

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Hutan Mangrove Di Desa Kemujan

Mangrove berasal dari kata Portugis yaitu *mangue* yang berarti pohon dan kata Inggris *grove* yang artinya tegakan pohon. Mangrove merupakan istilah ekologi dan digunakan untuk menyebut jenis-jenis pohon dan herba baik dikotil maupun monokotil yang hidup di daerah pasang surut dan daerah pasang terendah rawa-rawa pasang surut di tepi pantai di daerah tropis maupun subtropis (Dawes, 1981).

Tegakan mangrove merupakan suatu ekosistem peralihan antara darat dan laut, yang sangat mempengaruhi potensi produktivitas laut. Menurut Samingan (1972), tegakan mangrove merupakan vegetasi yang seragam, yang terdapat di daerah berlumpur pada daerah pasang surut. Mangrove terutama terdapat di daerah yang terlindung di muara sungai dan daerah yang dapat dicapai oleh air laut, di sepanjang pantai berpasir atau berbatu, maupun karang yang telah tertutup oleh lapisan pasir dan lumpur (Hardjosentono, 1978).

Mangrove di Desa Kemujan mempunyai kerapatan yang lebat, terutama di perbatasan antara Pulau Karimunjawa dan Pulau Kemujan, yang merupakan daerah lekukan pulau sehingga merupakan daerah yang berarus minim. Daerah ini mempunyai ketebalan mangrove mencapai 400 meter (Hermawan, 1998).

Dari hasil pemetaan satelit tampak bahwa *Rhizophora sp* hampir terdapat di semua tempat, namun tidak mendominasi secara keseluruhan disebabkan

karena spesies ini biasanya hanya tumbuh di daerah yang sering tergenang air laut. Selain tegakan *Rhizophora sp*, terdapat pula berbagai tegakan yang lainnya yaitu *Ceriops tagal*, *Bruguiera gymnorrhiza*, *Excocarrhia aggalocha*, *Lumnitzera littoralis* dan *Sonneratia alba* (Hermawan, 1998).

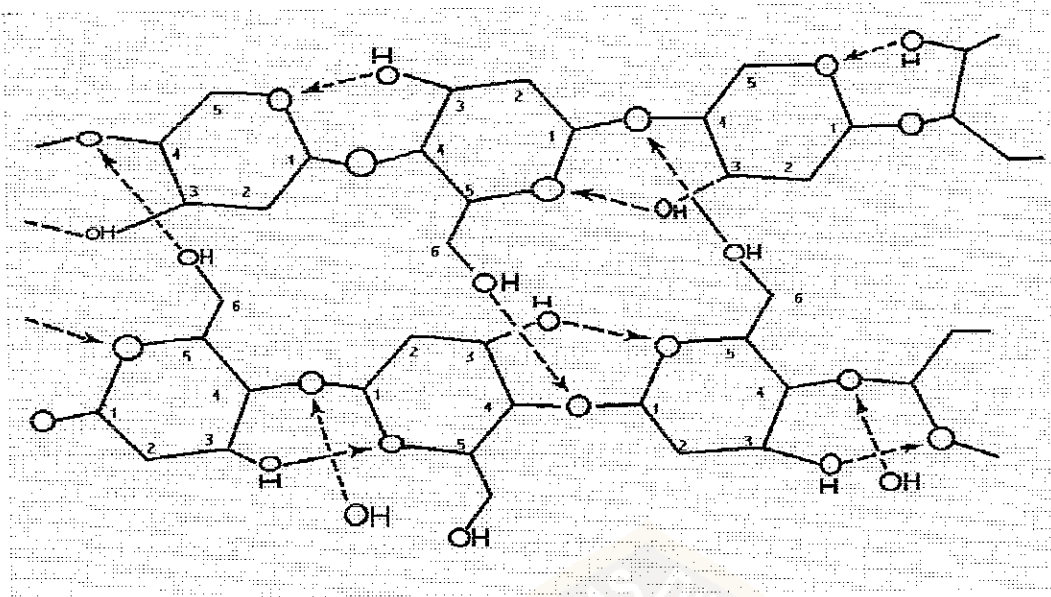
## B. Selulosa

Selulosa adalah karbohidrat yang merupakan senyawa organik berpolimer berantai lurus (1,4)-D-glukosa. Selulosa merupakan serat-serat panjang yang bersama-sama hemiselulosa, dan pektin membentuk struktur jaringan yang memperkuat dinding sel tanaman (Winarno, 1984). Selulosa merupakan penyusun utama tumbuh-tumbuhan (daun) yaitu diperkirakan 50% dari berat kering daun dan merupakan 39% bahan organik yang diproduksi hampir pada setiap tumbuhan (Linstromberg, 1970; Panshin and deZeeuw, 1970).

Molekul selulosa terdiri dari 3.000–4.000 unit glukosa. Berbentuk  $\beta$ -glukosa berikatan dengan ikatan 1,4 sehingga rumus molekulnya ( $C_{12}H_{20}O_{10}$ ). Selulosa bersifat tahan terhadap asam lemah dan basa lemah, tetapi dengan asam yang kuat dihidrolisis menjadi glukosa. Selulosa selain larut dalam asam kuat, juga larut dalam reagen Switser dan dalam pencernaan mikroorganisme tertentu (Mozur, 1971).

Rantai molekul selulosa tersusun sejajar dan dipengaruhi oleh ikatan hidrogen antara gugus-gugus OH yang bersebelahan. Ikatan hidrogen dari gugus-gugus hidroksil antar rantai akan menyebabkan terjadinya orientasi paralel memanjang. Susunan selulosa yang teratur disebut dengan kristalin, sedangkan

bagian yang kurang teratur yang dikenal dengan daerah amorf. (Wirahadikusumah, 1990).



Gambar 01. Rumus bangun dari molekul selulosa (Fogarty and Catherine, 1990)

### C. Tinjauan Umum Enzim

Enzim adalah biokatalisator atau katalisator organik yang dihasilkan oleh sel. Enzim dapat mempercepat reaksi kimia dalam sistem biologis, sedangkan enzim itu sendiri tidak mengalami perubahan baik strukturnya maupun jumlahnya setelah reaksi. Enzim bersifat sangat spesifik, sehingga meskipun jumlah enzim ribuan di dalam sel dan jenis substratnya sangat banyak, tidak akan terjadi kekeliruan. Reaksi enzimatik diperlukan oleh sel untuk dapat memperoleh nutrisi dalam bentuk terlarut sehingga dapat diserap dengan mudah oleh sel itu sendiri. Sedangkan energi kimia yang diperoleh akan dipergunakan untuk biosintesa, perkembangbiakan, pergerakan dan lain-lain (Brock and Brock, 1978).

Pada umumnya enzim adalah suatu protein. Protein penyusun enzim dapat berupa protein sederhana atau protein yang terikat pada gugusan-gugusan non protein. Kecuali pada beberapa enzim misalnya pepsin dan trypsin yang tersusun dari protein saja. Komponen-komponen utama dari suatu enzim dapat dipisahkan dengan proses dialisis. Melalui proses ini, enzim dapat dipisahkan menjadi 2 bagian, yaitu : koenzim dan apoenzim. Bagian koenzim terdapat di dalam dialisat, bersifat non-protein, non-koloid dan termostabil. Komponen ini merupakan kofaktor pada enzim dan berupa ion logam atau molekul organik, misalnya protein. Bagian apoenzim ini tidak dapat melewati membran dialisator, terdiri dari koloid-koloid protein dan bersifat termolabil. Masing-masing bagian enzim tersebut apabila berdiri sendiri tidak aktif, tetapi apabila digabungkan akan dapat bekerja sebagai enzim aktif. Dan gabungan antara kedua bagian tersebut disebut holoenzim. Secara sederhana reaksi enzimatik dapat digambarkan sebagai berikut:



Keterangan :

E	= enzim
S	= substrat
ES	= ikatan sementara enzim substrat
P	= hasil akhir

Dari reaksi tersebut terlihat bahwa terjadi reaksi sementara antara enzim dengan substrat. Ikatan ini sifatnya labil dan hanya terjadi dalam waktu yang singkat. Ikatan ini selanjutnya akan pecah kembali menjadi enzim dan produk (Fogarty and Catherine, 1990).

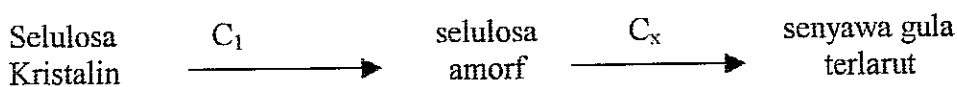
#### D. Enzim Selulase

Enzim selulase termasuk jenis enzim hidrolase yaitu mengkatalisis reaksi hidrolisis pemutusan ikatan  $\beta$ -1,4-glikosida pada molekul selulosa. Nama sistematis enzim ini adalah  $\beta$  - 1,4 - glukon - 4 - glukonohidrolase. Nomor sistematisnya adalah 3.2.1.4 (Gagen, 1976).

Enzim selulase termasuk dalam inducibel enzim karena pembentukannya dirangsang oleh selulosa dan jumlahnya tidak tetap. Secara umum enzim ini diinduksi oleh hasil hidrolisis senyawa polimer atau oleh senyawa polimer itu sendiri sebagai induser yang paling baik. Senyawa serupa yang tidak digunakan sebagai substrat, tetapi sering berperan sebagai induser deternatif. Sebagai contoh produksi enzim selulase dapat diinduksi oleh sophorosa dan laktosa seperti halnya selobiosa (Kuswanto, 1990).

Menurut Reese (1979, *dalam* Wirhadikusumah, 1990), dalam konsepnya yang disebut sebagai Konsep  $C_1$ - $C_x$ , menyebutkan bahwa komponen utama yang terkandung dalam enzim selulase adalah glikoprotein dengan komposisi : (1) komponen enzim  $C_1$ , (2) endo dan ekso- $\beta$ -1,4-glukanase yang disebut komponen enzim  $C_x$ , (3)  $\beta$ -glukosidase.

Menurut konsep yang dikemukakan oleh Reese (1979) mengungkapkan bahwa mekanisme pemecahan selulosa secara alamiah dapat ditulis sebagai berikut :



Komponen  $C_1$  dari enzim selulase akan melakukan perubahan pada molekul selulosa kristalin menjadi selulosa amorf, komponen  $C_1$  ini mengaktifkan rantai

selulosa untuk dihidrolisis lebih lanjut oleh komponen enzim penghidrolisis dari enzim selulase tersebut. Turunan selulosa yang larut dan selulosa yang terdegradasi sebagian dihidrolisis oleh komponen  $C_x$  dari enzim selulase menghasilkan monosakarida glukosa dan disakarida yaitu selobiosa.  $\beta$ -glukosida yang merupakan komponen ketiga dari sistem enzim selulase kompleks menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa (Wirahadikusumah, 1990).

### E. Aktivitas Enzim Selulase

Pada proses penguraian selulosa, bakteri selulolitik mengeluarkan enzim selulase dan enzim kelompok selobiose, tergantung pada kondisi lingkungan material tersebut berada. Penguraian selulosa menjadi glukosa-1-phosphat oleh enzim hidrolitik dikelompokkan menjadi 3, yaitu :

1. 1,4- $\beta$ -D-glukan-4-glukanohidrolase atau endo-1,4- $\beta$ -glukanase (EC 3.2.1.4).

Enzim tersebut secara acak menyerang ikatan  $\beta$ -1,4 yang terdapat dalam CMC dan merombak selulosa dengan memecah ikat unit single glukosa.

2. 1,4- $\beta$ -D-glukan-selobiohidrolase (EC 3.2.1.19) dan 1,4- $\beta$ -D-glukan-gluko hidrolase (EC. 3.2.1.74).

Keduanya merupakan exo-1,4- $\beta$ -D-glukanase yang bekerja pada rantai selulosa non reduksi dan dapat memecah selobiosa menjadi glukosa.

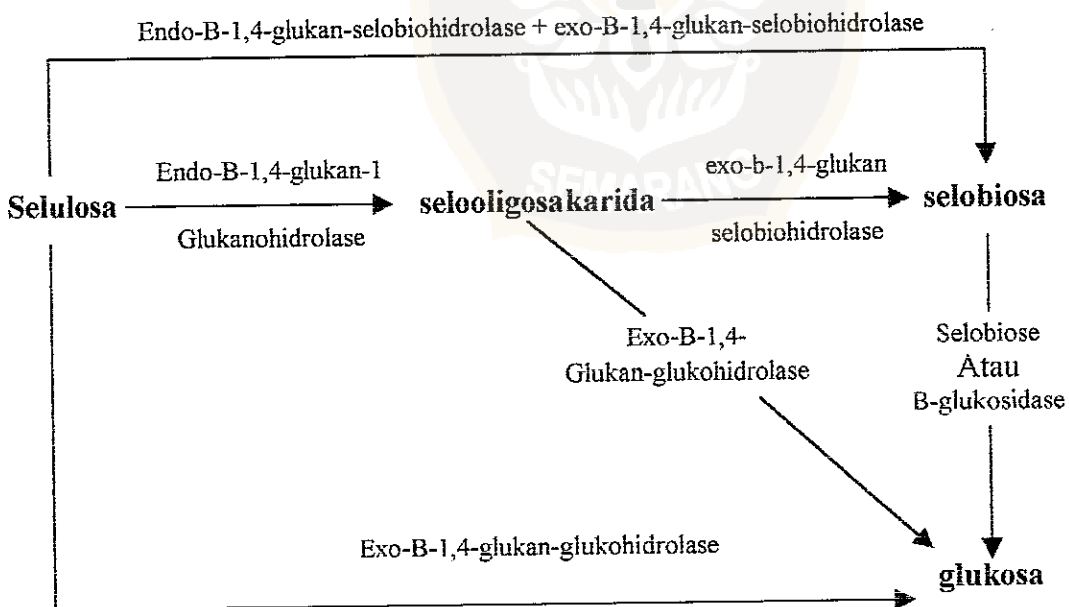
3. 1,4- $\beta$ -D-glukosidase (EC 3.2.1.21).

Enzim ini menghidrolisa selobiosa menjadi enam unit glukosa (Enari and Markkanen, 1992)

## F. Bakteri selulolitik

Wise (1983), menjelaskan tentang mekanisme kerja enzim selulolitik dalam mendegradasi selulosa (Gambar 02). Proses degradasi selulosa dimulai dari perombakan selulosa oleh selulase bakteri menjadi selobiosa, kemudian selobiosa dirombak lagi menjadi glukose-1-fosfat yang merupakan proses akhir.

Keberadaan bakteri di mangrove sangat penting karena berfungsi sebagai pengurai bahan organik yang segera dirombak menjadi senyawa tertentu kembali masuk ke dalam rantai makanan. Rheinheimer (1974), mengatakan bahwa jenis-jenis bakteri laut yang berperan dalam dekomposisi senyawa karbohidrat adalah jenis bakteri heterotoleran dan holotoleran seperti *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp* dan *Clostridium sp*. Lebih lanjut dikatakan oleh Rheinheimer (1992), bahwa bakteri selulolitik dari spesies *Cytophaga* dan *Sporocytophaga* dikenal paling berperan dalam menguraikan selulosa (Austin, 1988; Zobell, 1990).



Gambar 02. Mekanisme Aktivitas Enzim Selulase ( Wise, 1983).

Dekomposisi selulosa oleh bakteri selulolitik dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, yaitu faktor biotik dan abiotik; meliputi : temperatur, pH, komposisi media, salinitas, aktifitas enzimatis dari bakteri selulolitik serta macam bakteri itu sendiri (Mouzouras *et al.*, 1988).

Santoso (1997), menyebutkan beberapa bakteri selulolitik yaitu genus *Acetivivibrio*, *Fibrobacter*, *Clostridium*, *Rominococcu*, *Themoanabacter*, *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Cytophaga*, *Staphylococcus*, *Cellvibrio*, *Erwina*, *Pseudomonas*, *Sporocytophaga*, *Streptomyces*, *Thermomonospora*, *Flavogriseus* dan *Codocellum*.

