang lamun merupakan salah satu ekosistem laut dangkal yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan berbagai biota laut dalam menjaga keseimbangan ekosistem diperairan laut serta ekosistem laut yang paling produktif (Wahyudin *et al.*, 2017; Utama *et al.*, 2019; Riniatsih, 2016).

2.1.1 Klasifikasi dan Identifikasi Jenis

Lamun merupakan tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang memiliki kemampuan beradaptasi secara penuh di perairan yang memiliki fluktuasi salinitas tinggi, hidup terbenam di dalam air dan memiliki rhizoma, daun, dan akar sejati (Graha *et al.*, 2016). Lamun memiliki daun yang tegak, rhizoma yang tertanam di dalam substrat, sistem perakarannya mengambil nutrisi melalui sedimen serta memiliki sistem reproduksi penyerbukan dengan perantara air (*hydrophilous*) (Wagey & Sake 2013).

Lamun dapat tumbuh di daerah pesisir dan lingkungan laut wilayah tropis, kecuali pantai perairan kutub karena banyak tertutup es. Tumbuh pada substrat dengan dasar lumpur, pasir berlumpur, pasir dan pecahan karang. Lamun juga memiliki sistem perakaran yang nyata, dedaunan, sistem transportasi internal untuk gas dan nutrien, serta stomata yang berfungsi dalam pertukaran gas (Noor *et al.*, 2012).

Jumlah spesies lamun adalah 60 spesies, 13 jenis yang telah ditemukan di Indonesia yaitu *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis*, *H. spinulosa*, *H. minor*, *H.*

decipiens, *H. sulawesii*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Thalassodendron ciliatum*, *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides* (Kuo, 2007). Lamun ini terdiri dari empat suku (famili) yaitu suku Zosteraceae, Cymodoceae, Posidoniaceae dan Hydrochoraticea (Larkum *et al.*, 2006).

Tabel 1. Jenis-jenis lamun di Indonesia (Larkum *et al.*, 2006)

No.	Suku	Marga	Jenis	Singkatan	Ciri Khusus
1	Cymodoceaceae	<i>Halodule</i>	<i>Halodule pinifolia</i>	<i>Hp</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Daun pipih panjang tapi berukuran kecil • Satu urat tengah daun jelas • Rhizome halus dengan bekas bekas daun jelas menghitam • Ujung daun agak membulat
			<i>Halodule uninervis</i>	<i>Hu</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Daun pipih panjang tapi berukuran kecil • Satu urat tengah daun jelas • Rhizome halus dengan bekas daun jelas menghitam • Ujung daun seperti trisula

No.	Suku	Marga	Jenis	Singkatan	Ciri Khusus
		Cymodocea	<i>Cymodocea serrulata</i>	Cs	<ul style="list-style-type: none"> • Tepi daun bulat dan bergerigi • Seludang daun membentuk segitiga, tidak menutup sempurna
			<i>Cymodocea retundata</i>	Cr	<ul style="list-style-type: none"> • Tepi daun tidak bergerigi • Seludang daun menutup sempurna
			<i>Syringodium isoetifolium</i>	Si	<ul style="list-style-type: none"> • Daun berbentuk silindris
			<i>Thalassodendron ciliatum</i>	Tc	<ul style="list-style-type: none"> • Daun pita membentuk cluster • Satu cluster daun terbentuk dari tangkai daun yang panjang dari rhizoma
2	Hydrocharitaceae	<i>Enhalus</i>	<i>Enhalus acoroides</i>	Ea	<ul style="list-style-type: none"> • Berukuran paling besar (daun bisa mencapai 1 meter) • Rambut pada rhizoma

No.	Suku	Marga	Jenis	Singkatan	Ciri Khusus
		<i>Thalassia</i>	<i>Thalassia hemprichii</i>	Th	<ul style="list-style-type: none"> • Mirip cymodecea rotundata, tapi rhizome beruas-ruas dan tebal • Garis/bercak coklat pada helai daun
		<i>Halophila</i>	<i>Halophila ovalis</i>	Ho	<ul style="list-style-type: none"> • Daun oval, berpasangan dengan tangkai pada tiap ruas dari rimpang • Tulang daun 8 atau lebih • Permukaan daun tidak berlebih
		<i>Halophila minor</i>		Hm	<ul style="list-style-type: none"> • Daun oval, ukuran kecil, berpasangan dengan tangkai pada setiap ruas dari rimpang • Tulang daun kurang dari 8
		<i>Halophila decipiens</i>		Hd	<ul style="list-style-type: none"> • Daun lebih cenderung oval- lonjong, ukuran kecil • 6-8 tulang daun • Permukaan daun berambut
		<i>Thalassodendron ciliatum</i>		Tc	<ul style="list-style-type: none"> • Daun pita membentuk cluster • Satu cluster daun terbentuk dari tangkai daun yang panjang dari rhizoma
		<i>Halophila sulawesi</i>		Hsl	<ul style="list-style-type: none"> • Mirip halophila ovalis • Bunga jantan dan betina berada dalam satu individu, namun terletak dalam luas yang berbeda

Keterangan : *digunakan pada saat dilapangan untuk memudahkan pencatatan

2.1.2 Fungsi Lamun

Fungsi dan manfaat padang lamun di ekosistem perairan dangkal adalah sebagai produsen primer, habitat biota, stabilisator dasar perairan, penangkap sedimen dan pendaur (Hartati *et al.*, 2012; Juraij *et al.*, 2014; Faiqoh *et al.*, 2017).

Berikut penjelasan lebih lanjut dari peran-peran tersebut:

1. Sebagai Produsen Primer

Sebagai tumbuhan autotrofik, lamun mengikat karbondioksida (CO_2) dan mengubahnya menjadi energi yang sebagian besar memasuki rantai makanan, baik melalui pemangsaan langsung oleh herbivora maupun melalui dekomposisi sebagai serasah. Produktivitas primer padang lamun relatif tinggi di pesisir (Hernawan *et al.* 2017).

2. Sebagai Habitat Biota

Lamun memberikan tempat perlindungan dan tempat menempel berbagai macam organisme. Selain itu, padang lamun dapat juga berfungsi sebagai daerah asuhan, padang penggembalaan dan makanan dari berbagai jenis ikan herbivora dan ikan-ikan karang. Sejumlah jenis biota tergantung pada padang lamun, walaupun mereka tidak mempunyai hubungan dengan lamun itu sendiri. Banyak dari organisme tersebut mempunyai kontribusi terhadap keragaman pada komunitas lamun. Lamun juga penting bagi beberapa biota terancam punah (*endangered species*) seperti dugong mengkonsumsi lamun sebagai makanan utamanya (Dewi *et al.*, 2018).

3. Sebagai Penangkap Sedimen

Serta Penahan Arus dan Gelombang Daun lamun yang lebat akan memperlambat aliran air yang disebabkan oleh arus dan ombak, sehingga perairan di sekitarnya menjadi tenang serta meningkatkan kualitas air laut dengan membantu pengendapan substrat dan menstabilkan sedimen (Rosalina *et al.*, 2018). Di samping itu, rimpang dan akar lamun dapat menahan dan mengikat sedimen, sehingga dapat menguatkan dan menstabilkan dasar permukaan. Daun lamun yang berfungsi sebagai penangkap sedimen serta penahan arus dan gelombang yang berperan dalam mencegah erosi pantai. Ketika gelombang air mengenai padang lamun, energinya menjadi turun, sehingga sedimen yang terlarut di air bisa mengendap ke dasar laut. Ketika sedimen terendapkan di dasar, sistem perakaran padang lamun menjebak dan menstabilkan sedimen tersebut. Bukti bahwa lamun berfungsi sebagai peredam gelombang telah dilakukan oleh (Manca *et al.*, 2012).

4. Sebagai Penyerap Karbon

Padang lamun juga berperan seperti hutan di daratan dalam mengurangi karbondioksida (CO₂). Seperti tanaman darat lainnya, lamun memanfaatkan karbondioksida (CO₂) untuk proses fotosintesis dan menyimpannya dalam bentuk biomasa (Harimbi *et al.*, 2019).

2.1.3 Biota yang berasosiasi

Ekosistem padang lamun pada umumnya merupakan habitat bagi berbagai jenis organisme laut yang hidup berasosiasi didalamnya (Riniatsih & Munasik 2017). Menurut Hitalessy *et al.*, (2015), Tingginya tutupan vegetasi lamun di perairan memungkinkan kehadiran berbagai biota yang berasosiasi dengan ekosistem padang lamun untuk mencari makan, tempat hidup, memijah dan tempat berlindung untuk menghindari predator.

1. Kuda laut

Merupakan ikan demersal yang cenderung berada di dasar perairan (Syukri, 2016). Kuda laut hidup pada zona litoral, yaitu perairan lepas pantai yang berada diantara pasang tertinggi dan terendah, tempat penetrasi cahaya matahari dapat mencapai dasar perairan. Kuda laut biasanya ditemukan diantara karang, akar mangrove dan padang lamun. Tetapi beberapa hidup di pasir terbuka atau dasar berlumpur.

2. Dugong

Sebagai organisme herbivora jenis mamalia laut yang termasuk dalam ordo Sirenia dan dugong adalah salah satu satwa langka yang memanfaatkan lamun sebagai habitat sumber makannya di padang lamun (Nugraha *et al.*, 2019). Organisme ini dilaporkan dapat dijumpai di wilayah perairan Indonesia, walaupun dengan frekuensi yang relatif rendah (Priosoambodo *et al.*, 2017).

3. Ikan

Padang lamun memiliki produktivitas sekunder dan dukungan yang besar terhadap kelimpahan dan keragaman ikan (Larkum *et al.*, 2006). Padang lamun merupakan tempat berbagai jenis ikan berlindung, mencari makan, bertelur, dan membesarkan anaknya. Ikan baronang, misalnya, adalah salah satu jenis ikan yang hidup di padang lamun (Rappe, 2010). Jenis ikan yang bernilai ekonomi tinggi menggunakan lamun sebagai habitat dalam siklus hidupnya adalah jenis ikan *Lutjanus monostigma* dan *Parupeneus barberinus*, meskipun juga menggunakan mangrove dan lamun serta terumbu karang sebagai habitatnya (Honda *et al.*, 2013).

4. Moluska

Salah satu moluska laut yang berasosiasi baik dengan padang lamun yaitu gastropoda (Sianu *et al.*, 2014). Gastropoda sangat bermanfaat terhadap pertumbuhan padang lamun dalam melakukan proses fotosintesis, gastropoda (keong) adalah salah satu kelas dari Moluska yang diketahui berasosiasi dengan baik terhadap ekosistem lamun (Syari, 2005). Komunitas gastropoda merupakan komponen yang penting dalam rantai makanan di padang lamun, dimana gastropoda merupakan hewan dasar pemakan detritus (*detritusfeeder*) dan serasah dari daun lamun yang jatuh dan mensirkulasi zat-zat yang tersuspensi di dalam air guna mendapatkan makanan (Wati, 2013).

2.2. Perubahan Iklim

Perubahan iklim global yang drastis akibat kegiatan manusia telah menyumbangkan gas karbon dioksida yang cukup banyak ke udara sehingga terakumulasinya Gas Rumah Kaca (GRK) (Hartati *et al.*, 2017). Emisi GRK seperti karbon dioksida (CO_2), klorofluorokarbon (CFC), ozon (O_3), dinitro oksida (N_2O), metana (CH_4), heksafluorida (SF_6), hidrofluorokarbon (HFCS), perfluorokarbon (PFCS) telah menyebabkan bumi semakin menjadi panas karena tersekap oleh kondisi yang dimunculkan oleh emisi gas yang diproduksi dari kegiatan industri, transportasi dan aktivitas manusia lainnya yang mempergunakan sumber energi fosil (batu bara, gas dan minyak bumi) (*brown carbon*), partikel debu (*black carbon*) serta berkurangnya kemampuan hutan dalam menyerap karbon akibat deforestasi (*green carbon*) (Ganefiani *et al.*, 2019).

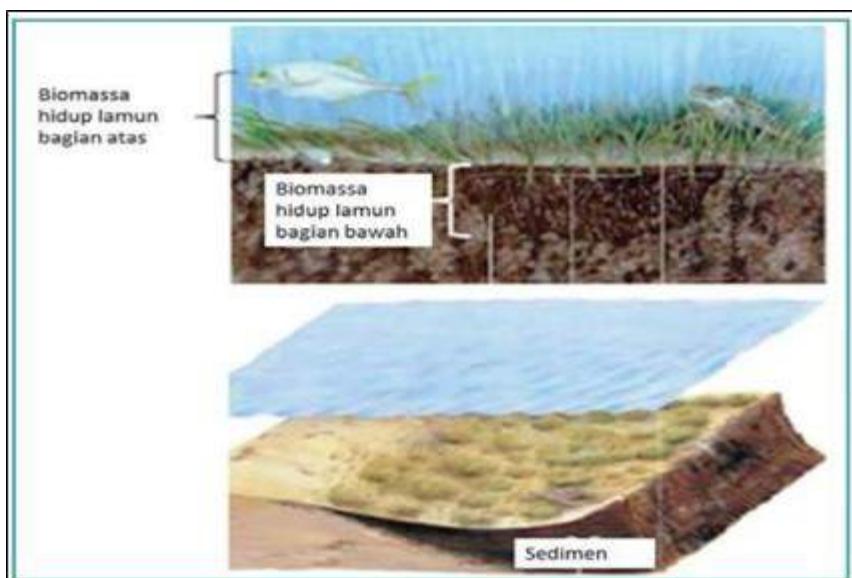
Dampak yang ditimbulkan dari peristiwa peningkatan CO_2 di atmosfer diantaranya adalah peningkatan suhu bumi, perubahan curah hujan, peningkatan kejadian iklim dan cuaca yang ekstrim, serta naiknya suhu dan tinggi muka air laut (TML) (Baeti *et al.*, 2019). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk menanggulangi perubahan iklim global dengan cara menurunkan emisi CO_2 . (Djaenudin *et al.*, 2015), emisi CO_2 dapat diturunkan melalui beberapa kegiatan antara lain dengan mengelola hutan secara lestari, mengkonservasi cadangan karbon serta meningkatkan cadangan karbon hutan. Sekitar 93% CO_2 di bumi disimpan dalam lautan menjadikan lautan memiliki peranan yang penting dalam siklus karbon (Rahmawati, 2011). Ekosistem laut di indonesia mempunyai potensi besar untuk menyerap CO_2 sebagai gas utama penyebab pemanasan global yang berimplikasi pada terjadinya perubahan iklim (Setiawan *et al.*, 2012).

2.3. Biomassa dan Sedimen

Cadangan stok karbon ekosistem lamun:

Penyimpanan karbon dalam ekosistem lamun terbagi dalam 3 kolam karbon (*carbon pool*) yaitu:

1. Biomassa hidup lamun bagian atas, meliputi pelepas dan helai daun dan biota epitel yang menempel
2. Biomassa lamun bagian bawah, meliputi rhizoma dan akar lamun,
3. Sedimen, baik yang bersumber dari ekosistem (autochthonous), maupun dari luar ekosistem (allochthonous) (Fourqurian *et al.*, 2014). Selain itu juga diperlukan pengukuran biomassa mati bagian atas (serasah).



Gambar 1. Cadangan karbon pada ekosistem lamun (Fourqurian *et al.*, 2014)

Kandungan karbon terbesar ekosistem lamun berada pada cadangan karbon sedimen. Pada umumnya, lamun tumbuh pada sedimen karbonat (pasir dari pecahan cangkang dan pecahan karang) yang tinggi kandungan karbonnya, sedangkan penyimpanan karbon berdasarkan cadangan karbon biomassa sangat rendah dibandingkan dua ekosistem karbon biru lainnya yaitu mangrove dan rawa payau. Namun, sistem perakaran lamun yang kompleks dan padat membuat karbon dalam sedimen terperangkap dan terus bertambah seiring dengan bertambah luasnya padang lamun.

Biomassa lamun adalah satuan berat (berat kering atau berat abu) lamun bagian tumbuhan yang berada di atas substrat (daun, seludang, buah dan bunga) dan atau bagian di bawah substrat (akar dan rimpang) yang sering dinyatakan dalam satuan gram berat kering per m² (gbk/m²) (Graha *et al.*, 2016). Kontribusi vegetasi lamun terhadap penyerapan karbon dimulai dari proses fotosintesis yang kemudian disimpan sebagai biomassa (Harimbi *et al.*, 2019). Karbon dalam biomassa ini akan tersimpan selama lamun masih hidup. Biomassa bawah menjadi sebuah beban bagi lamun karena pertumbuhan dan pemeliharaan akar dan rimpang berhubungan erat dengan energi yang harus dikeluarkan. Biomassa lamun dipengaruhi oleh umur tegakan, komposisi, struktur tegakan dan perkembagan vegetasi (Kusmana & Sabiham 1992).

Hal ini menyebabkan lamun menjadi rentan terhadap kondisi sedimen yang tidak menguntungkan (Listiawati, 2018). Khusus untuk padang lamun, karbon dari biomassa lebih rendah dibanding dengan hutan tropis, namun simpanan karbon pada sedimen lebih tinggi (Mashoreng *et al.*, 2019). Ekosistem lamun dapat menyimpan stok karbon dalam jumlah besar karena didukung oleh kondisi substrat yang jenuh dengan air dan juga kemampuan lamun dalam menangkap sedimen. Kondisi substrat yang selalu jenuh air menciptakan keadaan yang anoksik yang tidak mendukung reaksi pelepasan karbon, sehingga karbon dapat

tersimpan pada ekosistem lamun dalam waktu yang lama (Gunawan *et al.*, 2019).

2.4. Kualitas Air

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air (Sahabuddin *et al.*, 2014). Kondisi kualitas air suatu perairan yang baik sangat penting untuk mendukung kelangsungan kehidupan organisme yang hidup di dalamnya (Hamuna *et al.*, 2018). Kualitas air memegang peranan utama sebagai media tempat hidup banyak biota penting bagi kehidupan manusia (Mustofa, 2015). Kualitas air tidak terbatas pada karakteristik air, tetapi lebih dinamis yang merupakan hasil dari proses faktor-faktor lingkungan dan proses biologi.

Oleh karena itu, untuk menghasilkan kualitas air yang baik maka perlu ada kegiatan monitoring yang rutin. Kebutuhan kualitas air tiap spesies berbeda bahkan dalam setiap tahap perubahan dalam satu siklus hidup dalam satu spesies (Maniagasi *et al.*, 2013). Kondisi fisik suatu ekosistem meliputi suhu, salinitas, pH, arus dan substrat.

1. Derajat Keasaman (pH)

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan (Astria *et al.*, 2014). Air laut mempunyai kemampuan menyangga yang sangat besar untuk mencegah perubahan pH. Perubahan pH sedikit saja dari pH alami akan memberikan petunjuk terganggunya sistem penyangga (Rukminasari *et al.*, 2014). Hal ini dapat menimbulkan perubahan dan ketidakseimbangan kadar CO₂ yang dapat membahayakan kehidupan biota laut. Tinggi rendahnya pH dipengaruhi oleh fluktuasi kandungan O₂ maupun CO₂. Tidak semua mahluk bisa bertahan

terhadap perubahan nilai pH, untuk itu alam telah menyediakan mekanisme yang unik agar perubahan tidak terjadi atau terjadi tetapi dengan cara perlahan. Rendahnya nilai pH mengindikasikan menurunnya kualitas perairan yang pada akhirnya berdampak terhadap kehidupan biota di dalamnya (Susana, 2009).

2. Suhu

Suhu berpengaruh terhadap kelangsungan hidup organisme air, karena peningkatan suhu air yang ekstrim akan menyebabkan kematian (Fuady & Nitishupardjo 2013). Hal ini karena peningkatan suhu dalam air menyebabkan penurunan gas dalam air, misal O₂; CO₂; N₂; CH₄ dan sebagainya (Effendi, 2003).

3. Salinitas

Salinitas merupakan parameter fisik perairan yang penting bagi kehidupan organisme perairan. Secara langsung, perubahan salinitas dapat mempengaruhi penyebaran organisme perairan dan secara tidak langsung merubah komposisi organisme pada suatu perairan. Salinitas juga sering didefinisikan sebagai banyaknya zat yang terlarut di dalam air yang meliputi garam-garam organik, senyawa organik dari organisme hidup dan gas-gas terlarut (Herawati, 2008).

4. Substrat

Tumbuhan lamun mampu hidup pada berbagai macam tipe substrat mulai dari lumpur hingga karang (Dahuri et al. 2001). Kebutuhan substrat yang paling utama adalah kedalaman substrat yang cukup. Peranan kedalaman pada substrat dalam stabilitas sedimen, yaitu sebagai pelindung tanaman dari arus laut dan sebagai tempat

pengolahan serta pemasok nutrien. Hampir semua tipe substrat lumpur berpasir yang tebal antara hutan mangrove dan terumbu karang (Bengen, 2001). Berdasarkan karakteristik dan tipe substratnya, padang lamun di Indonesia dapat di kelompokan menjadi 6 kategori yaitu lumpur, lumpur pasiaran, pasir, pasir lumpuran, puing karang, dan batu karang. Pengelompokan ini berdasarkan ukuran partikel dari substrat tersebut (Dahuri, 2003).

3. METODE ANALIS EKOSISTEM LAMUN

3.1. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama pengamatan di ekosistem lamun seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Alat dan Bahan yang Digunakan Selama Praktik

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan
1	Kuadran	Ukuran 50x50 cm	1 buah	Sebagai batas pengamatan
2	Meteran rol	Panjang 100 m	1 buah	Mengukur panjang transek, dan kedalaman lamun
3	Global Positioning System (GPS)	Garmmin 64s (Layar 6,6 cm, Resolusi 160 x 240 piksel, Data jalur 10.000 titik)	1 buah	Menentukan posisi
4	Kamera bawah air	Samsung J5 Prime	1 buah	Dokumentasi
5	Alat tulis kedap air	Pensil 2B dan sabak 15x25 cm ²	2 buah	Pencatatan data
6	Lembar identifikasi	Print laminating	1 lembar	Sebagai acuan identifikasi
7	Perlengkapan snorkling	-	1 set	Alat bantu pengamatan
8	Termometer	Alkohol Ketelitian 10C, Range -10 - 110°C	1 buah	Mengukur suhu perairan
9	Refaktometer	Ketelitian 1‰	1 buah	Mengukur salinitas
10	Timbangan digital	Ketelitian 0,001 gram	1 buah	Menimbang berat sampel lamun
11	Sekop	-	1 buah	Alat bantu mengambil sampel lamun
12	Paralon	Ketebalan 2 Inch (25 cm)	12 buah	Alat mengambil sampel sedimen
13	Kertas Samson	-	Secukupnya	Alat untuk menyimpan sampel lamun
14	Plastik Sampel	-	Secukupnya	Alat untuk menyimpan sampel lamun
15	pH Paper	pH paper universal 0-14	1 kotak	Mengukur pH air
16	Label	Tahan Air	Secukupnya	Untuk memberi tanda pada sampel lamun
17	DO kit	Metode Titrimetri	1 buah	Mengukur oksigen terlarut

3.2. Penentuan Stasiun Pengamatan

Stasiun pengamatan ditentukan berdasarkan informasi yang didapatkan dari stakeholder dan instansi pemerintah sehingga dapat mewakili dari setiap stasiun yang ada serta disesuaikan dengan keberadaan habitat ekosistem lamun di lokasi pengambilan data (Tabel 3).

Tabel 3. Stasiun Pengamatan Pada Praktik

Stasiun	Nama Lokasi	Posisi	Karakteristik

3.3. Metode Pengumpulan Data

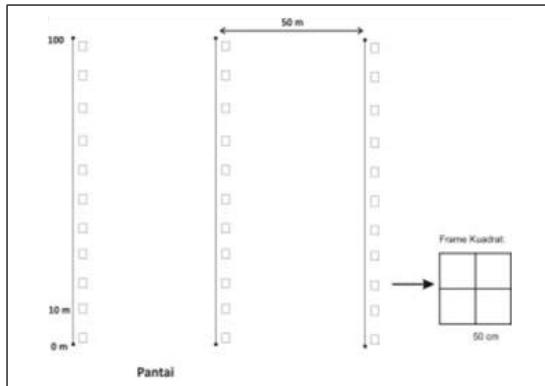
Metode pengumpulan data dilakukan dengan metode survey langsung ke lapangan. Pengambilan data dengan melalui metode *purposive sampling* atau metode yang dilakukan secara sengaja berdasarkan pertimbangan karakteristik tertentu yang dianggap mempunyai sangkut paut dengan karakteristik yang sudah diketahui sebelumnya (Umar & Kankiya, 2004).

Terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diambil secara langsung di lapangan dalam hal ini dilakukan dengan survey atau observasi yang melakukan pengamatan secara langsung, terdiri dari identifikasi jenis lamun, tegakan lamun, kerapatan dan tutupan lamun, identifikasi biologi (indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominasi), biota yang berasosiasi, (identifikasi jenis, kepadatan dan sebaran biota), cadangan *blue carbon*, mengukur parameter kualitas air (suhu, pH dan salinitas). Sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari laporan penelitian dan bahan lain yang dapat menunjang dan berkaitan dengan praktik. Sebelum dilakukan pengumpulan data

di lapangan, terlebih dahulu mencari informasi ke lembaga terkait mengenai lokasi.

3.3.1 Identifikasi Jenis Lamun

Jenis lamun dilakukan dengan mengidentifikasi jenis lamun yang ada di dalam kuadran. Pengambilan data dilakukan pada tiga transek dengan panjang masing-masing 100 m dan jarak antara satu transek dengan yang lain adalah 50 m sehingga total luasannya $100 \times 100 \text{ m}^2$. Frame kuadrat diletakkan di sisi kanan transek dengan jarak antara kuadrat satu dengan yang lainnya adalah 10 m sehingga total kuadrat pada setiap transek adalah 11 plot (Gambar 2). Titik awal transek diletakkan pada jarak 5 – 10 m dari kali pertama lamun dijumpai (dari arah pantai). Metode ini digunakan oleh COREMAP-LIPI yaitu dengan memodifikasi kedua metode SeagrassWatch dan SeagrassNet, dimana panjang transek menjadi 100 m dan menambah jarak antar pengulangan transek menjadi 50 m (Rahmawati *et al.*, 2014).



Gambar 2. Metode COREMAP-LIPI
(Rahmawati *et al.*, 2014)

Catatan:

1. Apabila luas lamun tidak mencapai $100 \times 100 \text{ m}^2$, maka pertama disarankan untuk mencari lokasi yang sesuai dengan kriteria disekitar stasiun yang telah ditetapkan.
2. Apabila tidak terdapat kondisi lamun yang sesuai untuk monitoring panjang transek dan jarak transek disesuaikan dengan luas padang lamun.

3.3.2 Tegakkan Lamun

Menghitung jumlah individutur/tegakkan lamun, satu tegakkan lamun merupakan suatu kumpulan dari beberapa daun yang pangkalnya menyatu. Jumlah tegakkan diamati langsung secara visual (Hartati *et al.*, 2012).

3.3.3 Biomassa Lamun

Pengambilan sampel biomassa dilakukan di luar plot kuadrat yang terdekat dan diperkirakan mewakili jenis yang ada dalam plot.

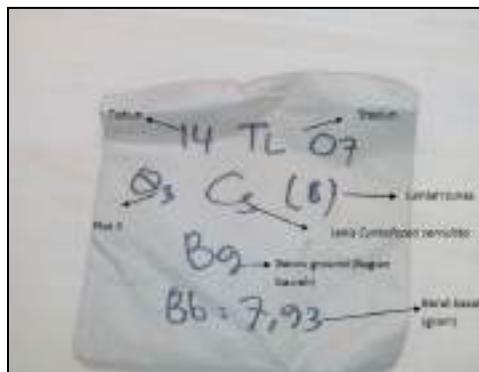
1. Tahapan Pengambilan Biomassa

- a. Sampel yang diambil dengan bor sedimen vakum sampai kedalaman lebih dari 25 cm (agar dapat terambil biomasa bagian bawahnya), kemudian bor dimiringkan dan diangkat perlahan-lahan sehingga seluruh bagian biomassa terangkat.
- b. Sampel dibersihkan dengan memasukannya ke dalam kantong jaring, kemudian sampel yang telah bersih disimpan dalam kantong plastik dan diberi label.
- c. Sampel dibersihkan kembali dari pasir dan epifit dengan menggunakan air tawar, kemudian dipisahkan sesuai jenis spesies lamun dan disimpan dalam nampan plastik. Sampel dihitung jumlah individunya kecuali lamun yang berukuran besar (*E. acoroides*). Perhitungan jumlah individu lamun *E. acoroides* dilakukan pada saat pengamatan di lapangan dalam bingkai kuadrat 50cm x 50cm. Tahapan ini harus teliti agar sampel pada tiap kantong tidak tercampur.
- d. Setelah dipisahkan per jenis, kemudian dibagi biomassa atas (pelepah dan helai daun) dan biomassa bawah (akar dan rimpang) (Gambar 3).



Gambar 3. Pengambilan sampel biomassa, pembersihan dan pemisahan bagian- bagian lamun dan biomassa lamun
(Kiswara, 2017)

- e. Sampel biomassa bagian atas dan bawah ditimbang berat basah kemudian disimpan dalam kantong kertas samson. Penamaan pada kantong kertas Samson meliputi: Tanggal, Lokasi, Transek, Plot, Jenis, Bagian atas, Bagian Bawah (Gambar 5). Sampel dikeringkan di laboratorium dalam oven pada suhu 60°C selama 48 jam, kemudian ditimbang berat keringnya.
- f. Menghitung luas bor atau *core* yang digunakan dalam mengambil biomasa (m^2), kemudian berat biomasa dibagi luas bor, maka akan dapat berat biomasa per luas.

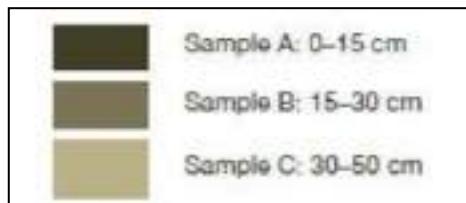


Gambar 4. Contoh kantong biomassa (Rustam 2017)

2. Pengambilan Sampel Sedimen

- a. Sampel sedimen di ambil menggunakan bor sedimen vakum pada ekosistem lamun
 1. Memasukkan bor sedimen vakum sesuai dengan kedalaman.
 2. Mengangkat dan putar bor sedimen secara perlahan agar sedimen didalamnya tetap menempel dan tidak jatuh
 3. Jika pengambilan sedimen dilakukan dengan menggunakan bahan paralon/pipa, maka tekan bor sedimen atau di ketok dengan palu, kemudian tutup bagian atas dan putar sambil diangkat ke atas.
- b. Sampel diratakan (dibuang bagian atasnya) dan dibagi sub-sampel dengan interval 0-15 cm. Volume sedimen juga dapat dihitung dengan mengetahui diameter bor sedimen untuk mendapat luas dikali dengan tinggi (interval) dan

dibagi dua jika separuhnya dibuang (biasanya jika menggunakan bor sedimen terbuka) dengan membagi sampel setiap 5 cm.



Gambar 5. Pembagian sub-sampel analisis sedimen (Fourqurean *et al.*, 2014)

Pengambilan sampel yang dilakukan dengan cara menekan paralon dengan palu, kemudian sampel sedimen dalam paralon dipindahkan ke dalam tabung plastik, baru kemudian sampel dibagi berdasarkan kedalaman yaitu di bagi 5 cm.

3. Metode *Loss of Ignition* (LOI)

Metode ini pada prinsipnya adalah menghilangkan bahan organik melalui proses pembakaran di dalam tanur/tungku (*furnace*). Nilai bahan organik yang didapat merupakan berat sampel yang hilang karena pembakaran pada suhu tertentu 450-550°C selama beberapa waktu 4-8 jam (Praptisih & Cahyarini 2016; Fourqurean *et al.*, 2014). Tahapannya sebagai berikut:

- a. Sebelum dibakar dalam tungku, sampel dikeringkan dengan cara diangin-anginkan, ditimbang beratnya (A gram), kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100- 105°C selama 12-24 jam (untuk menghilangkan

- kandungan air dalam sampel). Selanjutnya sampel didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang beratnya (B gram). Sampel dalam kondisi ini dapat disebut sampel mentah yang dapat digunakan untuk analisis konsentrasi karbon.
- b. Sampel dihomogenasi dengan cara dihaluskan dalam mortar sampai halus dan ukuran partikel menjadi sama.
 - c. Cawan porselen dipanaskan di dalam tanur pada suhu 900°C selama 15 menit.
 - d. Cawan porselen yang telah dipijarkan kemudian didinginkan, ditimbang dan dicatat beratnya (C gram).
 - e. Sampel yang telah dikeringkan dan dihomogenasi dimasukkan sebanyak \pm 1 gram ke dalam cawan porselen, kemudian dicatat bobotnya (D gram).
 - f. Sampel dalam cawan porselen dimasukkan ke dalam tanur, dan dipijarkan pada suhu 450 - 550°C selama \pm 4 jam.
 - g. Sampel dalam cawan porselen didinginkan di dalam desikator dan kemudian ditimbang (E gram).
 - h. Perhitungan:

$$\% \text{ LOI bahan organic} = ((D - E)/(D - C)) \times 100$$

Keterangan:

C : bobot cawan porselen kosong

D : bobot cawan porselen + contoh

E : bobot cawan porselen + contoh setelah pemijaran (residu)

- i. Karena dalam metode LOI bukan hanya karbon organik yang terukur tapi juga bahan organik lainnya di luar karbon seperti nitrogen, sulfur dan lainnya, maka dilakukan koreksi (Fourqurean *et al.*, 2014) sebagai berikut

$$\% \text{ Corg} = 0,40 \times \% \text{ LOI} - 0,21$$

3.3.4 Kualitas Air

Pengukuran beberapa parameter fisika dan kimia perairan dilakukan hanya pada saat pengambilan data, tanpa ada pengulangan karena pengamatan dilakukan secara *mobile* dari satu tempat ke tempat yang lain. Parameter kualitas air yang diamati meliputi parameter fisika yaitu suhu, parameter kimia yaitu salinitas dan derajat keasaman (pH). Adapun prosedur kerja pengambilan parameter kualitas perairan yaitu sebagai berikut:

1. Suhu

Alat yang digunakan adalah termometer alkohol dengan tingkat ketelitian 10C. Adapun prosedur pengukuran suhu adalah sebagai berikut :

- 1) Ujung bawah termometer dicelupkan ke dalam badan perairan.
- 2) Termometer didiamkan selama ± 3 menit didalam badan perairan.
- 3) Dilakukan pencatatan apabila skala telah menunjukan angka pada termometer raksasa. Hal yang harus diperhatikan:

Pada saat mengukur suhu perairan, termometer sebaiknya membelakangi cahaya matahari secara langsung,

ini bertujuan agar temperatur yang terukur tidak terkontaminasi dengan temperatur cahaya matahari.

- 1) Pembacaan skala harus sejajar dengan pandangan mata untuk menghindari bias.
- 2) Setelah pemakaian, alat dicuci dengan air tawar.

2. Salinitas

Alat yang digunakan adalah refraktometer, dengan langkah sebagai berikut:

- 1) Refraktometer dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara :
 - a. Permukaan kaca prisma refraktometer dibuka.
 - b. Aquades diteteskan pada permukaan kaca prisma refraktometer sebanyak 1–2 tetes, kemudian ditutup.
 - c. Apabila nilai yang ditunjukkan oleh skala pada refraktometer adalah nol, maka refraktometer siap untuk digunakan.
- 2) Pengukuran salinitas dilakukan dengan cara :
 - a. Air yang diukur salinitasnya diteteskan ke permukaan kaca prisma sebanyak 1-2 tetes.
 - b. Kaca prisma pada refraktometer ditutup kembali.
 - c. Skala yang ditunjukkan refraktometer diamati dan dicatat, skala yang ditunjukkan merupakan nilai salinitas perairan yang kita amati. Refraktometer dibersihkan dengan menggunakan tissue.

3. Derajat Keasaman (pH)

Alat yang digunakan adalah pH paper dengan skala. Adapun langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1) Kertas pH paper disiapkan sebanyak 1 unit
- 2) Kemudian kertas pH paper di celupkan ke dalam air laut
- 3) Perubahan warna dibandingkan dengan tabel pH

4. Substrat Dasar

Substrat pada habitat kuda laut diambil menggunakan sekop kemudian di telaah jenisnya (lumpur, pasir halus, pasir kasar, kerikil, puing karang mati atau campuran dari substrat-substrat tersebut).

5. Kecerahan perairan

- a. Pengukuran dilakukan disamping kapal yang terkena sinar matahari
- b. Waktu pembacaan cukup (minimal 2 menit) ketika disk dekat atau diangkat
- c. Catat kedalaman ketika disk hampir menghilang, angkat perlahan-lahan dan catat kedalaman ketika disk mulai terlihat kembali.
- d. Kedalaman secchi merupakan rata-rata dari hilang dan muncul kembali
- e. Pembacaan dilakukan dimungkinkan pada siang hari

6. Kecepatan arus

- a. Ambil *current drouge* yang ujung tali nilonnya telah diikatkan pada perahu.

- b. Ceburkan ke laut dan ulur tali sampai panjang bentangan 5 m.
- c. Pegang tanda tali 5 m pertama dan siapkan stop watch atau jam tangan.
- d. Lepaskan tanda tali pertama (5 m) bersamaan dengan menekan stop watch start dan selanjutnya pegang tanda tali ke dua (10 m).
- e. Ulur tali nilon tersebut agar mudah terurai.
- f. Hentikan stop watch setelah tanda tali pertama dan kedua terbentang lurus.
- g. Catat berapa detik waktu yang diperlukan untuk membentang tali dari tanda tali pertama sampai tanda tali ke dua (dalam jarak tempuh 5 m).
- h. Untuk mengetahui arah arus digunakan kompas. Bidikkan arah kompas sejajar dengan bentangan tali nilon current drouge maka akan diketahui kearah mana arus mengalir. Usahakan tempat pelepasan *current drouge* dibelakang perahu yang telah ditambat dengan jangkar.
- i. Rumus yang dipergunakan adalah : $V = L : T$
 V = kecepatan arus, L = jarak tempuh *current drouge* dalam satuan meter, T = Waktu yang ditempuh oleh *current drouge* dalam satuan detik (Sudarto, 1993).

7. Oksigen terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) secara *in situ* dapat dilakukan dengan menggunakan DO meter atau titrasi kit untuk pengukuran DO. Pengukuran DO dengan menggunakan metode titrasi (APHA 2012):

- a. Ambil air sampel dengan botol winkler secara perlahan 125 ml (*no bubbling*/tidak ada gelembung udara);
- b. Tambahkan reagen MnSO₄ 1 ml (20 tetes), kemudian di inversi;
- c. Tambahkan reagen NaOH-KI 1 ml (20 tetes), tunggu hingga mengendap;
- d. Tambahkan H₂SO₄ 1 ml (20 tetes), kemudian inversi;
- e. Pipet 50 ml, dan masukkan ke labu Erlenmeyer;
- f. Titrasi dengan Na₂S₂O₃ (Na-Thiosulfat) hingga warna kuning seulas, kemudian tambahkan indikator amilum 2-3 tetes hingga berwarna biru;
- g. Titrasi kembali dengan Na-Thiosulfat hingga warna biru tepat hilang.

3.4. Analisis Data

3.4.1 Kerapatan Lamun

1. Kerapatan Jenis

Pengukuran kerapatan tunas lamun diperlukan untuk menghitung keanekaragaman parameter tumbuhan pada dasar perairan per unit luasan. Kerapatan jenis merupakan gambaran berapa jumlah individu lamun yang ditemukan dalam satu satuan luas di sebuah lokasi pengamatan (Satrya et al., 2012).

Kerapatan lamun (KJi) dihitung dengan menggunakan rumus (Brower et al., 1990) berikut:

$$KJi = \frac{\sum ni}{A}$$

Keterangan :

KJi : Kerapatan jenis (tegakan/m²)

Ni : Jumlah tegakan jenis i (tegakan)

A : Luas daerah yang disampling (m²)

2. Kerapatan Relatif

Kerapatan relatif (KR) adalah perbandingan antara jumlah individu jenis dan jumlah total individu seluruh jenis. Kerapatan relatif lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011):

$$KR = \frac{ni}{\sum n} \times 100\%$$

Keterangan :

KR : Kerapatan relatif (%)

N : Jumlah individu jenis ke-i (ind/m²)

$\sum n$: Jumlah individu seluruh jenis (ind/m²)

Tabel 4. Penilaian Kerapatan Lamun dalam Kotak Kuadran 50 x 50 cm (Hutomo & Nontji 2014)

Kategori	Nilai Tutupan Lamun
Tutupan penuh	100
Tutupan $\frac{3}{4}$ kotak kecil	75
Tutupan $\frac{1}{2}$ kotak kecil	50
Tutupan $\frac{1}{4}$ kotak kecil	25
Kosong	0

3.4.2 Tutupan Lamun

Persentase tutupan lamun dapat dilakukan pada ekosistem lamun dengan perairan jernih yang memanfaatkan penglihatan secara visual. Pengukuran ini dapat dilakukan berulang kali ketika arus sedang lemah dan daun berorientasi vertikal (berdiri tegak). Kelemahan dari metode ini adalah ketika terjadi arus yang kuat atau perairan yang tidak jernih (Long *et al.*, 1994).

1. Tutupan Jenis

Tutupan jenis merupakan perbandingan antara luas area yang ditutupi oleh jenis lamun ke-*i* dengan jumlah total area yang ditutupi lamun. Kondisi padang lamun pada suatu lokasi tertentu dalam waktu tertentu dapat dinilai dengan menggunakan persentase luas tutupan (Dewi & Prabowo 2015). Tutupan jenis lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011) :

$$PJ = \frac{ai}{A}$$

Keterangan :

PJ : Tutupan jenis ke-i

ai : Luas total tutupan jenis ke-i

A : Jumlah total area yang ditutupi lamun

Tabel 5. Luas Area Tutupan Lamun Berdasarkan Kelas Kehadiran Jenis (Keputusan MNLH, No. 200/2004)

Kelas	Luas area penutupan	% penutupan area
5	½ - penuh	50 – 100
4	¼ - ½	25 – 50
3	1/8 – ¼	12,5 – 25
2	1/16 – 1/8	6,25 – 12,5
1	<1/16	<6,25
0	Tidak ada	0

2. Tutupan Relatif

Penutupan Relatif (PR) yaitu perbandingan antara penutupan individu jenis ke-i dan total penutupan seluruh jenis (Septian *et al.*, 2016). Penutupan relative lamun dapat dihitung dengan pesamaan (Tuwo, 2011):

$$PR = \frac{Pi}{P} \times 100 \%$$

Keterangan:

PR : Penutupan relatif (%/m²)

Pi : Penutupan jenis ke-i (%/m²)

P : Penutupan seluruh jenis lamun (%/m²)

Tabel 6. Status Padang Lamun (Keputusan MNLH, No. 200/2004)

Kondisi		Penutupan (%)
Baik	Kaya/sehat	≥ 60
Sedang	Kurang kaya/kurang sehat	30 - 59,9
Rusak	Miskin	$\leq 29,9$

3.4.3 Frekuensi Lamun

1. Frekuensi Jenis

Frekuensi jenis merupakan perbandingan antara jumlah petak sampel yang ditemukan suatu jenis lamun dengan jumlah total petak sampel yang diamati. Frekuensi jenis lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011):

$$FJ_i = \frac{P_i}{\sum P}$$

Keterangan :

FJ_i : Frekuensi jenis ke-i

P_i : Jumlah petak sampel tempat ditemukan jenis ke-i

$\sum P$: Jumlah total petak sampel yang diamati

2. Frekuensi Relatif

Frekuensi relatif merupakan perbandingan antara frekuensi jenis ke-i dengan jumlah frekuensi untuk seluruh jenis. Frekuensi relatif lamun dapat dihitung dengan persamaan (Tuwo, 2011).

$$KR = \frac{F_i}{\sum F} \times 100\%$$

Keterangan:

FR : Frekuensi relatif (%)

F_i : Frekuensi jenis ke-i

$\sum F$: Jumlah frekuensi untuk seluruh jenis

3.4.4 Indeks Nilai Penting

Frekuensi jenis merupakan perbandingan antara jumlah petak sampel yang ditemukan suatu jenis lamun dengan jumlah total petak sampel yang diamati. Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks nilai penting adalah:

$$INP = FR + KR + PR$$

Keterangan:

INP : Indeks nilai penting

FR : Frekuensi relatif

KR : Kerapatan relatif

PR : Penutupan relatif

3.4.5 Indeks Biologi

1. Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman (H'), adalah nilai yang dapat menunjukkan keseimbangan keanekaragaman dalam suatu pembagian jumlah individu tiap jenis. Indeks keanekaragaman ditentukan dengan menggunakan rumus Shannon-Weiner berikut (Suhud *et al.*, 2012).

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln_2 P_i$$

Keterangan:

H' : Indeks Keanekaragaman Shannon

P_i : $\frac{n_i}{N}$ (Proporsi jenis ke-i)

n_i : Jumlah individu jenis ke-i

N : Jumlah total individu seluruh jenis

Tabel 7. Penilaian Indeks Keanekaragaman Lamun (Suhud *et al.*, 2012)

Nilai	Kategori
$H': 0 < H' < 1$	Keanekaragaman Rendah
$1 \leq H' \leq 3$	Keanekaragaman Sedang
$H' > 3$	Keanekaragaman Tinggi

2. Indeks Keseragaman (E)

Indeks keseragaman (E) dapat dikatakan sebagai komposisi individu tiap jenis yang terdapat dalam suatu komunitas. Rumus dari indeks keseragaman yaitu (Rappe, 2010):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

- E : Indeks Keseragaman
H' : Indeks Keanekaragaman
S : Jumlah jenis

Tabel 8. Penilaian Indeks Keseragaman Lamun (Rappe, 2010)

Nilai	Kategori
$E < 0,4$	Keseragaman Rendah
$0,4 \leq E < 0,6$	Keseragaman Sedang
$E \geq 0,6$	Keseragaman Tinggi

3. Indeks Dominasi

Nilai dari indeks dominansi Simpson memberikan gambaran tentang dominansi organisme dalam suatu komunitas ekologi. Rumus indeks dominansi Simpson (C) yaitu (Rappe, 2010):

$$C = - \sum_{i=1}^s (ni/N)^2$$

Keterangan:

- C : Indeks Dominasi Simpson
ni : Jumlah individu setiap jenis
N : Jumlah individu seluruh jenis

Tabel 9. Penilaian Indeks Dominansi Lamun (Rappe, 2010)

Nilai	Kategori
$0,00 < D < 0,50$	Dominansi Rendah
$0,50 < D < 0,75$	Dominansi Sedang
$0,75 < D < 1,00$	Dominansi Tinggi

3.4.6 Biota Berasosiasi

Pengumpulan data struktur populasi biota berasosiasi menggunakan metode *Underwater Visual Sensus* (Dermawan *et al.*, 2015), dengan snorkeling dan disesuaikan dengan hamparan lamun yang ditemukan. Untuk identifikasi jenis, kelimpahan dan sebaran biota dilakukan dengan cara mengambil gambar biota dan habitatnya kemudian diamati. Untuk kelimpahan dilakukan dengan cara menarik tali transek sejauh terdapat hamparan lamun, kemudian dilakukan snorkeling dengan mengikuti tali transek yang telah di bentangkan dengan jarak pandang 1 meter ke samping kanan dan 1 meter ke samping kiri. Luasan area yang di amati didapatkan dari panjang tali transek di kali lebar jarak pandang. Perhitungan kelimpahan biota berdasarkan mengacu pada (Dermawan *et al.*, 2015), sebagai berikut:

$$K = \frac{X}{A}$$

Keterangan:

K : Kelimpahan (ekor/m²)

X : Jumlah individu yang ditemukan (ekor)

A : Luasan area yang disisir (m²)

3.4.7 Perhitungan Biomassa Lamun

Biomassa lamun dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian diatas substrat (AS) yang meliputi daun dan pelapah daun, dan bagian dibawah substrat (BS) yang meliputi akar dan rhizome. Sampel yang telah diambil dari transek kuadrat dipisahkan antara AS dan BS, kemudian ditimbang. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu 60°C dalam oven selama 48 jam, kemudian ditimbang kembali, sehingga diperoleh bobot kering (BK). Perhitungan biomassa lamun menggunakan rumus dari (Graha *et al.*, 2016):

$$B = W \times D$$

Keterangan:

B = Biomasa lamun (g/ m²)

W = Berat kering sebuah tunas lamun (g/tunas)

D = Kerapatan lamun (individu/ m²)

3.4.8 Perhitungan Kandungan Karbon dalam Lamun

Perhitungan kandungan karbon dalam lamun (AS dan BS) dilakukan dengan metode pengabuan di laboratorium dengan metode yang digunakan terdiri dari tiga komponen perhitungan, yaitu kadar abu, kandungan bahan organik, dan kandungan karbon. Persentase kadar abu ditentukan dengan rumus (Helrich, 1990):

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

Keterangan:

a = berat cawan;

b = berat (cawan+sampel);

c = berat (cawan+abu)

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

$$\text{Kandungan Karbon} = \frac{\text{TOM}}{1.724}$$

dengan 1.724 = konstanta nilai bahan organik bahan total

Sementara itu cadangan karbon (carbon stock) dihitung dengan memperhatikan faktor luas area padang lamun.

3.4.9 Perhitungan berat karbon sedimen

Sebelum dilakukan perhitungan besaran nilai karbon sedimen, terlebih dahulu dilakukan perhitungan nilai *dry bulk density* (Kauffman & Donato 2012):

$$\text{Dry bulk density} = \frac{\text{Berat kering sampel (g)}}{\text{Volume sampel (cm}^3\text{)}}$$

Volume sampel sedimen merupakan volume awal sedimen yang merupakan hasil perkalian dari luasan alat yang digunakan (bor sedimen) dan tinggi sedimen. Setelah itu sampel dikeringkan untuk mendapatkan nilai berat kering. Sampel dihaluskan sesuai keperluan dan dianalisis untuk mendapatkan nilai konsentrasi C organik (% karbon organik).

Perhitungan untuk mendapatkan besaran kandungan karbon dalam sedimen dalam setiap interval kedalaman adalah sebagai berikut (Kauffman and Donato 2012) :

$$\text{Karbon sedimen A (Mg C ha}^{-1}\text{)} = \text{dry bulk density (g cm}^{-3}\text{)} \times \text{interval A (cm)} \times \%$$

Catatan: % C dalam nilai bulat (bukan desimal) yaitu misal kandungan karbon organik 4 % maka yang dipakai 4 bukan 0,04

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan nilai karbon organik di sedimen adalah:

1. Panjang sedimen yang diambil dalam satu bor/core
2. kedalaman sub sampel dan ketebalan sedimen sesungguhnya (setelah dihitung dengan memperhatikan kompaksi)
3. dry bulk density
4. kandungan % karbon organik

Jika dalam satu *core* yang panjang sedimen terambil adalah 20 cm dan dibagi dengan 2 interval kedalaman (A dan D) maka nilai karbon sedimen (KS) dalam satu bor adalah:

$$\text{Karbon sedimen (Mg C/ha)} = \text{KS A} + \text{KS B}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Adrim, Mohammad. 2006. “Asosiasi Ikan Di Padang Lamun.” *Oseana* 31(4): 1–7.
- Astria, Fanny, Mery Subito, And Deny Wiria Nugraha. 2014. “Rancang Bangun Alat Ukur PH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway.” *Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah*.
- Apramilda, Riesna. 2011. “Status Temporal Komunitas Lamun Dan Keberhasilan Transplantasi Lamun Pada Kawasan Rehabilitasi Di Pulau Pramuka Dan Harapan, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta [Skripsi].” *Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor*.
- Azkab, Muhammad Husni. 2000. “Struktur Dan Fungsi Pada Komunitas Lamun.” *Oseana* 3(25): 9–17.
- [APHA]. 2012. *Standard Methods for The Examination of Water and Waste Water 22nd Edition*. Ohio (US): AWWA; WEA.
- Baeti, Tiara Nur Baeti, Retno Hartati Hartati, And Ita Riniatsih Riniatsih. 2019. “Potensi Simpanan Karbon Pada Lamun Cymodocea Serrulata Di Pantai Prawean, Jepara.” *Journal Of Marine Research* 8(1): 19–26.
- Bahsin, S. Lestari, and D. Kurniawan Febrianti. 2016. ‘Pengelolaan Ekosistem Padang Lamun Berbasis Pemanfaatan Perikanan Di Kampung Kampe Desa Malang Rapat Kabupaten Bintan’.
- Baihaqi, Refaldi. 2019. ‘Konservasi Jenis Lamun Di Kawasan Perairan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, Provinsi Dki Jakarta’. *Jurnal Geografi Gea* 19(1): 42–47.
- Bengen, Dietrich G. 2001. “Ekosistem Dan Sumberdaya Alam Pesisir Dan Laut.” *Synopsis. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir Dan Lautan, Institutt Pertanian Bogor. Bogor, Iii* 62.

- Brower, JE, JH Zar, And C Von Ende. 1990. "General Ecology. Field And Laboratory Methods. Wm. C."
- Dahuri, Rokhmin. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut: Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama.
- Dahuri, Rokhmin, Jacub Rais, S. Putra Ginting, And Dan MJ Sitepu. 2001. "Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir Dan Lautan Secara Terpadu." *PT. Pradnya Paramita*. Jakarta 328.
- Dermawan, A., N. N. Wiadnyana, And S. Dodik. 2015. "Pedoman Identifikasi Dan Monitoring Populasi Kuda Laut." *Direktorat Dirjen Konservasi Dan Keanekaragaman Hayati Laut, Direktorat Jenderal Pengelolaan Ruang Laut, Kementerian Kelautan Dan Perikanan, Jakarta. Effendie, MI*.
- Dewi, Nurul Kusuma, And Sigit Ari Prabowo. 2015. "Status Padang Lamun Pantai- Pantai Wisata Di Pacitan." *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 3(1): 53–59.
- Dewi, Citra Satrya Utama, Mr Sukandar, Beginer Subhan, And Dondy Arafat. 2018. "Distribusi Habitat Pakan Dugong, Dan Ancamannya Di Pulau-Pulau Kecil Indonesia." *JFMR-Journal Of Fisheries And Marine Research* 2(2): 128–136.
- Djaenudin, Deden, Elvida Yosefi Suryandari, And Aneka Prawesti Suka. 2015. "Strategi Penurunan Risiko Kegagalan Implementasi Pengurangan Emisi Dari Deforestasi Dan Degradasi Hutan Di Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan." *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan* 12(2): 173–188.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Kanisius.

- Faiqoh, Elok, Dwi Budi Wiyanto, And I. Gede Budi Astrawan. 2017. "Peranan Padang Lamun Selatan Bali Sebagai Pendukung Kelimpahan Ikan Di Perairan Bali." *Journal Of Marine And Aquatic Sciences* 3(1): 10–18.
- Fourqurean, J., John Boone Kauffman, Beverly J. Johnson, Hilarry Kennedy. 2014. "Conceptualizing The Project And Developing A Field Measurement Plan." *Coastal Blue Carbon: Methods For Assessing Carbon Stocks And Emissions Factors In* 15: 25–38.
- Fuady, Muhammad Faiz, And Mustofa Nitispardjo. 2013. "Pengaruh Pengelolaan Kualitas Air Terhadap Tingkat Kelulushidupan Dan Laju Pertumbuhan Udang Vaname (*Litopenaeus Vannamei*) Di PT. Indokor Bangun Desa, YOGYAKARTA." *Management Of Aquatic Resources Journal* 2(4): 155– 162.
- Ganefiani, Ajeng, Suryanti Suryanti, And Nurul Latifah. 2019. "Potensi Padang Lamun Sebagai Penyerap Karbon Di Perairan Pulau Karimunjawa, Taman Nasional Karimunjawa (Ability Of Seagrass Beds As Carbon Sink In The Waters Of Karimunjawa Island, Karimunjawa National Park)." *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal Of Fisheries Science And Technology* 14(2): 115–122.
- Gosary, Benny Audi Jaya, And Abdul Haris. 2013. "Studi Kerapatan Dan Penutupan Jenis Lamun Di Kepulauan Spermonde."
- Graha, Yoga Ibnu, I. Wayan Arthana, And I. Wayan Gede Astawa Karang. 2016. "Simpanan Karbon Padang Lamun Di Kawasan Pantai Sanur, Kota Denpasar." *ECOTROPHIC: Jurnal Ilmu Lingkungan (Journal Of Environmental Science)* 10(1): 46–53.
- Gunawan, Jessica Viny, Maxi Parengkuhan, And Firman Zulpikar. 2019. "Estimasi Stok Karbon Pada Biomassa Lamun Di Pulau Semak Daun, Kepulauan Seribu." *OLDI (Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia)* 4(2): 89–99.

- Hamuna, B., R. H. R. Tanjung, And Maury HK Suwito, Allianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura.” *Jurnal Ilmu Lingkungan* 16(1): 35–43.
- Hartati, Retno, Ali Junaedi, Hariyadi Hariyadi, And Mujiyanto Mujiyanto. 2012. “Struktur Komunitas Padang Lamun Di Perairan Pulau Kumbang, Kepulauan Karimunjawa (Seagrass Community Structure Of Kumbang Waters-Karimunjawa Islands).” *Ilmu Kelautan: Indonesian Journal Of Marine Sciences* 17(4): 217–225.
- Harimbi, Ken Asti, Nur Taufiq-Spj, And Ita Riniatsih. 2019. “Potensi Penyimpanan Karbon Pada Lamun Spesies Enhalus Acoroides Dan Cymodocea Serrulata Di Perairan Jepara.” *Buletin Oseanografi Marina* 8(2): 109–115.
- Hartati, Retno, Ibnu Pratikto, And Tria Nidya Pratiwi. 2017. “Biomassa Dan Estimasi Simpanan Karbon Pada Ekosistem Padang Lamun Di Pulau Menjangan Kecil Dan Pulau Sintok, Kepulauan Karimunjawa.” *Buletin Oseanografi Marina* 6(1): 74–81.
- Helrich, Kenneth. 1990. *Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists*. Association Of Official Analytical Chemists.
- Herawati, Vivi Endar. 2008. “Analisis Kesesuaian Perairan Segara Anakan Kabupaten Cilacap Sebagai Lahan Budidaya Kerang Totok (Polymesoda Erosa) Ditinjau Dari Aspek Produktifitas Primer Menggunakan Penginderaan Jauh.” Phd Thesis. Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

- Hernawan, U.E., Nurul, DMS, Indarto H Supriyadi, Suyarso, Marindah Yulia Iswari, Kasih Anggraini, Rahmat. 2017. “Status Padang Lamun Indonesia 2017.” *Pusat Penelitian Oseanografi (LIPI), Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia*.
- Hitalessy, Reinier B., Amin S. Leksono, And Endang Y. Herawati. 2015. “Struktur Komunitas Dan Asosiasi Gastropoda Dengan Tumbuhan Lamun Di Perairan Pesisir Lamongan Jawa Timur.” *Indonesian Journal Of Environment And Sustainable Development* 6(1).
- Honda, Kentaro, Miguel Fortes, Wilfredo Uy. 2013. “Habitat Use By Fishes In Coral Reefs, Seagrass Beds And Mangrove Habitats In The Philippines.” *Plos One* 8(8).
- Hutomo, M., And A. Nontji. 2014. “Panduan Monitoring Padang Lamun.” *Jakarta: COREMAP CTI LIPI*.
- Juraij, Juraij, Dietrich G. Bengen, And Mujizat Kawaroe. 2014. “Keanekaragaman Jenis Lamun Sebagai Sumber Pakan Dugong Dugon Pada Desa Busung Bintan Utara Kepulauan Riau.” *Omni-Akuatika* 10(2).
- Kauffman, J. Boone, And Daniel C. Donato. 2012. *Protocols For The Measurement, Monitoring And Reporting Of Structure, Biomass, And Carbon Stocks In Mangrove Forests*. Citeseer.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. 2004. “Keputusan Menteri Negara Dan Lingkungan Hidup No. 200 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku Kerusakan Dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun.” *Kriteria Baku Kerusakan Dan Pedoman Penentuan Status Padang Lamun* 16.

- Kiswara, W. 2017. "Perspektif Lamun Dalam Produktifitas Hayati Pesisir." *Makalah Disampaikan Pada Lokakarya Nasional 1 Pengelolaan Ekosistem Lamun "Peran Ekosistem Lamun Dalam Produktifitas Hayati Dan Meregu*lasi Perubahan Iklim 18.
- Kusmana, Cecep, And Supiandi Sabiham. 1992. "An Estimation Of Above Ground Tree Biomass Of A Mangrove Forest In East Sumatra, Indonesia." *Tropics* 1(4): 243–257.
- Kuo, John. 2007. 'New Monoecious Seagrass of *Halophila Sulawesii* (Hydrocharitaceae) from Indonesia'. *Aquatic Botany* 87(2): 171–175.
- Larkum, A. W., Robert J. Orth, And Carlos M. Duarte. 2006. *Seagrasses*. Springer.
- Latuconsina, Husain. 2011. "Komposisi Jenis Dan Struktur Komunitas Ikan Padang Lamun Di Perairan Pantai Lateri Teluk Ambon Dalam." *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan* 4(1): 30–36.
- Lavery, Paul S., Miguel-Ángel Mateo, Oscar Serrano, And Mohammad Rozaimi. 2013. "Variability In The Carbon Storage Of Seagrass Habitats And Its Implications For Global Estimates Of Blue Carbon Ecosystem Service." *Plos One* 8(9).
- Long, Brian G., Timothy D. Skewes, And Ian R. Poiner. 1994. "An Efficient Method For Estimating Seagrass Biomass." *Aquatic Botany* 47(3–4): 277–291.
- Listiawati, Vina. 2018. "Peran Lamun Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Pesisir." In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, And Learning*, , 750–754.

- Macreadie, PI., ME, Baird, SM. Trevathan-Tackett, AWD. Larkum, PJ. Raplph., 2014. “Quantifying And Modelling The Carbon Sequestration Capacity Of Seagrass Meadows—A Critical Assessment.” *Marine Pollution Bulletin* 83(2): 430–439.
- Manca, Eleonora, Ivan Cacera, JM, Alsina. Vicky Stratigaki, Ian H Townend and Carl L. Amos. 2012. “Wave Energy And Wave-Induced Flow Reduction By Full- Scale Model Posidonia Oceanica Seagrass.” *Continental Shelf Research* 50: 100–116.
- Maniagasi, Richard, Sipriana S. Tumembouw, And Yoppy Mudeng. 2013. “Analisis Kualitas Fisika Kimia Air Di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara.” *E-Jurnal BUDIDAYA PERAIRAN* 1(2).
- Mashoreng, Supriadi. Sheryl Alprianti, Wasir Samad, Rantih Isyriini, dwi Fajriati Inaku. 2019. “Serapan Karbon Lamun Thalassia Hemprichii Pada Beberapa Kedalaman.” *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE* 5(1).
- McKenzie, LJ., Campbell, SJ and Order, CA. 2003. Seagrass-Watch: Manual for Mapping and Monitoring Seagrass Resources by Community (citizen) Volunteers. 2nd edition. Departement of Primary Industries Quensland, Northern Fisheries Centre. PO Box 5396 Caims Qld 4870. CRC Reefs, PO Box 772, Townsville Qld 4810
- McKenzie, LJ, 2008. ‘Seagrass Educators Handbook’. Northern Fisheries Centre. Australia (AU).
- Melialala, Amos Christoper. 2016. “Studi Tutupan Dan Kerapatan Lamun Di Desa Sitardas Kecamatan Badiri Kabupaten Tapanuli Tengah.”

Michael, Githaiga1 N., James G. Kairo, Linda Gilpin, And Mark Huxham. 2017. “Carbon Storage In The Seagrass Meadows Of Gazi Bay, Kenya.”

Mulyono, Mugi, Rian Firdaus, and Cut MN Alka. 2018. 1 Sumberdaya Hayati Laut Indonesia: Sebuah Pengantar Sumber Daya Hayati Laut Indonesia. STP Press

Mustofa, Arif. 2015. “Kandungan Nitrat Dan Pospat Sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai.” *Jurnal Disprotek* 6(1).

Nellemann, Christian, Monika MacDevette, Ton Manders, Bas Eickhout, Birger Svihus, Anne Gerdien Prins, Bjorn P Kaltenborn. 2009. “The Environmental Food Crisis–The Environment’s Role In Averting Future Food Crises. A UNEP Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID- Arendal.” *Birkeland Trykkeri AS, Norway*: 1–104.

Nellemann, Christian, And Emily Corcoran. 2009. *Blue Carbon: The Role Of Healthy Oceans In Binding Carbon: A Rapid Response Assessment*. UNEP/Earthprint.

Noor, Alfian, Paulina Taba, And Nursiah La Nafie. 2012. “Peta Asam Lemak Berbagai Spesies Lamun (Seagrass) Di Pantai Kabupaten Donggala.” *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia* 10(1): 71–79.

Nugraha, Aditya Hikmat Et Al. 2019. “Relationship Of Distribution Seagrass Species With Dugong (Dugong Dugon) Sighting At Liki Island-Papua.” *Omni- Akuatika* 15(2).

Nurzahraeni. 2104. ‘Keragaman Jenis Dan Kondisi Padang Lamun di Perairan Pulau Panjang Kepulauan Derawan Kalimantan Timur’. Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, Makassar

Praptisih, Praptisih, And Yudawati Cahyarini. 2016. “Sedimen Sebagai Arsip Perubahan Lingkungan.” *Jurnal Geologi Kelautan* 10(1): 53–58.

Priosambodo D., Nadiarti Nurdin, Khairul Amri, Yusran Nurdin Massa, Amarullah Saleh. 2017. “Penampakan Duyung (*Dugong Sighting*) Di Kepulauan Spermonde Sulawesi Selatan.” *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE* 3(1).

Rahmawati, Susi, Andri Irawan, Indarto H. Supriyadi, And M. H. Azkab. 2014. “Panduan Monitoring Padang Lamun.” *Bogor: COREMAP-CTI Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Retrieved From Coremap. Or. Id/Downloads/Lamun- 27022015. Pdf.*

Rahmawati, Susi. 2011. “Estimasi Cadangan Karbon Pada Komunitas Lamun Di Pulau Pari, Taman Nasional Kepulauan Seribu, Jakarta.” *Jurnal Segara* 7(1): 1–12.

Rappe, Rohani Ambo. 2010. “Struktur Komunitas Ikan Pada Padang Lamun Yang Berbeda Di Pulau Barrang Lompo Fish Community Structure In Different Seagrass Beds Of Barrang Lompo Island.” *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis* 2(2): 63.

Rawung, Stevani, Ferdinand F. Tilaar, And Ari B. Rondonuwu. 2018. ‘The Inventory Of Seagrasses In Marine Field Station Of Faculty Of Fisheries And Marine Science In Subdistrict Of East Likupang District North Minahasa’. *JURNAL ILMIAH PLATAX* 6(2): 38–45

- Riniatsih, Ita. 2016. "Distribusi Jenis Lamun Dihubungkan Dengan Sebaran Nutrien Perairan Di Padang Lamun Teluk Awur Jepara." *Jurnal Kelautan Tropis* 19(2): 101–107.
- Riniatsih, Ita, And Munasik Munasik. 2017. "Keanekaragaman Megabentos Yang Berasosiasi Di Ekosistem Padang Lamun Perairan Wailiti, Maumere Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur." *Jurnal Kelautan Tropis* 20(1): 56–59.
- Rosalina, Dwi, Endang Yuli Herawati, Yenny Risjani, And Muhammad Musa. 2018. "Keanekaragaman Spesies Lamun Di Kabupaten Bangka Selatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung." *Enviroscienteae* 14(1): 21–28.
- Rukminasari, Nita, Nadiarti Nadiarti, And Khaerul Awaluddin. 2014. "Pengaruh Derajat Keasaman (pH) Air Laut Terhadap Konsentrasi Kalsium Dan Laju Pertumbuhan Halimeda Sp." *Jurnal Administrasi Dan Kebijakan Kesehatan Indonesia* 24(1): 105669.
- Rustam, A. 2017. "Kontribusi Lamun Dalam Regulasi Karbon Dan Stabilisasi Ekosistem.[Disertasi]." *Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.*
- Sahabuddin, Hartina, Donny Harisuseno, And Emma Yuliani. 2014. "Analisa Status Mutu Air Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Wanggu Kota Kendari." *Jurnal Teknik Pengairan* 5(1): 19–28.
- Satrya, Citra., Muhammad Yusuf, Muhandis Shidqi, Beginer Subhan, Dondy Arafat, Fitryah Anggraeini. 2012. "Keragaman Lamun Di Teluk Banten, Provinsi Banten." *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan* 3(2): 29–34.

- Septian, Efika Ajeng, Diana Azizah, And Tri Apriadi. 2016. “Tingkat Kerapatan Dan Penutupan Lamun Di Perairan Desa Sebong Pereh Kabupaten Bintan.” *Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji*.
- Setiawan, Firman, Syawaludin A. Harahap, Yuli Andriani, And Andreas A. Hutahaean. 2012. “Deteksi Perubahan Padang Lamun Menggunakan Teknologi Penginderaan Jauh Dan Kaitannya Dengan Kemampuan Menyimpan Karbon Di Perairan Teluk Banten.” *Jurnal Perikanan Kelautan* 3(3).
- Sianu, Novi Efrianti, Femy M. Sahami, And Faizal Kasim. 2014. “Keanekaragaman Dan Asosiasi Gastropoda Dengan Ekosistem Lamun Di Perairan Teluk Tomini.” *Jurnal Nike* 2(4).
- Sudarto. 1993. “Pembuatan alat pengukur arus secara sederhana”. *Oseana*. 18(1): 35-44.
- Sudiarsa, I. Nyoman. 2012. ‘Analisis Struktur Komunitas dan Produktivitas Lamun di Perairan Pulau Lima Kelapa, Teluk Banten’. PhD Thesis. Universitas Terbuka
- Suhud, M. Aris, A. Pratomo, And F. Yandri. 2012. “Struktur Komunitas Lamun Di Perairan Pulau Nikoi.” *Universitas Raja Ali Haji. Riau* 9.
- Susana, Tjutju. 2009. “Tingkat Keasaman (PH) Dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane.” *Jurnal Teknologi Lingkungan Universitas Trisakti* 5(2): 33–39.
- Syari, I. A. 2005. “Asosiasi Gastropoda Di Ekosistem Padang Lamun Perairan Pulau Lepar Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.” *Skripsi. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor* 68.

- Syawal, Andi Muhammad. 2019. "Laju Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Lamun Hasil Transplantasi Di Perairan TELUK Kendari." *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)* 4(2).
- Syukri, Muhammad. 2016. "Kajian Pemijahan Berulang Terhadap Kualitas Telur Kuda Laut (*Hippocampus Barbouri*) Dalam Wadah Terkontrol." *Jurnal Galung Tropika* 5(1): 52–62.
- Syukur, Abdul. 2015. 'Distribusi, Keragaman Jenis Lamun (Seagrass) dan Status Konservasinya di Pulau Lombok'. *Jurnal Biologi Tropis* 15(2)
- Trialfhiaty T. I. 2013. 'Kondisi Padang Lamun Pulau Serangan Bali'. *Bumi Lestari Journal of Environment* 5(2).
- Tuwo, Ambo. 2011. *Pengelolaan Ekowisata Pesisir Dan Laut: Pendekatan Ekologi, Sosial-Ekonomi, Kelembagaan, Dan Sarana Wilayah*. Brilian Internasional.
- Umar, Bello, And Hamza Kankiya. 2004. "Beyond The Poverty Alleviation Programmes: Towards A New Framework For Managing Natural Resources In Nigeria." *In Annual Conference On Tropical And Subtropical Agricultural And Natural Resource Management, Agricultural And Horticultural Faculty, Humboldt-Universität Zu Berlin, 5–7 October*, Citeseer.
- Utama, Abdino Putra, Nirwani Soenardjo, And Hadi Endrawati. 2019. "Komposisi Perifiton Pada Daun Lamun Enhalus Acoroides, Royle 1839 (Angiosperms: Hydrocharitaceae) Dan Thalassia Hemrpichii, Ascherson 1871 (Angiosperms: Hydrocharitaceae) Di Perairan Teluk Awur, Jepara." *Journal Of Marine Research* 8(4): 340–345.

- Uthbah, Zinatul, Eming Sudiana, And Edy Yani. 2017. "Analisis Biomasa Dan Cadangan Karbon Pada Berbagai Umur Tegakan Damar (Agathis Dammara (Lamb.) Rich.) Di KPH Banyumas Timur." *Scripta Biologica* 4(2): 169248.
- Wagey, Billy T., And Webi Sake. 2013. "Variasi Morfometrik Beberapa Jenis Lamun Di Perairan Kelurahan Tongkeina Kecamatan Bunaken." *Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis* 1(3): 36–44.
- Wahyudin, Yudi, Tridoyo Kusumastanto, Luky Adrianto, And Yusli Wardiatno. 2017. "Jasa Ekosistem Lamun Bagi Kesejahteraan Manusia." *Omni-Akuatika* 12(3).
- Wati, T. Kurnia. 2013. "Keanekaragaman Gastropoda Di Padang Lamun Perairan Desa Pengudang Kabupaten Bintan.[Skripsi]." Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. *Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjungpinang*.
- Widodo, E., Arief, P., & Chandra, J. K. 2012. Keanekaragaman Jenis Dan Pola Sebaran Lamun Di Perairan Teluk Dalam Kabupaten Bintan. *Jurusian Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan. Universitas Maritim Raja Ali Haji. Tanjung Pinang*

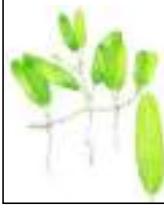
Lampiran 1. Jenis Lamun Yang Ditemukan di Indonesia

No.	Jenis Lamun	Ciri-ciri	Habitat dan Penyebaran	Gambar
1.	<i>Halodule pinifolia</i>	Tanaman lurus mirip dengan <i>Halodule uninervis</i> . Daun panjang seluruhnya dan beberapa lebih bulat pada bagian ujung dan sempit ada bagian dasar (panjang 5–20 cm, lebar 0,8–1,5 mm) (Rampai, 2016). Rhizoma memiliki diameter 1 mm, daun 2–3, panjang 15 cm dan lebar tidak lebih dari 1 mm (Syukur, 2015).	<i>Halodule pinifolia</i> tumbuh di substrat pasir berlumpur dari daerah pesisir hingga ke arah tengah perairan (Bahsin dan Febranti, 2016).	 (Nurzahraeni, 2014)
2.	<i>Halodule uninervis</i>	Memiliki rhizoma berukuran kecil dan berwarna putih. <i>Halodule uninervis</i> memiliki karakteristik tulang daun yang tidak lebih dari tiga, ciri khas spesies ini adalah ujung daun yang berbentuk seperti trisula. Rata-rata panjang daun 37,83 mm dan rata-rata lebar daun 2,22 mm (Rawung <i>et al.</i> , 2018).	<i>Halodule uninervis</i> pada daerah ini tumbuh pada substrat pasir berlumpur (Rawung <i>et al.</i> , 2018).	 (Nurzahraeni, 2014)
3.	<i>Cymodocea rotundata</i>	Memiliki buah yang berbulu tanpa tangkai. <i>Cymodocea rotundata</i> memiliki daun lurus, panjang dan memiliki 1 tulang tengah daun yang tidak menonjol serta seludang daun tertutup sempurna. Ujung daun <i>Cymodocea rotundata</i> berbentuk huruf m, tepi daun halus tidak bergerigi (Sudiarsa, 2012).	Lamun ini memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi pada perairan terbuka dan dangkal serta akan tumbuh dengan baik pada perairan yang rendah gangguan substrat terutama substrat yang berlumpur (Widodo <i>et al.</i> , 2012).	 (Nurzahraeni, 2014)
4.	<i>Cymodocea serulata</i>	Tunas tumbuh pada setiap nodus rhizoma, terdapat 2–5 helai daun pada setiap tunas. Muncul bekas luka yang merupakan perkembangan dari pelepas daun yang membentuk cincin sepanjang batang (Rawung <i>et al.</i> , 2018).	Habitat lamun ini tumbuh pada substrat pasir berlumpur atau pasir dari pecahan karang pada daerah pasang surut (Baihaqi, 2019).	 (Nurzahraeni, 2014)

Lampiran 1. Lanjutan

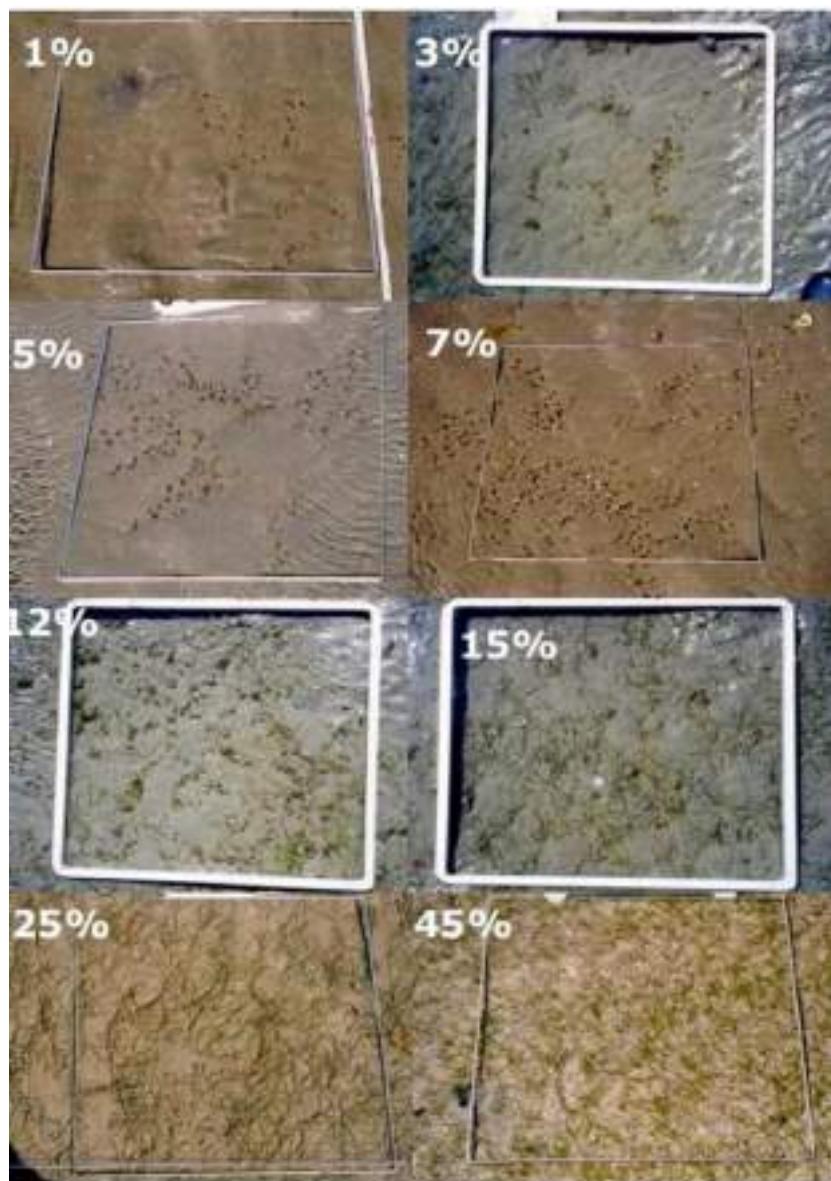
No.	Jenis Lamun	Ciri-ciri	Habitat dan Penyebaran	Gambar
6.	<i>Thalasodendron ciliatum</i>	Memiliki daun yang berbentuk sabit. Rhizoma sangat keras dan berkayu. Terdapat bekas-bekas goresan diantara rhizoma dan tunas (Nurzahraeni, 2014).	Ditemukan di batu karang atau substrat karang dan umumnya hidup diperaian dangkal (McKenzie, 2008).	 (Nurzahraeni, 2014)
7.	<i>Enhalus acoroides</i>	<i>Enhalus acoroides</i> memiliki rambut-rambut berwarna hitam yang tumbuh pada rhizoma dan memiliki akar yang banyak (Rawung <i>et al.</i> , 2018). <i>Enhalus acoroides</i> memiliki rhizoma (batang) yang tertanam di dalam substrat, mempunyai daun sebanyak 3 atau 4 helai yang berasal langsung dari rhizoma (Wagey dan Sake, 2013).	Jenis ini dapat ditemukan di sepanjang Indo-Pasifik barat di daerah tropis (Nurzahraeni, 2104). <i>Enhalus acoroides</i> dapat tumbuh pada substrat pasir, pasir berlumpur dan pasir pecahan karang (Rawung <i>et al.</i> , 2018).	 (Nurzahraeni, 2014)
8.	<i>Thalassia hemprichii</i>	<i>Thalassia hemprichii</i> memiliki rimpang (rhizoma) yang berwarna coklat atau hitam dengan ketebalan 1–4 mm dan panjang 3–6 cm. Setiap nodus ditumbuhi oleh satu akar dimana akar tersebut dikelilingi oleh rambut kecil yang padat (Sudiarsa, 2012). Setiap tegakannya mempunyai 2–5 halaian daun dengan daun yang membulat, panjang 6–30 cm dan lebar 5–10 mm (Latuconsina, 2002).	Jenis lamun ini tumbuh pada substrat pasir berlumpur, pasir kasar dan pecahan karang (Trialfhianty, 2013).	 (Nurzahraeni, 2014)

Lampiran 1. Lanjutan

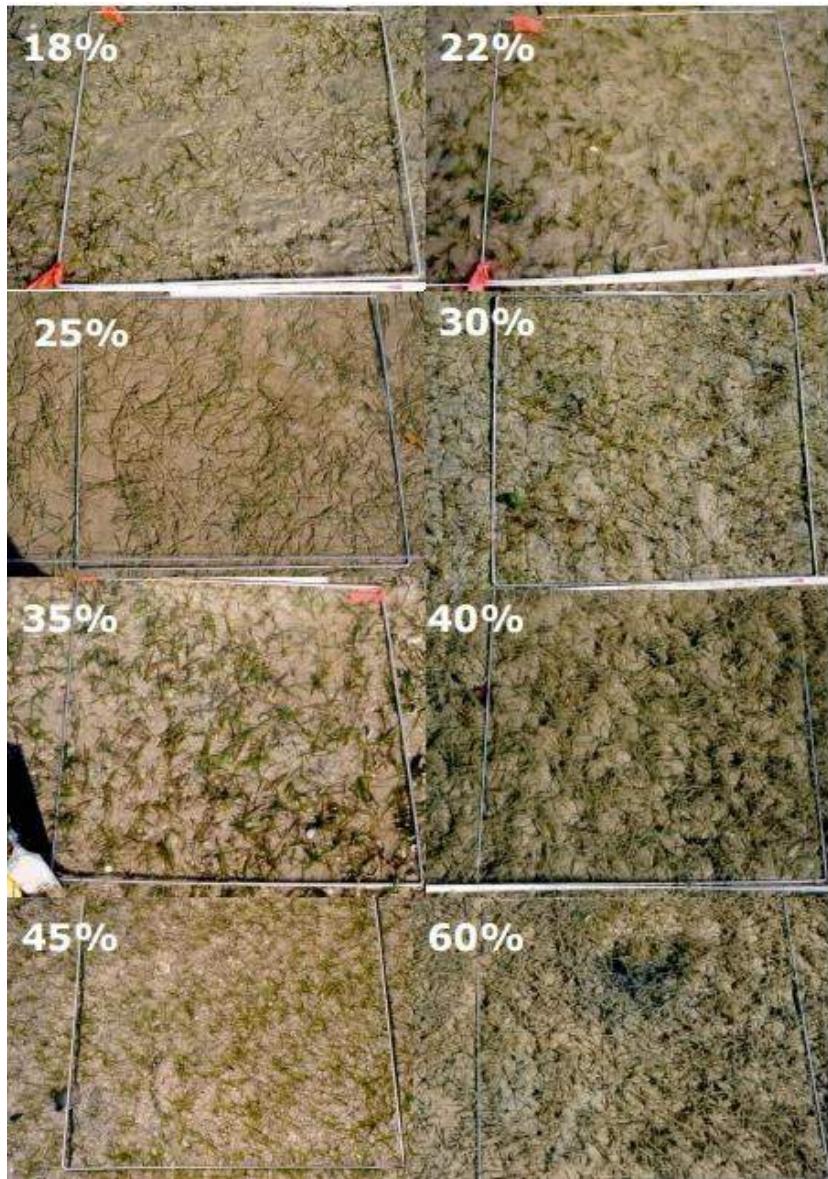
No.	Jenis Lamun	Ciri-ciri	Habitat dan Penyebaran	Gambar
10.	<i>Halophila decipiens</i>	Helai daun lonjong / berbentuk bulat panjang, lebar 5 mm dan panjang sekitar 1,0–2,5 cm. Helai daun yang berambut dan urat daun berada di tengah. Ada 6–9 pasang lintas urat daun. Pinggir helai daun bergerigi halus mengikuti panjang daun. Rhizoma berambut. <i>Halophila decipiens</i> terlihat kotor karena endapan yang menempel pada rambut dari daun (Mulyono <i>et al.</i> , 2018)	Ditemukan di daerah subtidal kedalaman (> 10m) (McKenzie, 2008).	 (Nurzahraeni, 2014)
11.	<i>Halophila minor</i>	<i>Halophila minor</i> memiliki bentuk daun oval seperti telur, berukuran kecil dengan tangkai daun berpasangan pada setiap nodus, tulang daun kurang dari delapan dan memiliki rhizoma berwarna putih dan berukuran kecil (Rawung <i>et al.</i> , 2018). <i>Halophila minor</i> memiliki daun yang berbentuk bulat panjang dengan panjang daun sekitar 0,5–1,5 cm (Nurzahraeni, 2014).	Jenis lamun ini tumbuh pada substrat berpasir dan berlumpur (Syukur, 2015).	 (Nurzahraeni, 2014)
12.	<i>Halophila ovalis</i>	Permukaan daun tidak berambut, seperti semanggi, berpasangan dengan tangkai pada tiap ruas dari rimpang (Baihaqi, 2019). Karakteristik jenis ini memiliki sepasang daun yang berbentuk oval atau oblong, dengan ujung daun bulat. Panjang rhizoma 0,2–3,2 cm. Panjang daun berkisar antara 0,3–2,7 cm dengan lebar daun 0,5–1,6 cm (Wagey dan Sake, 2013).	Mampu tumbuh sampai kedalaman 25 m (Baihaqi, 2019).	 (Nurzahraeni, 2014)

Lampiran 2. Lembar Kerja Monitoring Ekosistem

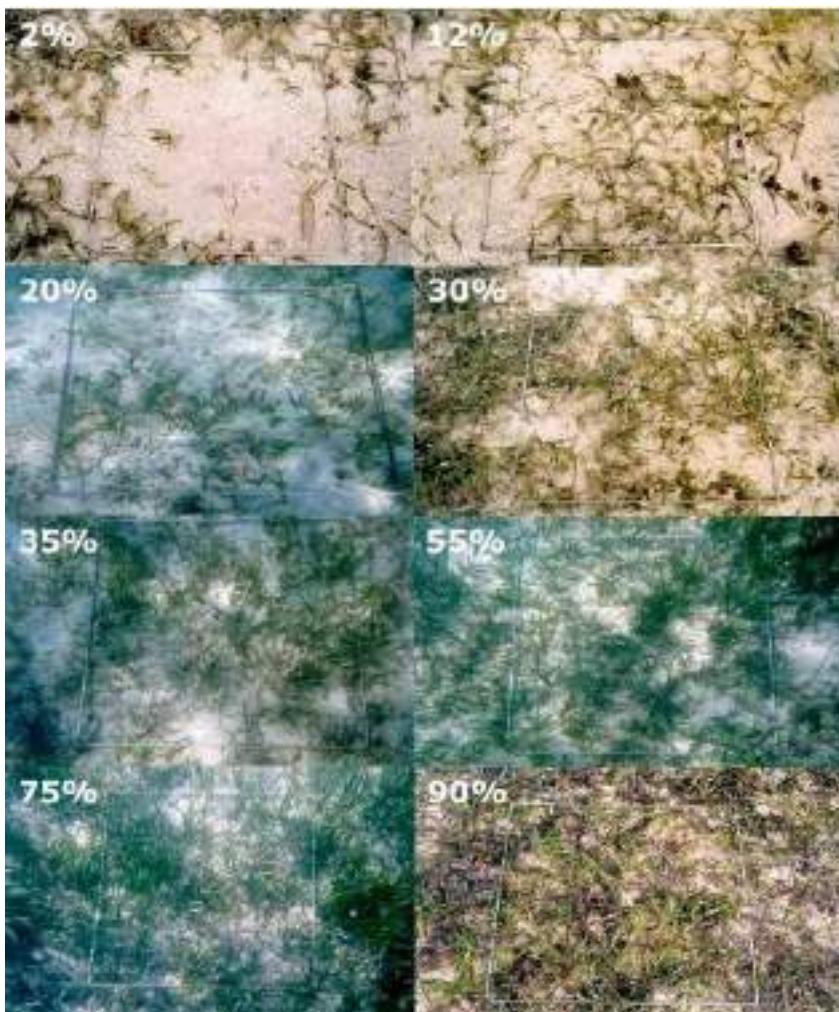
Lampiran 4. Persentase tutupan lamun (McKenzie *et al*, 2003)



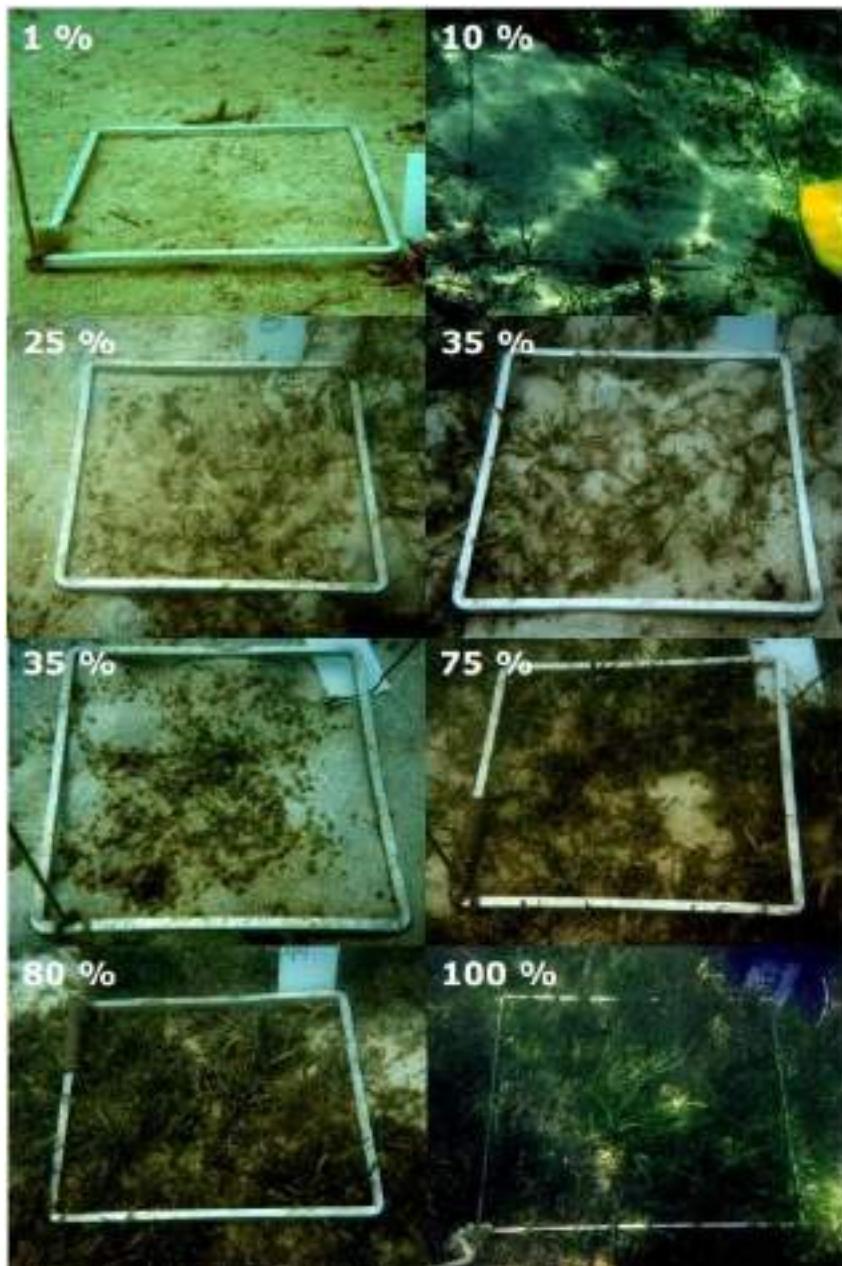
Lampiran 3. Lanjutan



Lampiran 3. Lanjutan



Lampiran 3. Lanjutan



Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem di wilayah pesisir yang mempunyai produktivitas primer yang relative tinggi dan mempunyai peranan yang penting untuk menjaga kelestarian dan keanekaragaman organisme laut. Lamun mempunyai fungsi bagi kehidupan dan penghidupan ikan yaitu, sebagai daerah asuhan dan perlindungan, sebagai makanan ikan-ikan itu sendiri dan sebagai padang pengembalaan atau tempat mencari makan (feeding ground). Ekosistem padang lamun dapat berkemampuan menyerap dan memindahkan jumlah besar karbon dari atmosfer setiap harinya, dan mengendapkannya dalam jaringan atau sedimen oksuk-waku yang lama, sehingga keberadaan lamun dibumi diharapkan juga dapat memberikan peranan lain secara optimai yaitu sebagai salah satu penyerap CO₂ dari atmosfer dalam kaitannya mendukung emisi karbon dalam proses pemanasan global.

Urutan yang terkandung dalam buku Metode dan Analisis Studi Ekosistem Lamun adalah membahas segala sesuatu tentang ekosistem lamun dan lingkungannya serta metode dan analisisnya yang dirinci secara sistematis sehingga memudahkan pembaca untuk mempelajarinya. Pembahasan dilengkapi dari bagian taksonomi, pengaruh iklim dan Blue Carbon, metode serta analisis pada ekosistem lamun.



EL-MARKAZI



0823-7733-8990



www.elmarkazi.com



www.elmarkazisitor.com



@penerbitelmarkazi

9789754232210010



9 78975 4232210010