

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ekosistem Lamun

Ekosistem lamun merupakan ekosistem perairan dangkal yang biasanya ditemukan di sekitar daerah yang banyak terdapat aktifitas manusia, bahkan lamun sering diidentikkan dengan daerah yang mulai tercemar bahan organik. Lamun adalah tumbuhan air berbunga yang memiliki kemampuan adaptasi untuk hidup pada lingkungan laut. Arber (1920) dalam Azkab (2000), bahwa lamun memerlukan kemampuan berkoloni untuk sukses di laut, yaitu kemampuan untuk hidup pada perairan dengan salinitas tinggi, mampu berfungsi normal dalam keadaan terbenam, mempunyai sistem perakaran yang baik, mempunyai kemampuan untuk berkembang biak secara generatif dalam keadaan terbenam, dan dapat berkompetisi dengan organisme lain kondisi stabil atau tidak di lingkungan laut.

Kebanyakan spesies lamun memiliki morfologi luar yang hampir serupa. Mereka memiliki daun-daun yang panjang, tipis, dan mirip dengan pita (kecuali halophila) yang mempunyai saluran-saluran air, serta bentuk pertumbuhan yang monopodial yaitu pertumbuhan yang hanya terdiri dari satu cabang pada setiap individunya, namun masing-masing jenis memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Perbedaan ini bertujuan untuk menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan pesisir. Pengaruh gelombang, sedimen, pemanasan air, pergantian pasang surut dan curah hujan merupakan sifat lingkungan pesisir yang harus dihadapi dengan gigih oleh tumbuhan lamun (Nybakken, 1988).

Romimohtarto *et al.* (2005), lamun bersama-sama dengan mangrove dan terumbu karang merupakan satu pusat kekayaan nutfah dan keanekaragaman hayati di Indo Pasifik Barat sebanyak 20 negara ditumbuhi lamun. Dari jumlah itu, 15 negara termasuk Indonesia terletak di

wilayah yang memiliki jumlah terbesar jenis lamun. Di Indonesia tercatat sebanyak 12 jenis diantaranya *Cymodocea rotundata*, *Cymodocea sernulata*, *Enhalus acoroides*, *Halodule pinifolia*, *Halodule uninervis*, *Halophila isoetifolium*, *Thalassia hemprichii* dan *Thalassodendron ciliatum*. Jumlah ini tidak sebanding dengan kelimpahan yang sering terdapat di alam dan jika dipandang dari kepentingan ekonomi dan ekologinya.

Lamun biasanya terdapat dalam jumlah yang melimpah dan sering membentuk padang yang lebat dan luas. Sifat-sifat lingkungan pantai, terutama yang dekat dengan estuari biasanya merupakan lingkungan yang cocok untuk tumbuh dan berkembangnya lamun. Syarat dasar habitat lamun adalah perairan yang dangkal, memiliki substrat yang lunak dan perairan yang cerah dan transparan. Di beberapa daerah padang lamun dapat tumbuh, namun tidak dapat berkembang dengan baik karena tidak terlindung pada saat air surut. Lamun membutuhkan intensitas cahaya cukup tinggi, sehingga tidak dapat tumbuh pada kedalaman lebih dari 20 m, kecuali perairan tersebut sangat jernih dan transparan (Dahuri *et al.*, 2004).

Untuk mempertahankan jenisnya, tumbuhan lamun berkembang biak dengan melakukan penyerbukan. Tomascik *et al.* (1997), ada dua macam penyerbukan yang terjadi pada pertumbuhan lamun antara lain sebagai berikut :

- a. Hydrophilous, yaitu penyerbukan dengan cara serbuk sari langsung dibebaskan di kolom air dan kemudian langsung diedarkan dengan bantuan gerakan arus. Sebagian lamun mempunyai butiran serbuk sari yang tahan air.
- b. Ephydrophily, yaitu penyerbukan yang terjadi di udara. Hanya jenis lamun *Enhalus acoroides* yang melakukan penyerbukan dengan cara ini. Penyerbukan ini terjadi dengan bantuan angin.

Berdasarkan jenisnya lamun memiliki karakteristik pertumbuhan yang berbeda-beda. Azkab (2000), karakteristik pertumbuhan lamun terbagi menjadi enam katagori antara lain sebagai berikut :

- a. Parvozosterids, dengan daun memanjang dan sempit. Contoh : Halodule, Zostera sub marga Zostorela.
- b. Magnozosterids, dengan daun memanjang dan agak lebar. Contoh : Zostera sub marga Zostera, Cymodocea dan Thalassia.
- c. Syringodiids, dengan daun bulat seperti lidi dengan ujung runcing. Contoh : Syringodium.
- d. Enhalids, dengan daun panjang dan kaku seperti kulit atau membentuk ikat pinggang yang kasar. Contoh : Enhalus, Pasidonia dan Phyllospadix.
- e. Haliphilids, dengan daun bulat telur, elips, berbentuk tombak atau panjang, rapuh dan tanpa saluran udara. Contoh : Halophila.
- f. Amphibolids, daun tumbuh teratur pada kiri dan kanan. Contoh : Amphibolis, Thalassodendrom, dan Heterozostera.

## 2.2 Morfologi *Cymodocea rotundata*



Gambar 2. *Cymodecea rotundata*

Klasifikasi *Cymodocea rotundata* menurut Phillips dan Menez, 1988 dalam Fahrudin (2002). adalah sebagai berikut

Divisi	: Anthophyta
Kelas	: Angiospermae
Sub Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Helobiae
Famili	: Cymodoceaceae
Genus	: Cymodocea
Species	: <i>Cymodocea rotundata</i>

*Cymodocea rotundata* termasuk dalam famili Cymodoceaceae dan genus Cymodocea. *Cymodocea rotundata* merupakan tanaman ramping, memiliki daun seperti daun lurus sampai agak bulat dan lengkap dengan panjang antara 6 cm sampai 15 cm, serta lebar antara 2 mm sampai 4 mm. Rimpangnya berbentuk ramping dengan ukuran diameter 1-2 mm dan panjang antara 1-4 cm, tunasnya pendek, setiap ruas terdiri dari 2-5 daun, buahnya berbulu dengan panjang mencapai 10 mm, daun memiliki lubang pada bagian dasar seludangnya dengan bentuk seludang yang bulat dan agak keras (Supriharyono, 2002). Menurut Azkab (2000), *Cymodocea rotundata* dan beberapa jenis lamun lainnya seperti *Thalassia hemprichi* dan *Zostera marina* memiliki karakteristik pertumbuhan dengan daun memanjang dan agak lebar.

Menurut Kiswara (1992), jenis *Cymodocea rotundata* tumbuh pada pasir berlumpur atau pasir dengan pecahan karang di daerah pasang surut yang terbuka pada saat surut, jauh dari pantai dan selalu tergenang air. Jenis tersebut terkadang bercampur dengan jenis lamun lainnya dan sering kali ditemukan membentuk rumpun murni atau tumbuh bersama-sama dengan *Thalassia hemprichi*.

Lamun jenis *Cymodocea rotundata* melakukan penyerbukan dengan cara Hydrophilous dimana serbuk sari langsung dibebaskan ke kolom air kemudian diedarkan dengan bantuan gerakan arus. *Cymodocea rotundata* merupakan spesies yang dominan di daerah pasang surut dan menjadi spesies utama yang dimakan oleh ikan duyung terutama di perairan Indonesia bagian Timur (Kiswara,1992).

### 2.3 Peranan Lamun

Lamun berperan penting dalam ekosistem laut karena mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a. Mengfiksasi karbon organik yang sebagian besar masuk ke sistem daur rantai makanan baik melalui pemangsa langsung oleh hewan herbivora maupun oleh proses dekomposisi sebagai serasah (Thayer *et al.*, 1975; Fenchel, 1977 *dalam* Azkab, 2000).
- b. Memberi perlindungan dan tempat penempelan berbagai jenis hewan dan tumbuhan, serta merupakan daerah asuhan anak-anak ikan (habitat biota).
- c. Menangkap sedimen dan menjadi stabilisator dasar perairan serta melindungi pantai dari erosi (Randall, 1965; Kikuchi dan Peres, 1977; Thohaug dan Austin, 1976 *dalam* Azkab, 2000).
- d. Berperan penting dalam berbagai daur hara di lingkungan bahari (Harlin, 1975; Mc Roy dan Bersdate, 1970; Goering dan Parker, 1972; McRoy dan Goering, 1974 *dalam* Azkab, 2000).

Menurut Philps Menez (1998) *dalam* Fahrudin (2002), selain fungsi-fungsi yang berada di atas, lamun masih memiliki fungsi lain diantaranya adalah sebagai pupuk kompos, sebagai bahan pembuatan cerutu, mainan anak-anak, bahan baku pembuatan anyaman keranjang, bahan baku isi kasur, tumpukan untuk pematang, dan beberapa jenis lamun dapat dikonsumsi secara langsung.

## 2.4 Logam Berat Pb

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Pada umumnya, dalam kadar rendah logam berat sudah beracun bagi tumbuhan, hewan dan manusia. Logam berat lain yang sering mencemari habitat adalah Pb, Cr, Cd, dan As (Notohadiprawiro, 2006).

Logam berat adalah unsur kimia logam yang mempunyai densitas relatif tinggi dan toksik atau beracun pada konsentrasi rendah. Contoh logam berat misalnya Hg, Cd, As, Cr, dan Timbal (Pb). Logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya. Kadar logam berat dalam air selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah, tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah dan musim. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat di dalamnya. Unsur-unsur logam berat dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan dan minuman serta pernafasan dan kulit. Peningkatan kadar logam berat dalam air laut akan diikuti oleh peningkatan logam berat dalam tubuh ikan dan biota lainnya, sehingga pencemaran air laut oleh logam berat akan mengakibatkan ikan yang hidup di dalamnya tercemar (Fardiaz, 1992).

Secara alamiah logam berat terdapat dalam air laut, namun dalam jumlah yang sangat rendah (Fardiaz, 1992). Kadar tersebut akan bertambah apabila terdapat limbah yang masuk ke dalam perairan. Beberapa jenis limbah yang menyumbangkan logam berat tertinggi ke perairan adalah limbah industri. Hal ini dikarenakan unsur logam berat dalam limbah industri sangat banyak dimanfaatkan dalam industri, baik sebagai bahan baku, katalisator maupun sebagai bahan tambahan (Hutagalung, 1991).

Logam berat dalam jumlah yang berlebih akan bersifat racun bagi perairan. Daya racun (toksisitas) suatu logam berat tergantung pada jenis, kadar dan sifat fisika kimianya. Logam berat yang telah bersenyawa dengan unsur lain lebih berbahaya dari pada logam berat dalam keadaan murni (Hutagalung, 1991).

Pencemaran perairan adalah suatu perubahan fisika, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki pada ekosistem perairan yang akan menimbulkan kerugian pada sumber kehidupan, kondisi kehidupan dan proses industri (Odum, 1971 dalam Erlangga, 2009). Pencemaran perairan pesisir didefinisikan sebagai dampak negatif, pengaruh yang membahayakan terhadap kehidupan biota, sumberdaya dan kenyamanan ekosistem perairan serta kesehatan manusia dan nilai guna lainnya dari ekosistem perairan yang disebabkan secara langsung oleh pembuangan bahan-bahan atau limbah ke dalam perairan yang berasal dari kegiatan manusia (Gesamp, 1986 dalam Erlangga, 2009).

Menurut Bryan (1976) dalam Supriharyono (2002), secara umum sumber-sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua, yaitu sumber-sumber yang bersifat alami dan buatan. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami berasal dari 3 sumber yaitu:

- a. Masukan daerah pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktifitas gelombang.
- b. Masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktifitas gunung berapi di laut yang dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari pantai atau sedimen-sedimen oleh proses kimiawi.
- c. Masukan dari lingkungan dekat daratan pantai, termasuk logam-logam yang ditransformasikan dari atmosfer sebagai partikel dan debu.

sedangkan sumber-sumber buatan (*man made*) adalah logam-logam yang dibebaskan oleh proses industri logam dan batu-batuan.

Salah satu logam berat yang terdapat di perairan adalah logam berat Pb. Penyebaran logam berat Pb di bumi sangat sedikit, jumlah timbal yang terdapat diseluruh lapisan bumi hanya 0,0002 % dari seluruh jumlah kerak bumi. Jumlah tersebut sangat sedikit jika dibandingkan dengan kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 1994). Logam berat Pb pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi (Effendi, 2003).

Menurut Effendi (2003), timbal tidak termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup, bahkan unsur ini bersifat toksin bagi manusia dan hewan karena dapat terakumulasi dalam tulang, sedangkan toksisitas timbal terhadap tumbuhan relatif rendah dibandingkan dengan unsur renik yang lain. Pb (timah hitam atau timbal) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak dari aktifitas manusia. Secara alamiah Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan, disamping itu proses korofikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin yang merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan. Timbal merupakan logam yang amat beracun yang pada dasarnya tidak dapat dimusnahkan serta tidak terurai menjadi zat lain dan bisa terakumulasi dalam tanah relatif lama. Oleh karena itu, apabila timbal yang lepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup. Komponen timbal dapat digunakan sebagai pewarna cat karena kelarutannya di dalam air rendah, dapat berfungsi sebagai pelindung dan terdapat dalam berbagai warna, penggunaan timbal juga pada bensin kendaraan, cat dan pestisida. Smalsa (2007), penggunaan timbal terbesar adalah produksi baterai penyimpanan untuk mobil, dimana digunakan timbal metalik dan komponen-komponennya. Penggunaan lainnya dari timbal adalah untuk produksi logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder

bahan kimia dan pewarna. Timbal banyak digunakan berbagai keperluan karena sifat-sifatnya adalah sebagai berikut :

- a. Mempunyai titik cair yang sangat rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana dan tidak mahal.
- b. Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- c. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- d. Mempunyai densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam lain kecuali emas dan merkuri. Hutagalung (1991), densitas timbal adalah  $11,33 \text{ gr/cm}^3$ .

Timbal memiliki warna putih kebiruan yang terlihat ketika logam Pb dipotong akan tetapi warna ini akan segera berubah menjadi putih kotor atau abu-abu gelap ketika logam Pb yang baru dipotong tersebut terekspos oleh udara. Timbal merupakan logam yang lunak, tidak bisa ditempa, memiliki konduktivitas listrik yang rendah, dan tergolong salah satu logam berat. Menurut KPBB (2008), sifat fisik logam berat Pb yaitu berwarna putih keabu-abuan. Logam berat Pb dibagi menjadi 2 golongan, yaitu inorganik dan organik. Dalam bentuk inorganik, logam berat Pb dipakai untuk industri baterai, cat, percetakan, gelas, plastik dan pelapis kabel, serta mainan anak-anak, sedangkan dalam bentuk organik logam berat Pb dipakai untuk industri perminyakan.

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada di badan perairan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi, baik secara alamiah maupun sebagai dampak aktivitas manusia. Secara alamiah Pb masuk ke perairan melalui pengkristalan di udara dengan bantuan air hujan, juga proses korosifikasi batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin. Sebagai dampak aktivitas manusia, Pb masuk ke perairan melalui limbah industri dan pertambangan. Badan perairan yang

telah tercemar senyawa atau ion Pb sehingga konsentrasinya melebihi konsentrasi yang semestinya dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan (Palar, 1994).

Jumlah kandungan Pb yang melebihi konsentrasi yang semestinya dapat menyebabkan kematian bagi biota yang terdapat dalam perairan. Apabila konsentrasi Pb mencapai 188 mg/l, maka akan dapat membunuh ikan-ikan yang berada dalam perairan tersebut, sedangkan pada badan air konsentrasi Pb sebesar 2,75 - 49 mg/l, maka crustaceae setelah 245 jam akan mengalami kematian (Palar, 1994). Menurut Bryan (1976); Forstner (1997) dalam Supriharyono (2002), kandungan logam berat Pb yang terkandung dalam air laut berkisar antara 0,005 - 0,03 mg/l. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tahun 2003, baku mutu logam berat Pb air laut untuk biota laut adalah 0,008 ppm.

## 2.5 Mekanisme Penyerapan Logam Berat dalam Air

Kontaminasi logam berat di dalam tubuh hewan - hewan laut selain melalui mikroba juga dapat melalui tumbuhan. Berdasarkan beberapa hasil penelitian, dikatakan bahwa tumbuhan laut dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Logam berat yang terserap oleh tumbuhan akan masuk ke dalam tubuh hewan laut (organisme lainnya) melalui sistem rantai makanan. Lamun merupakan salah satu contoh tumbuhan laut yang mampu menyerap logam berat dari lingkungannya (Supriharyono, 2002).

Tumbuhan lamun biasanya hidup dan terdapat di sekitar wilayah pesisir pantai yang merupakan tempat penumpukannya sedimen yang mengandung limbah dari daratan. Logam berat mempunyai densitas yang cukup tinggi sehingga cenderung mengendap di sedimen, akar dari tumbuhan lamun memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat yang ada dalam sedimen kemudian diedarkan ke bagian tubuh lainnya. Mekanisme masuknya Pb dari asap masuk ke perairan dalam bentuk organik kemudian pecah menjadi bahan anorganik yang diserap

oleh lamun melalui akarnya kemudian disuplai ke seludang daun dan helaian daun (Kiswara *et al.*, 1993).

Unsur-unsur logam berat tersebut biasanya erat kaitannya dengan masalah pencemaran dan toksisitas. Pencemaran yang dapat menghancurkan tatanan lingkungan hidup, biasanya berasal dari limbah-limbah yang sangat berbahaya dalam arti memiliki daya racun (toksisitas) yang tinggi. Limbah industri merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat yang potensial bagi perairan. Pembuangan limbah industri secara terus menerus tidak hanya mencemari lingkungan perairan tetapi menyebabkan terkumpulnya logam berat dalam sedimen dan biota perairan.

Sel-sel akar tumbuhan umumnya mengandung konsentrasi ion yang lebih tinggi daripada medium sekitarnya, sehingga peristiwa difusi air yang mengandung logam Pb ke akar dapat berlangsung. Proses lain yang membantu akumulasi logam Pb pada akar akibat adanya daya hisap akar pada air dan ion-ion di sedimen. Hal ini disebabkan pada sel-sel akar memiliki potensial osmosis tinggi yang menyebabkan potensial air tinggi pula. Akumulasi logam ke dalam akar tumbuhan melalui bantuan transpor ligand dalam membran akar, kemudian akan membentuk transpor logam kompleks yang akan menembus xylem dan terus menuju sel daun. Setelah sampai di daun akan melewati plasmalemma, sitoplasma dan tonoplasma untuk memasuki vakuola, di dalam vakuola transpor ligand kompleks bereaksi dengan aseptor terminal ligand untuk membentuk aseptor kompleks logam. Kemudian transpor ligand dilepas dan aseptor kompleks logam terakumulasi dalam vakuola yang tidak akan berhubungan dengan proses fisiologi sel tumbuhan (Brook, 1997 dalam Mochdor *et al.*, 2006).

Sasmitamihardja *et al.* (1996) dalam Mochdor *et al.* (2006), ada tiga jalan yang dapat ditempuh logam air dan ion-ion yang terlarut bergerak menuju sel-sel xylem dalam akar, yaitu :

1. Melalui dinding sel (apoplas) epidermis dan sel-sel korteks.
2. Melalui sistem sitoplasma (simpals) yang bergerak dari sel ke sel.
3. Melalui sel hidup pada akar dimana sitosol dari setiap sel membentuk suatu jalur.

Logam akan terakumulasi pada tumbuhan setelah membentuk kompleks dengan unsur atau senyawa lain, salah satunya fitokhelatin. Fitokhelatin adalah suatu protein yang mampu mengikat logam Pb yang tersusun dari beberapa asam amino seperti sistein dan glisin. Fitokhelatin berfungsi membentuk kompleks dengan logam berat dalam tumbuhan dan berfungsi sebagai detoksifikasi terhadap tumbuhan dari logam berat, jika tumbuhan tidak bisa mensintesis fitokhelatin menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan berujung pada kematian. Kadar tertinggi fitokhelatin ditemukan pada tumbuhan yang toleran terhadap logam berat (Robinson, 1990 dalam Brooks, 1997 dalam Mochdor *et al.*, 2006).

## 2.6 Gambaran organologi lamun

Daun merupakan modifikasi dari batang yang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang paling banyak mengandung klorofil sehingga kegiatan fotosintesis paling banyak berlangsung di daun (Mulyani, 2006).

Menurut Mulyani (2006) Anatomi daun dapat dibagi menjadi 3 bagian:

### 1. Epidermis

Epidermis merupakan lapisan terluar dari daun dan terdiri atas 2 bagian, yaitu epidermis atas dan epidermis bawah. Lapisan epidermis dilapisi oleh lapisan kutikula. Pada epidermis terdapat stoma atau mulut daun. Stoma berguna untuk tempat berlangsungnya pertukaran gas dari dan keluar tubuh tumbuhan. Lapisan epidermis berfungsi untuk mencegah penguapan yang terlalu besar.

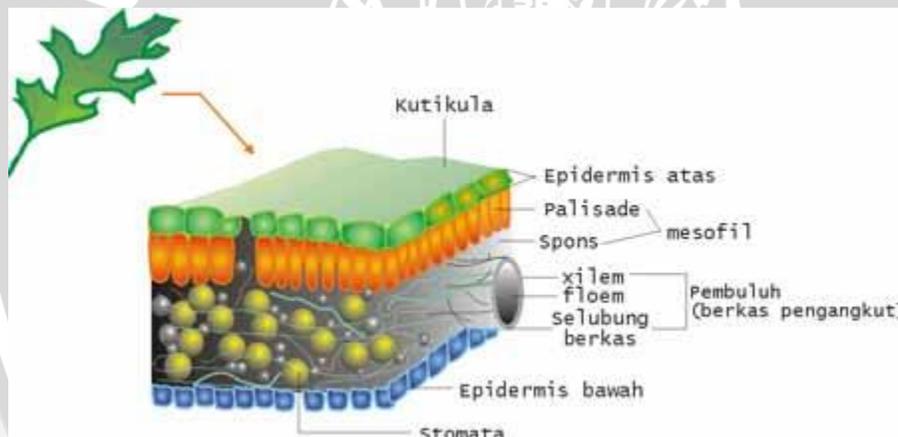
## 2. Parenkim/Mesofil

Parenkim daun terdiri atas 2 lapisan sel, yaitu palisade (jaringan pagar) dan spons (jaringan bunga karang) dimana keduanya mengandung kloroplas. Pada jaringan pagar sel-selnya rapat, sedangkan pada jaringan bunga karang sel-selnya agak renggang sehingga masih terdapat ruang-ruang antar sel. Proses fotosintesis lebih aktif pada jaringan pagar karena kloroplasnya lebih banyak daripada jaringan bunga karang.

## 3. Jaringan Pembuluh

Jaringan pembuluh daun merupakan lanjutan dari jaringan batang yang terdapat di dalam tulang daun dan urat-urat daun.

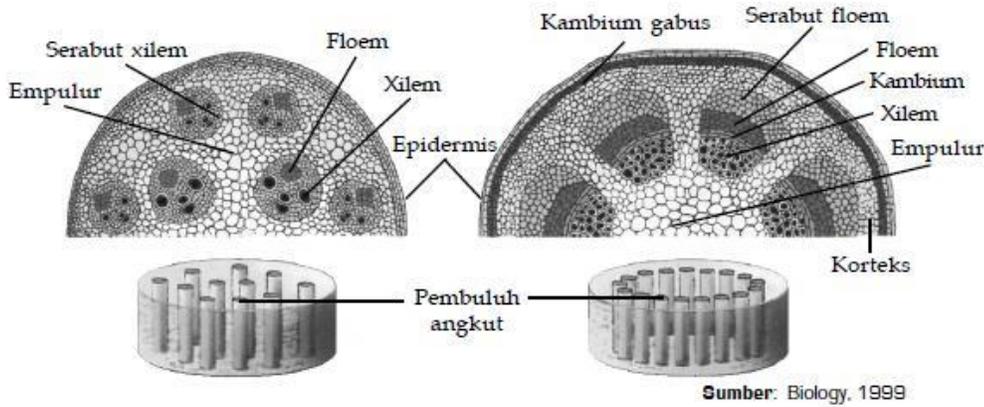
Berikut adalah gambar organologi daun yang disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3. Organologi daun**

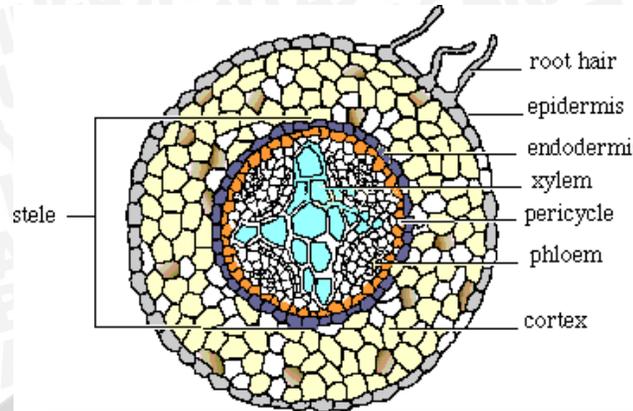
Secara umum batang tersusun atas epidermis yang berkutikula dan kadang terdapat stomata. Sistem jaringan dasar berupa korteks dan empulur, sedangkan sistem berkas pembuluh terdiri atas xilem dan floem. Xilem dan floem tersusun berbeda pada kedua kelas tumbuhan dikotil dan monokotil. Xilem dan floem tersusun melingkar pada tumbuhan dikotil dan tersebar

pada tumbuhan monokotil (Mulyani, 2006). Berikut adalah gambar organologi batang yang disajikan pada Gambar 4.



**Gambar 4. Organologi batang**

Pada tanaman dikotil, akar lembaga terus tumbuh sehingga membentuk akar tunggang, sedangkan pada tanaman monokotil, akar lembaga mati, kemudian pada pangkal batang akan tumbuh akar-akar yang memiliki ukuran hampir sama, sehingga membentuk akar serabut. Akar monokotil dan dikotil ujungnya dilindungi oleh tudung akar atau kaliptra yang berfungsi melindungi ujung akar sewaktu menembus tanah, sel-sel kaliptra yang mengandung butir-butir amilum, dinamakan kolumela. Secara umum struktur anatomi akar tersusun atas jaringan epidermis, sistem jaringan dasar berupa korteks, endodermis dan empulur; serta sistem berkas pembuluh. Pada akar sistem berkas pembuluh terdiri atas xilem dan floem yang tersusun berselang-seling (Mulyani, 2006). Berikut adalah gambar organologi akar yang disajikan pada Gambar 5.



**Gambar 5. Organologi akar**

Semua organisme tersusun oleh sel yang memiliki variasi dalam bentuk, ukuran, dan fungsi. Sel tumbuhan berbeda dengan sel hewan karena memiliki struktur khusus, di antaranya sel tumbuhan mempunyai dinding sel yang nyata dan bersifat kaku sehingga tumbuhan tidak dapat bebas berpindah tempat sebagaimana hewan. Di samping itu, sel tumbuhan memiliki organel khusus untuk fotosintesis, yaitu kloroplas (plastida). Kloroplas mengandung pigmen klorofil yang dapat mengabsorpsi energi matahari dan dapat mengubah senyawa anorganik ( $CO_2$ , dan air) menjadi senyawa karbohidrat yang dapat digunakan oleh makhluk hidup lain sebagai makanan. Dengan struktur demikian, maka tumbuhan hijau merupakan produsen bagi organisme lain dan bersifat fotoautotrof. Fungsi dari masing masing organ pada tumbuhan dapat pada tabel 1 berikut

**Tabel 1. Fungsi masing masing organ pada tumbuhan**

Organ tumbuhan	Fungsi
Xylem	menyalurkan air yang mengandung mineral dari akar ke daun dan bagian lain tubuh.
Floem	mengangkut zat makanan dari akar keseluruhan tubuh tumbuhan
epidermis	sebagai pelindung jaringan yang ada di bagian sebelah dalamnya
kambium pembuluh	
parenkim	untuk berlangsungnya proses fotosintesis, penyimpanan makanan dan fungsi metabolisme lain
korteks	tempat menyimpan cadangan makanan