

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Lamun

Lamun (*seagrass*) adalah salah satu tumbuhan laut yang termasuk tumbuhan sejati karena sudah dapat dibedakan antara batang, daun dan akarnya. Lamun adalah tumbuhan yang hidup diperairan yang dangkal. didefinisikan sebagai satu-satunya tumbuhan berbunga (*Angiospermae*) yang mampu beradaptasi secara penuh di perairan dengan salinitas cukup tinggi atau hidup terbenam di dalam serta berkembang biak dengan biji dan tunas (Lavery, *et al.*, 2013).

Pola hidup lamun sering berupa hamparan sehingga dikenal dengan istilah padang lamun (*seagrass bed*) yaitu hamparan vegetasi lamun yang menutupi suatu area pesisir/laut dangkal, terbentuk dari satu jenis atau lebih dengan kerapatan padat atau jarang. Sementara sistem (organisasi) ekologi padang lamun yang terdiri atas komponen biotik dan abiotik disebut ekosistem lamun (*seagrass ecosystem*). Habitat tempat hidup lamun adalah perairan dangkal agak berpasir dan sering juga dijumpai di terumbu karang dan mangrove (Kawaroe, *et al.*, 2016)

2.2 Biologi Lamun

2.2.1 Morfologi Lamun dan Struktur tumbuhan lamun

Morfologi lamun memiliki tingkat keanekaragaman yang tinggi antar general. Hampir sesemua jenis lamun memiliki rizoma yang telah berkembang dengan baik dan memiliki banetuk daun yang menjang juga ada yang seperti ikat pinggang kecuali jenis *Holophia* yang memiliki bentuk daun lonjong ataupun bulat.

Khusus untuk genera di daerah tropis memiliki morfologi yang berbeda sehingga pembedaan spesies dapat dilakukan dengan dasar gambaran morfologi dan anatomi. Lamun merupakan tumbuhan laut yang secara utuh

memiliki perkembangan sistem perakaran dan rhizoma yang baik. Pada sistem klasifikasi, lamun berada pada Sub kelas *Monocotyledoneae*, kelas *Angiospermae*. Dari 4 famili lamun yang diketahui, 2 berada di perairan Indonesia yaitu *Hydrocharitaceae* dan *Cymodoceae*. Famili *Hydrocharitaceae* dominan merupakan lamun yang tumbuh di air tawar sedangkan 3 famili lain merupakan lamun yang tumbuh di laut (Tangke, 2010).

Secara rinci klasifikasi lamun menurut den Hartog (1970) dan Menez, Phillips, dan Calumpang (1983) adalah sebagai berikut:

Divisi	: <i>Anthophyta</i>
Kelas	: <i>Angiospermae</i>
Famili	: <i>Potamogetonaceae</i>
Subfamili	: <i>Zosteroideae</i>
Genus	: <i>Zostera</i> <i>Phyllospadix</i> <i>Heterozostera</i>
Subfamili	: <i>Posidonioideae</i>
Genus	: <i>Posidonia</i>
Subfamili	: <i>Cymodoceoideae</i>
Genus	: <i>Halodule</i> <i>Cymodoceae</i> <i>Syringodium</i> <i>Amphibolis</i> <i>Thalassodendron</i>
Famili	: <i>Hydrocharitaceae</i>
Subfamili	: <i>Hydrocharitaceae</i>

A. Akar

Akar pada beberapa jenis lamun seperti *Holophila* dan *Halodule* berkarakter tipis (*fragile*) seperti rambut diameter

kecil, sedangkan spesies *Thalassodendrom* memiliki akar yang kuat dan berkayu dengan sel epidermal. Sebenarnya akar lamun berfungsi hampir sama dengan rumput di darat yang menyesuaikan dengan lingkungan pada perairan.

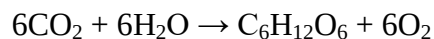
Akar-akar halus yang tumbuh di bawah permukaan rhizoma, dan memiliki adaptasi khusus (contoh: *aerenchyma*, sel epidermal) terhadap lingkungan perairan. Semua akar memiliki pusat *stele* yang dikelilingi oleh endodermis. *Stele* mengandung phloem (jaringan transport nutrien) dan *xylem* (jaringan yang menyalurkan air) yang sangat tipis. Karena akar lamun tidak berkembang baik untuk menyalurkan air maka dapat dikatakan bahwa lamun tidak berperan penting dalam penyaluran air. Patriquin (1972) menjelaskan bahwa lamun mampu untuk menyerap nutrien dari dalam substrat (*interstitial*) melalui sistem akar-rhizoma.

B. Rhizoma dan Batang

Semua lamun memiliki rizoma, walau pun pada *T. ciliatum* dengan percabangan simpodianya, memiliki rizoma kayu yang memungkinkan spesies ini hidup pada lingkungan karang. Struktur rhizoma dan batang lamun memiliki variasi yang sangat tinggi tergantung dari susunan saluran di dalam *stele*. Rhizoma, bersama sama dengan akar, menancapkan tumbuhan ke dalam substrat. Rhizoma seringkali terbenam di dalam substrat yang dapat meluas secara ekstensif dan memiliki peran yang utama pada reproduksi secara vegetatif. Reproduksi yang dilakukan secara vegetatif merupakan hal yang lebih penting daripada reproduksi dengan pembibitan karena lebih menguntungkan untuk penyebaran lamun. Rhizoma merupakan 60-80% biomasa lamun.

C. Daun

Sama seperti tumbuhan monokotil lainya daun-daunnya diproduksi dari meristem dasar yang terletak di bagian atas rhizoma dan pada rantingnya. Hal yang unik pada daun lamun adalah dengan tidak adanya stomata dan terlihatnya kutikula yang tipis. Kutikula berfungsi untuk menyerap zat hara, walaupun jumlahnya lebih sedikit dari yang diserap oleh akar dan batangnya. Lamun memiliki daun-daun tipis memanjang seperti pita yang mempunyai saluran. Bentuk daun seperti ini dapat memaksimalkan difusi gas dan nutrien antara daun dan air, juga memaksimalkan proses fotosintesis di permukaan daun. Daun menyerap hara langsung dari perairan di sekitarnya, mempunyai rongga untuk mengapung agar dapat berdiri tegak di air, tapi tidak banyak mengandung serta seperti tumbuhan rumput di darat. Reaksi fotosintesis pada daun adalah sebagai berikut:



2.2.2 Jenis dan sebaran jenis lamun

Tumbuhan lamun merupakan tumbuhan laut yang memiliki sebaran yang luas mulai dari benua artik sampai benua afrika dan selansia baru. Jumlahnya mencapai 58 jenis diseluruh dunia (Kuo dan Me Comb 1989) dengan konsentrasi utama ada di indo-pasifik. Pada perairan Indonesia sendiri terdapat 16 jenis yang terdiri atas 2 suku dan 7 marga. Jenis lamun yang dapat dijumpai adalah 12 jenis, yaitu *Enhalus acoroides*, *Cymodocea rotundata*, *C. serrulata*, *Halophila decipiens*, *H. ovalis*, *H. minor*, *H. spinulosa*, *Haludole pinifolia*, *H. uninervis*, *Syringodium isoetifolium*, *Thalassia hemprichii*, dan *Thalassodendron ciliatum*. Tiga jenis lainnya, yaitu *Halophila* Sulawesi merupakan jenis lamun baru

yang ditemukan oleh Kuo (2007), *Halophila becarii* yang ditemukan herbariumnya tanpa keterangan yang jelas, dan *Ruppia maritima* yang dijumpai koleksi herbariumnya dari Ancol-Jakarta dan Pasir Putih - Jawa Timur. (Rustam *et al.*2019)

2.2.3 Fungsi lamun

Padang lamun memiliki peranan penting dalam memelihara dan meningkatkan ekologi pada daerah pesisir dan laut. Secara ekologi ekosistem padang lamun mempunyai berbagai manfaat dalam ekosistem pesisir dan sangat menunjang dalam mempertahankan biodiversitas pesisir. Beberapa manfaat lamun yaitu sebagai stabilisator perairan, dengan fungsi sistem perakannya sebagai perangkap dan pengstabil sedimen dasar sehingga perairan menjadi lebih jernih (Tangke, 2010). Secara ekonomis lamun dapat dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan berupa anyaman, pupuk, bahan obat-obatan, dan daun-daun kering lamun dapat dimanfaatkan sebagai makanan ternak serta bahan dasar pembuatan tikar dan jaring ikan tradisional (Fachrul, 2007 ; Latul, 2011).

Fungsi Optimum padang lamun tercapai apabila kondisi lingkungan mendukung pertumbuhan dan perkembangan lamun. Padang lamun yang lebat dan sehat sangat berperan dalam kejernihan suatu perairan, dimana daun-daun akan menangkap partikel sedimen dan menstabilkan substrat dasar, sehingga apabila padang lamun dalam suatu perairan bagus maka karang dalam suatu perairan juga akan bagus. Lamun adalah tumbuhan yang menjadi penghasil (O_2) yang penting bagi biota laut. Secara langsung, keberadaan lamun didalam kawasan TNLKpS mendukung perikanan masyarakat (BTNLKpS, 2014).

Dalam beberapa tahun terakhir, peran lamun sebagai salah satu penyerap emisi karbon di perairan laut mulai didiskusikan (duerte *et al.*, 2005 ; kiswara, 2010) meskipun tumbuhan pantai (mangrove,

padang lamun dan rawah payau) luas totalnya kurang dari setengah persen dari luasan seluruh laut, ketiganya dapat mengunci lebih dari separuh karbon laut ke sedimen dasar laut. Dengan demikian, penyelamatan ekosistem padang lamun sangat penting tidak kalah strategis, dibanding dengan pengelolaan ekosistem terumbu karang (Nontiji, 2010). Padang lamun juga berperan seperti hutan di daratan dalam mengurangi karbondioksida (CO_2). Lamun seperti tanaman darat lainnya memanfaatkan karbondioksida (CO_2) untuk fotosintesis dalam pertumbuhannya dan disimpan dalam biomasa yang dikenal dengan blue carbon (Rustam, *et al.*, 2014).

2.3 Parameter Kualitas Air pada Ekosistem Lamun

Parameter kualitas perairan yang diukur memiliki dua parameter yaitu fisika dan kimia

2.3.1 Parameter Fisika Perairan

A. Suhu

Hutabarat dan Evans (1985) menyatakan bahwa suhu di lautan adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme, karena suhu sangat mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme-organisme tersebut.

Suhu merupakan salah satu faktor lingkungan yang memiliki peranan penting dalam mengendalikan ekosistem suatu perairan. Perubahan suhu suatu badan perairan, berdampak terhadap kehidupan yang ada di dalamnya. Perubahan suhu terhadap kehidupan lamun, antara lain dapat mempengaruhi metabolisme, penyerapan unsur hara dan kelangsungan hidup lamun. Pada kisaran suhu 25 - 30°C, fotosintesis bersih akan meningkat dengan meningkatnya suhu. Demikian juga respirasi lamun meningkat dengan meningkatnya suhu, namun dengan kisaran yang lebih luas

yaitu 5-35°C. Suhu memiliki penarikan yang sangat besar, suhu dapat mempengaruhi suhu mempengaruhi proses-proses fisiologi yaitu fotosintesis, laju respirasi, pertumbuhan dan reproduksi. Proses-proses fisiologi tersebut akan menurun tajam apabila suhu perairan berada diluar kisaran tersebut

Menurut Nontji (1993), pengaruh suhu terhadap sifat fisiologi organisme perairan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi fotosintesis. Suhu rata-rata untuk pertumbuhan lamun berkisar antara 24-27°C. Suhu air dibagian pantai biasanya sedikit lebih tinggi dari pada yang di lepas pantai, suhu air permukaan di perairan nusantara umumnya berada dalam kisaran 28-30 °C sedangkan pada lokasi yang sering terjadi kenaikan air (*upwelling*) seperti Laut Banda, suhu permukaan bisa menurun sekitar 25 °C.

B. Salinitas

Salinitas adalah total konsentrasi ion-ion terlarut yang terdapat di perairan. Salinitas dinyatakan dalam satuan promil (‰). Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰, perairan payau antara 0,5‰ - 30‰, dan perairan laut 30‰ - 40‰. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai

Hutomo (1999) menjelaskan bahwa lamun memiliki kemampuan toleransi yang berbeda terhadap salinitas, namun sebagian besar memiliki kisaran yang lebar yaitu 10-40‰. Nilai salinitas yang optimum untuk lamun adalah 35‰. Walaupun spesies lamun memiliki toleransi terhadap salinitas yang berbeda-beda, namun sebagian besar memiliki kisaran yang besar terhadap salinitas yaitu antara 10-30 ‰. Penurunan salinitas akan menurunkan kemampuan fotosintesis

C. Arus

Arus terjadi karena adanya proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan yang menyebabkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Gerakan tersebut merupakan resultan dari beberapa gaya yang bekerja dan beberapa faktor yang mempengaruhinya. Arus laut (*sea current*) adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal (gerak ke atas) maupun secara horizontal (gerakan ke samping). Arus laut berperan penting dalam proses transport nutrient bagi kehidupan berbagai biota di perairan laut salah satunya adalah tumbuhan lamun. Fungsi arus bagi lamun adalah mengantar nutrien yang bermanfaat bagi pertumbuhan lamun. Disisi lain, arus berfungsi sebagai sarana penyebaran benih lamun, membersihkan kotoran yang melekat pada bagian tumbuhan lamun sehingga, lamun leluasa dalam melakukan fungsi biologisnya dalam hal ini proses fotosintesis. Semakin banyak sedimen yang melekat pada bagian tumbuhan lamun, maka akan menghambat kelancaran proses fotosintesis oleh tumbuhan tersebut. Arus tidak terlalu banyak menyebabkan kerusakan pada tumbuhan lamun dibanding ombak. Oleh sebab itu, arus menjadi salah satu faktor penting untuk diamati dalam penelitian ini.

D. Kecerahan

Kecerahan air merupakan ukuran transparansi perairan dan pengukuran cahaya sinar matahari didalam air dapat dilakukan dengan menggunakan lempengan/kepingan *Secchi disk*. Satuan untuk nilai kecerahan dari suatu perairan dengan alat tersebut adalah satuan meter. Jumlah cahaya yang diterima oleh tumbuhan lamun di perairan alami, bergantung pada intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam permukaan air dan daya perambatan cahaya di dalam air. Kecerahan perairan,

sangat penting dimana sinar matahari dapat menembus ke dalam badan air dan dapat diterima langsung serta digunakan secara langsung oleh berbagai biota yang hidup di dalam badan air. Untuk tumbuhan lamun, cahaya matahari yang masuk ke badan air, dapat digunakan untuk proses fotosintesis.

Penetrasi cahaya matahari yang masuk ke dalam air juga dipengaruhi oleh kekeruhan air (*turbidity*). Kekeruhan air menggambarkan tentang sifat optik yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat didalam perairan. Definisi yang sangat mudah adalah kekeruhan merupakan banyaknya zat yang tersuspensi pada suatu perairan. Hal ini menyebabkan hamburan dan absorpsi cahaya yang datang sehingga kekeruhan menyebabkan terhalangnya cahaya yang menembus air.

E. Kedalaman

Kebutuhan padang lamun akan intensitas cahaya yang tinggi untuk membantu proses fotosintesis diperlihatkan dengan observasi dimana distribusinya terbatas pada perairan dengan kedalaman tidak lebih dari 10 meter. Beberapa aktivitas yang meningkatkan muatan sedimentasi pada badan air akan berakibat pada tingginya turbiditas residu sehingga berpotensi untuk mengurangi penetrasi cahaya. Hal ini dapat mengganggu produksi primer dari ekosistem padang lamun.

2.3.2 Parameter Kimia Perairan

A. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) adalah ukuran tentang besarnya konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan apakah air itu bersifat asam atau basa dalam reaksinya (Wardoyo, 1975).

Derajat keasaman (pH) mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap organisme perairan sehingga dipergunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan masih tergantung pada faktor-faktor lain.

Nybakken (1992) menyatakan jumlah ion hidrogen dalam suatu larutan merupakan tolak ukur keasaman. Nilai pH merupakan hasil pengukuran konsentrasi ion hidrogen dalam larutan dan menunjukkan keseimbangan antara asam dan basa air. pH air merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas perairan. Suatu perairan dengan pH 5,5-6,5 termasuk perairan yang tidak produktif, perairan dengan pH 6,5-7,5 termasuk perairan yang produktif, perairan dengan pH 7,5-8,5 adalah perairan yang memiliki produktivitas yang sangat tinggi, dan perairan dengan pH yang lebih besar dari 8,5 dikategorikan sebagai perairan yang tidak produktif lagi (Mubarak, 1981).

B. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut adalah kandungan oksigen yang terlarut dalam perairan yang merupakan suatu komponen utama bagi metabolisme organisme perairan yang digunakan untuk pertumbuhan, reproduksi, dan kesuburan lamun (Odum, 1971). Kandungan oksigen terlarut di perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: Interaksi antara permukaan air dan atmosfer, Kegiatan biologis seperti fotosintesis, respirasi dan dekomposisi bahan organik, Arus dan proses pencampuran massa air, Fluktuasi suhu, Salinitas perairan, limbah Organik yang mudah terurai.

Keseimbangan struktur senyawa bahan anorganik dipengaruhi oleh kandungan oksigen perairan. Keseimbangan nitrogen misalnya ditentukan oleh besar kecilnya oksigen yang ada di perairan di mana ketika oksigen tinggi akan bergerak

kesetimbangan fosfat. Hal ini disebabkan oleh senyawa anorganik seperti nitrogen dan fosfat umumnya berada dalam bentuk ikatan dengan unsur oksigen (Hutagalung dan Rozak, 1997).

C. Karbon Dioksida (CO₂)

Laut mengandung sekitar 36.000 gigaton karbon, dimana sebagian besar dalam bentuk ion bikarbonat (Janzen, H. H. (2004). Karbon anorganik, yaitu senyawa karbon tanpa ikatan karbo. Karbon atau karbon-hidrogen memiliki peranan penting dalam reaksinya di dalam air. Houghton, R. A. (2005) mengemukakan bahwa proses pertukaran karbon dalam perairan menjadi penting dalam mengontrol pH di laut dan juga dapat berubah sebagai sumber (source) atau lubang (sink) karbon (Houghton, 2005).

Karbon dioksida yang terlarut di dalam air laut ditemukan dalam tiga bentuk utama, yaitu CO₂ terlarut (non ionik, ±1% dari jumlah total), ion karbonat (CO₃²⁻, ± 8%) dan bikarbonat (HCO₃⁻, ± 91%), penjumlahan dari ketiganya disebut sebagai *dissolved inorganic carbon/DIC* (karbon anorganik terlarut) (IPCC, 2001). DIC di dalam samudera diangkut oleh proses fisik dan biologi. Produksi primer kotor (*Gross Primary Productivity* = GPP) adalah jumlah total karbon organik yang dihasilkan oleh fotosintesis (Bender *et al.*, 1994); produksi primer bersih (*Nett Primary Productivity* = NPP) adalah sisa setelah respirasi autotropik yaitu respirasi yang dilakukan oleh organisme fotosintesis (Falkowski *et. al.*, 1998).

2.4 Kondisi ekosistem lamun

2.4.1 Kerapatan (tegakan lamun)

Kerapatan jenis yaitu jumlah individu lamun (tegakan) persatuan luas yaitu jumlah total individu jenis dalam suatu unit area yang diukur.

2.4.2 Tutupan

Tutupan lamun menyatakan luasan area yang tertutup lamun dilakukan dengan menggunakan transek kuadrat dan plot transek.

2.4.3 Indeks nilai penting (INP)

Indeks nilai penting lamun (INP) digunakan untuk menghitung dan menduga secara keseluruhan dari peranan satu spesies di dalam suatu komunitas. Indeks nilai penting (INP) berkisar antara 0 – 300. INP memberikan gambaran mengenai pengaruh atau peranan suatu jenis tumbuhan terhadap suatu daerah. Semakin tinggi nilai INP suatu spesies relatif terhadap spesies lainnya, maka semakin tinggi peranan spesies tersebut pada komunitasnya. Rumus yang digunakan dalam menghitung INP mengacu pada (Brower *et al*, 1998; Bengkal *et al*, 2019).

2.5 Biomassa lamun

Karbon merupakan unsur yang diserap dari atmosfer dan disimpan di dalam biomassa tanaman melalui proses fotosintesis (Yuniawati, 2014). Perubahan iklim yang drastis akibat aktivitas manusia telah menyumbangkan gas karbon dioksida yang cukup banyak ke udara dan atmosfer bumi (Hartati, 2017). Sekitar 93% CO₂ di bumi disimpan dalam lautan menjadikan lautan memiliki peranan yang penting dalam siklus karbon (Rahmawati, 2011).

2.6 Stok karbon organik lamun

Cadangan karbon pada setiap jenis lamun ditentukan oleh biomassa dan kandungan karbonnya, atau dapat dikatakan bahwa setiap jenis lamun memiliki kandungan karbon dan biomassa yang berbeda-beda. Jenis lamun yang besar memiliki daya serap karbon lebih besar dikarenakan memiliki pergantian akar dan rimpangnya yang relative lambat (Kennedy dan Bjork, 2009 ; Sahbuddin, 2021)

Pengukuran stok karbon di ekosistem lamun meliputi berbagai metode yang dalam skala IPCC dikenal dengan nama level (Tier) 1, 2 dan 3. Perbedaan level ini terkait dengan ketersediaan dan kebutuhan data yang diperlukan. Pengukuran besaran stok karbon maupun serapan dan telah ada di dunia dengan tingkat kesalahan yang besar yaitu lebih dari faktor yang didapat dari hasil penelitian di negara bersangkutan yang akan berbeda hasilnya dibandingkan level satu, misalnya perbandingan antara negara tropis dengan subtropis. Level tiga memiliki keakuratan tinggi dengan menggunakan data berdasarkan penelitian yang dilakukan berulang di berbagai lokasi, sehingga hasilnya dapat dilakukan pemodelan.

Pengukuran ekosistem lamun yang diperlukan untuk memenuhi level dua dilakukan minimal 3 tahun pada lokasi dan waktu yang sama, baik Untuk mencapai level tiga diperlukan lokasi pemantauan yang permanen minimal 5 tahun sehingga pemodelan dapat dilakukan (Neckles *et al.*, 2012). Penyimpanan karbon dalam ekosistem lamun terbagi dalam 3 kolam karbon carbon pool yaitu:

1. Biomassa hidup lamun bagian atas, meliputi pelepah dan helai daun
 2. Biomassa lamun bagian bawah, meliputi rhizoma dan akar lamun
 3. Sedimen baik yang bersumber dari ekosistem (Autochthonous), maupun dari luar ekosistem (Allochthonous)
- (Fourqurean *et al.*, 2014)