

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hutan Mangrove

Ekosistem mangrove merupakan sumber daya alam daerah tropika yang memiliki manfaat ganda dengan pengaruh yang sangat luas ditinjau dari aspek sosial, ekonomi dan ekologi (Widiastuti, 1995). Hutan mangrove berperan untuk melindungi pantai dari abrasi, sebagai tempat yang baik untuk bertelur bagi spesies tertentu, untuk sumber makanan dari berbagai kelompok binatang dan bahkan sebagai perangkap polutan (Soegiarto, 1984). Mangrove terutama ditemukan di wilayah pantai yang terlindung, di sepanjang pantai berpasir atau berbatu, di muara sungai yang dicapai oleh air laut maupun karang yang telah tertutup lapisan pasir dan lumpur (Hardjosentono, 1978).

Soerianegara (1987) mendefinisikan hutan mangrove sebagai hutan yang terutama tumbuh pada tanah lumpur aluvial di daerah pantai dan muara sungai yang dipengaruhi pasang surut air laut, dan terdiri dari jenis-jenis pohon *Avicennia sp*, *Sonneratia sp*, *Rhizophora sp*, *Bruguiera sp*, *Ceriops sp*, *Lumnitzera sp*, *Xylocarpus sp*, *Aegiceras sp*, *Scyphiphora sp* dan *Nypa sp*.

Tumbuhan mangrove mempunyai kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi serta kondisi tanah yang kurang stabil. Dengan kondisi ini, beberapa jenis mangrove mengembangkan sistem akar napas untuk membantu memperoleh oksigen. Dalam hal lain, beberapa jenis mangrove berkembang

dengan buah yang sudah berkecambah sewaktu masih di pohon induknya (Noor, dkk., 1999).

Kondisi salinitas sangat berpengaruh pada komposisi mangrove. *Avicennia sp* merupakan marga yang memiliki kemampuan toleransi terhadap kisaran salinitas yang luas dibandingkan marga lainnya. *A. marina* mampu tumbuh dengan baik pada salinitas mendekati tawar sampai dengan 90 ‰. Jenis-jenis *Sonneratia sp* umumnya hidup di daerah dengan salinitas tanah mendekati salinitas air laut. Beberapa jenis lain juga dapat tumbuh pada salinitas tinggi seperti *Cyperos sp* dan *Lumnitzera sp*. *Rhizophora mucronata* dan *R. stylosa* dapat tumbuh pada salinitas tinggi yang mencapai 55 ‰. Jenis-jenis *Bruguiera sp* umumnya tumbuh pada daerah dengan salinitas di bawah 25 ‰ (Noor, dkk., 1999).

B. Jenis Tegakan Mangrove Di Kemujan

Menurut Hermawan (1998), hutan mangrove di desa Kemujan yang terletak di legon perbatasan antara pulau Karimunjawa dan pulau Karimun memiliki kerapatan yang lebat, dimana ketebalan mangrovenya mencapai 400 m. Keadaan habitatnya yang berarus sangat minim dan substrat lumpur berpasir serta terlindung dari ombak besar menyebabkan keadaan mangrove di daerah ini cukup bagus. Jenis tegakan pada hutan mangrove di desa Kemujan yang terletak di antara pulau Karimunjawa dan pulau Kemujan adalah : *Rhizophora stylosa*, *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Sonneratia alba*, *Excoecaria agallocha*, dan *Lumnitzera littorea*.

1. *Rhizophora stylosa*

Pohon dengan sedikit atau banyak cabang, tinggi mencapai 7 m. Kulit kayu halus, bercelah, berwarna abu-abu hingga hitam. Memiliki akar tunjang dengan panjang hingga 3 m dan akar cabang yang tumbuh dari cabang bawah. *Rhizophora stylosa* ini ditemukan pada daerah dengan substrat berpasir dan berlumpur.

2. *Ceriops tagal*

Merupakan pohon kecil, dengan ketinggiannya mencapai 4 m. Kulit kayu berwarna abu-abu, halus dan pangkalnya menggelembung. Pohon seringkali memiliki akar tunjang yang kecil. Tumbuh pada pinggir daratan dari hutan pasang surut dan atau pada areal yang tergenang oleh pasang tinggi dengan tanah yang memiliki sistem pengeringan yang baik.

3. *Bruguiera gymnorrhiza*

Merupakan pohon besar, tingginya mencapai 25 meter dengan diameter 70 cm. Tajuk agak melebar berbentuk kubah, selalu hijau, agak rapat. Akarnya seperti papan melebar kesamping di bagian pangkal pohon, juga memiliki sejumlah akar lutut. Tumbuh di daerah dengan salinitas rendah dan kering. Jenis tegakan ini terdapat di tepi daratan dari mangrove, sungai pasang surut dan payau.

4. *Sonneratia alba*

Pohon dengan ketinggian mencapai 8 m. Kulit kayu berwarna putih tua hingga coklat. Akar menjalar di bawah tanah dan muncul ke permukaan sebagai akar nafas yang berbentuk kerucut tumpul dan tingginya mencapai 25 cm. Jenis ini tidak toleran terhadap air tawar dalam periode yang lama.

5. *Excoecaria agallocha*

Pohon dengan ketinggian mencapai 10 m. Akar menjalar di sepanjang permukaan tanah dan seringkali berbentuk kusut atau tidak teratur. *Excoecaria agallocha* sering ditemukan pada bagian pinggir mangrove di bagian daratan.

6. *Lumnitzera littorea*

Pohon selalu hijau dan tumbuh tersebar, ketinggian pohon kurang lebih 12 m, meskipun umumnya lebih rendah. Akar nafas berbentuk lutut, berwarna coklat tua, terdapat pada substrat halus dan berlumpur pada bagian pinggir daratan di daerah mangrove, dimana penggenangan jarang terjadi. *Lumnitzera littorea* terdapat pada jalur air yang memiliki pasokan air tawar yang kuat.

C. Produksi Serasah

Fungsi yang paling penting dari hutan mangrove dalam kaitannya dengan ekosistem pantai adalah produksi serasahnya. Mangrove merupakan sumber bahan organik penting dalam rantai makanan akuatik, dimana setiap hektarnya mampu menghasilkan bahan organik dari serasah daun sebanyak 7-8 ton setahun. Masukan bahan organik ini merupakan kunci kesuburan hutan mangrove, yang sungguh-sungguh menjadikan ekosistem ini kaya dan unik (Tjardhana dan Purwanto, 1995).

Pada tanah mangrove, terdapat kesan bahwa tanah mangrove relatif selalu bersih dari serasah yang seharusnya dihasilkan oleh lingkungan tersebut. Serasah yang gugur mengalami dekomposisi yang cepat oleh mikrobia, salah satunya ialah kapang (Widiastuti, 1995).

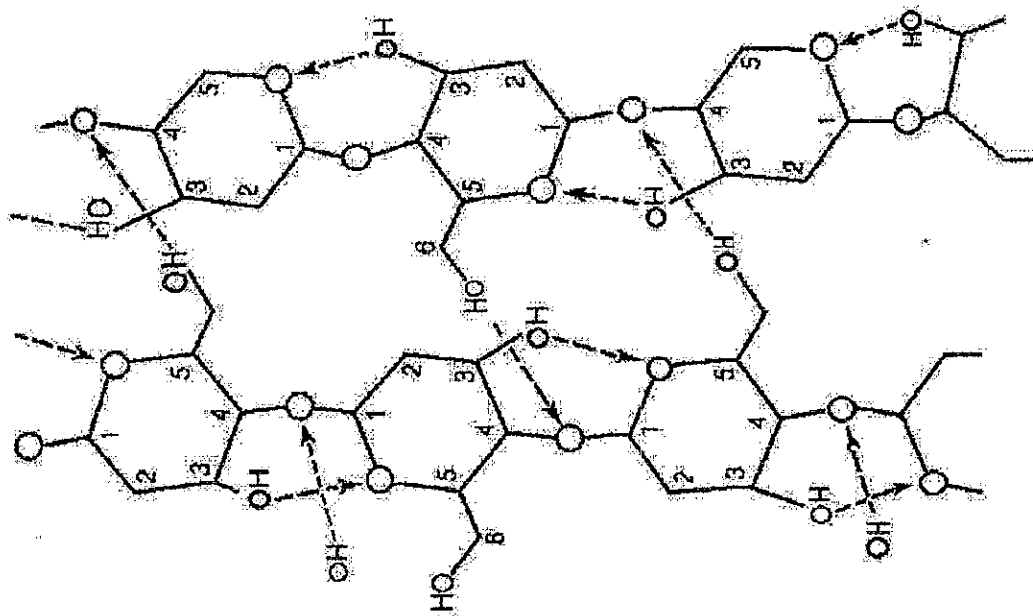
Menurut Odum and Heald (1972), serasah dari mangrove yang gugur dan jatuh ke dalam air akan menjadi substrat yang baik untuk kapang dan bakteri, yang sekaligus membantu dalam proses dekomposisi serasah menjadi detritus.

Selulosa merupakan penyusun utama tumbuh-tumbuhan (daun) dan merupakan 39 % bahan organik yang diproduksi hampir pada setiap tumbuhan, sehingga diperkirakan 50 % dari berat kering daun terdiri dari selulosa (Linstromberg, 1970).

D. Selulosa

Selulosa adalah karbohidrat yang merupakan senyawa organik berpolimer berantai lurus (1,4) D-glukosa. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, pektin dan protein membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman (Winarno, 1984).

Molekul selulosa terdiri dari unit-unit gula. Dua buah molekul glukosa jika dihubungkan dengan β -1,4 maka akan terbentuk selobiosa. Molekul selulosa ini terdiri dari rangkaian unit-unit selobiosa dengan ikatan 1,4-glikosida. Setiap molekul glukosa berputar 180° dari molekul glukosa disebelahnya sepanjang rantai utama. Rotasi dari molekul glukosa yang berdekatan dan ikatan β -1,4 menyebabkan rantai selulosa berbentuk pita datar yang strukturnya distabilkan dengan adanya ikatan hidrogen antar rantai (Fogarty and Kelly, 1990).



Gambar 01. Struktur Rantai Selulosa
(Lea and Leegood, 1993)

E. Enzim Selulase

Enzim selulase termasuk jenis enzim hidrolase yaitu mengkatalisis reaksi hidrolisis pemutusan ikatan β -1,4-glikosida pada molekul selulosa. Nama sistematis enzim selulase adalah β -1,4-glukan-4-glukanohidrolase.

Selulase merupakan enzim yang mengkatalisis pemecahan selulosa menjadi glukosa. Enzim ini sangat penting dalam perubahan limbah-limbah organik berselulosa secara biologis (Yani dan Djajasukma, 1991).

Elwyn Reese (1950) dalam Wijayakusumah dan Rahwono, (1990) telah melakukan studi tentang sistem enzim selulase yang dihasilkan oleh beberapa kapang dan mengemukakan suatu konsep yang disebut sebagai "C₁-C_x Concept".

Komponen utama yang terkandung dalam enzim selulase adalah glikoprotein dengan komposisi :

(1) Komponen enzim C_1

Komponen C_1 aktif menghidrolisis selulosa alami, seperti kapas dan kertas saring.

(2) Komponen enzim C_x

Komponen enzim C_x terdiri dari endo dan ekso- β -1,4-glukanase, endo- β -1,4-glukanase terdiri dari β -1,4-glukan-glukohidrolase yang berfungsi menggeser unit glukosa tunggal dari ujung rantai non-pereduksi, ekso- β -1,4-glukanase terdiri dari β -1,4-glukan-selobiohidrolase yang menggeser unit selobiosa dari ujung rantai non-pereduksi.

(3) β -glukosidase.

Komponen C_1 dari enzim selulase akan melakukan perubahan pada molekul selulosa kristalin menjadi selulosa amorf, dimana komponen C_1 ini mengaktifkan rantai selulosa untuk dihidrolisis lebih lanjut oleh komponen enzim penghidrolisis dari enzim selulase tersebut (Wirahadikusumah dan Rahwono, 1990).

Turunan selulosa yang larut dan selulosa yang terdegradasi sebagian dihidrolisis oleh komponen C_x dari enzim selulase menghasilkan monosakarida glukosa dan disakarida yaitu selobiosa. β -glukosidase yang merupakan komponen ketiga dari sistem enzim selulase kompleks menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa (Wirahadikusumah dan Rahwono, 1990).

Bahan selulosa alam dapat dihidrolisis dengan bantuan mikrobia selulolitik sehingga dapat digunakan sebagai sumber karbon, energi dan bahan-bahan kimia

seperti glukosa. Selulase juga digunakan untuk pemasakkan buah dan sayuran, pembuatan rasa dan aroma buatan dan digunakan dalam industri tekstil (Bennett and Klich, 1992).

Salah satu perbedaan penting antara mikroorganisme dengan kelompok organisme lainnya adalah kemampuan mikroorganisme dalam memproduksi enzim ekstraseluler. Enzim ekstraseluler (eksoenzim) bekerja di luar sel, dan fungsi utamanya adalah “mencernakan” substrat secara hidrolisis (Suriawiria, 1980). Enzim selulase termasuk dalam kelompok enzim adaptif. Enzim ini dihasilkan oleh adanya rangsangan dari substrat. Enzim tersebut hanya diproduksi apabila diperlukan (Brock and Brock, 1978).

F. Mikroorganisme Penghasil Selulase

Mikroorganisme yang mampu menghasilkan selulase untuk mendegradasi selulosa sangat banyak dan melimpah di alam. Yang termasuk mikroorganisme tersebut adalah kapang, bakteri, Actinomycetes, mikroorganisme aerob dan anaerob, termofil dan mesofil (Fogarthy and Kelly, 1990).

Mikroorganisme dianggap lebih potensial dalam memproduksi enzim, hal ini disebabkan oleh beberapa alasan :

1. Waktu untuk proses reaksi singkat.
2. Mudah untuk membuat peningkatan produksi enzim dengan cara memanipulasi genetika mikrobial dan memanipulasi lingkungan dengan menggunakan medium yang murah serta mudah di dapat.
3. Seleksi kultur mikroorganisme bersifat sederhana dan ribuan kultur dapat diuji dalam waktu yang relatif singkat (Martin *et al.*, 1987 dalam Marina, 1994).

G. Kapang

Kapang merupakan kelompok mikroorganisme yang terdiri dari banyak sel (multiseluler), bentuk tubuh seperti benang bercabang-cabang yang disebut miselium, tidak berklorofil, selnya tidak mengalami diferensiasi dalam jaringan. Pada umumnya kapang ini hidup sebagai saprofit atau parasit (Jutono, dkk., 1973).

Sebagian besar tubuh kapang tersusun atas benang-benang panjang yang saling berhubungan dari ujung ke ujung dan disebut hifa. Hifa yang saling berhubungan menjalin semacam jala disebut miselium (Gandjar, dkk., 1999). Hifa pada kapang ada yang memiliki septa (dinding penyekat) yang membaginya menjadi banyak sel dimana masing-masing memiliki inti. Selain itu terdapat pula hifa yang tidak memiliki septa sehingga akan tampak sebagai satu sel dengan banyak inti dan disebut dengan hifa soenositik (Volk and Wheeler, 1988).

Pertumbuhan kapang secara umum dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

1. Temperatur

Sebagian besar kapang dapat tumbuh dengan baik pada suhu kamar, yaitu sekitar 25-30°C, akan tetapi beberapa jenis kapang dapat tumbuh pada suhu 35-37°C atau lebih.

2. pH dan Oksigen

Kapang yang bersifat aerob, yaitu kapang yang memerlukan oksigen untuk pertumbuhannya. Pada umumnya kapang dapat tumbuh pada kisaran pH yang luas yaitu 2-8, akan tetapi biasanya akan mampu tumbuh dengan baik pada medium dengan pH yang cenderung asam.

3. Nutrisi

Kapang dapat menggunakan berbagai komponen bahan dari yang sederhana hingga yang kompleks. Kebanyakan kapang dapat memproduksi enzim hidrolitik seperti amilase, lipase, pektinase atau selulase sehingga dapat tumbuh pada bahan yang mengandung pati, lipid, pektin atau selulosa (Volk and Wheeler, 1988).

Menurut Hall (1981) dalam Cole and Kendrick (1981), kapang memerlukan air, oksigen, bahan organik sebagai sumber karbon dan energi, sumber nitrogen, dan beberapa unsur lainnya. Paling tidak ada 13 unsur yang penting untuk pertumbuhan, yaitu : oksigen (O), karbon (C), hidrogen (H), nitrogen (N), phosphor (P), potasium (K), sulfur (S), magnesium (Mg), mangan (Ma), besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), dan molybdenum (Mo). Kedelapan unsur yang pertama dibutuhkan dalam jumlah yang relatif besar dan disebut sebagai makronutrien. Untuk lima unsur lainnya diperlukan dalam jumlah yang kecil dan disebut sebagai mikronutrien.

H. Kapang Selulolitik

Kapang selulolitik adalah jenis kapang yang menghasilkan enzim selulase. Kapang merupakan mikroorganisme heterotroph multiseluler yang tidak memiliki klorofil. Kapang merupakan kelompok organisme pengurai bahan-bahan organik, sehingga kehadirannya merupakan suatu hal yang sangat penting di dalam siklus makanan. Beberapa jenis kapang diketahui memiliki enzim untuk memecah selulosa (Rukmi, dkk., 1991).

Jenis-jenis kapang yang mampu hidup di dasar area tegakan mangrove tidak begitu bervariasi karena sifat khas dari ekosistem mangrove tersebut. Hanya mikroorganisme tertentu yang mampu beradaptasi secara khusus dan mempunyai toleransi terhadap kondisi lingkungan akan hidup dengan baik (Rukmi, dkk., 1991).

Beberapa contoh jenis kapang yang bersifat selulolitik adalah *Trichoderma sp*, *Penicillium sp* dan *Aspergillus sp* (Fogarty and Kelly, 1990). Dari hasil penelitian Sasaki *et al.* (1983) ditemukan beberapa jenis kapang yang mampu mendegradasi selulosa, antara lain : *Aspergillus terreus*, *A. niger*, *A. nidulans*, *A. fumigatus*, *Penicillium lilacinum*, *P. notatum*, *P. purpurogenum*, *Talaromyces emersonii*, *Cladosporium herbarum*, *Trichoderma sp*, *Culvularia lunata*, *Fusarium sp*.

I. Isolasi Dan Identifikasi Kapang

Mengisolasi suatu mikrobia adalah memisahkan suatu mikrobia dari lingkungannya di alam dan menumbuhkannya sebagai biakan murni dalam medium buatan. Di dalam isolasi harus diketahui cara-cara menanam dan menumbuhkan mikrobia pada medium biakan serta syarat-syarat lain untuk pertumbuhannya (Jutono, dkk., 1973).

Identifikasi kapang yang dilakukan dengan cara pengamatan morfologi koloni dan pengamatan mikroskopis morfologi kapang. Pengamatan morfologi koloni meliputi :

- a. Warna dan permukaan koloni : granular, seperti tepung, menggunung, licin, ada atau tidak tetes-tetes eksudat.

- b. Garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi, ada atau tidak.
- c. Lingkaran-lingkaran konsentris, ada atau tidak.
- d. Warna sebalik koloni.

Pengamatan mikroskopis morfologi kapang meliputi :

- a. Hifa : bersepta atau tidak.
- b. Warna hifa : berpigmentasi atau hialin
- c. Hifa berbentuk seperti spiral, bernodul atau memiliki rhizoid.
- d. Spora aseksual berbentuk sederhana seperti arthrospora, blastospora, khlamidospora (interkalar atau terminal) atau sporangiospora.
- e. Spora aseksual berbentuk lebih khusus, seperti konidia atau aleurospora. Juga perlu dicatat ialah bentuknya : gada, bentuk bulan sabit, bentuk bulat atau semibulat, bentuk tidak teratur, bentuk silindris, bentuk elips, atau bentuk seperti benang.
- f. Ukuran spora aseksual.
- g. Pengaturan spora aseksual : diproduksi tunggal, diproduksi berantai, atau berbentuk klaster (kelompok).
- h. Spora seksual memiliki bentuk yang bervariasi, seperti : basidiospora, askospora atau zigospora.
- i. Sel : bersel tunggal atau bersel banyak, berdinding halus atau kasar, berpigmen atau tidak (Gandjar, dkk., 1999).

J. Uji Kemampuan Selulolitik Isolat Kapang

Selulosa merupakan suatu polimer yang terdiri dari rangkaian 3000-10000 unit D-glukosa yang saling dihubungkan dalam ikatan β -1,4 glikosida. Kemampuan kapang dalam menghidrolisis selulosa tergantung pada ada tidaknya enzim selulase yang dihasilkannya. Kapang yang mampu menggunakan selulosa sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya hanya terbatas jumlahnya, karena tidak semua kapang dapat menghasilkan selulase. Keaktifan selulolitik kapang dapat diukur secara kuantitatif (secara spektrofotometri) atau secara kualitatif (pada agar) (Basuki, 1988).

Untuk mengetahui tingkat kemampuan selulolitik isolat kapang secara semi-kuantitatif, dapat diamati dengan mengukur diameter zona yang terbentuk di sekitar koloni, yang merupakan tanda bahwa selulosa telah terhidrolisis, di samping itu diukur pula diameter koloni kapang. Rasio antara diameter daerah hidrolisis dan diameter koloni kapang dapat dipakai untuk memilih kapang selulolitik yang potensial (Putro, 1980).

