

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jamur Aphylophorales

Aphylophorales merupakan jenis jamur yang tumbuh pada kayu dan menyebabkan kerusakan berupa pelapuk coklat (*brown rot*) dan pelapuk putih (*white-rot*) (Fengel dan Wegener, 1995). Aphylophorales termasuk ke dalam filum Basidiomycota, kelas Hymenomycetes dengan tipe holobasidia, sedikit yang mempunyai *gill*. Himenium berbentuk unilateral dan amphigenus, lapisan himenial berbentuk pori atau *gill*. Tubuh buah dapat berbentuk tipis atau tebal, berkulit atau berkayu, tidak lembut dan tidak mudah busuk (Alexopoulos *et al*, 1996).

Di Indonesia terdapat 212 jenis Aphylophorales yang tergolong dalam famili Bondarceviaceae, Corticaceae, Coniophoraceae, Cyphellaceae, Ganodermataceae, Hymenochaetaceae, Polyporaceae dan Stereaceae (Suhirman dan Nunez, 1995). Martina *et al.* (2001) mendapatkan 14 jenis Aphylophorales dari Taman Nasional Bukit Tiga Puluh (TNBT) yang terdiri dari famili Polyporaceae (11 Genus), Ganodermataceae (1 Genus), Stereaceae (1 Genus) dan Thelephoraceae (1 Genus).

2.2. Lignin

Lignin termasuk komponen struktural utama pada kayu. Pada sel tumbuhan, lignin terikat dan membentuk kompleks dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin secara molekul terdiri dari tiga elemen yaitu elemen karbon, hidrogen dan oksigen tetapi sangat berbeda dengan struktur molekul pada karbohidrat seperti pada selulosa dan hemiselulosa. Lignin terdiri dari sistem aromatik yang tersusun atas unit-unit fenilpropana (C6-C3) yang terdiri dari tiga unit, yaitu (a). R dan R' adalah H, (b) R

adalah H dan R' adalah metoksil (-OCH₃) dan (c) R dan R' merupakan kelompok metoksilstruktur molekul pada lignin (Fengel dan Wegener, 1995 ; Alexander, 1977).

Lignin merupakan komponen penyusun dinding sel paling kompleks sebagai suatu polimer polifenol yang terbentuk dari tiga unit fenil propanoid. Unit monomer ini memadat oleh polimerisasi radikal bebas membentuk biopolimer aromatikheterogen yang sangat banyak. Unit-unit ini terbentuk oleh prekursor primer dari sinamil alkohol yaitu p-kumaril alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol. Ikatan antara unit fenil propanoid adalah ikatan karbon dengan karbon (C-C) dan eter (C-O-C). Ikatan interunit β -aril eter (β -O-4) terjadi lebih dari 50 kali (Zobel, 1992).

2.3. Lignoselulosa

Lignoselulosa pada kayu tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kimia lainnya (Pari dan Saepuloh, 2000). Selulosa dan hemiselulosa merupakan polisakarida sedangkan lignin merupakan suatu polimer yang teroksigenasi dari unit fenil propana. Lignoselulosa merupakan sumber daya yang dapat diperbarui untuk produksi kertas, makanan, bahan kimia dan bahan bakar (D'Souza *et al.*, 1999).

Acacia mangium merupakan tumbuhan kayu yang termasuk kedalam jenis kayu Hutan Tanaman Industri (HTI) yang paling berhasil ditinjau dari penanaman maupun pemanfaatannya terutama sebagai bahan baku untuk industri pulp dan kertas. Kadar lignin pada *Acacia mangium* berkisar 20,94-27,6%, sedangkan kadar selulosa rata-rata 47,26 – 50,06%. Berdasarkan komponen kimia diatas, maka jenis kayu ini dapat digunakan sebagai bahan bakar, pulp dan kertas karena mengandung selulosa yang tinggi tetapi dengan kadar lignin yang termasuk sedang. Kayu yang berkadar selulosa

tinggi dengan pengolahan yang tepat dapat menghasilkan rendemen pulp yang tinggi (Pari dan Saepuloh, 2000).

2.4. Mikroorganisme dengan aktivitas ligninolitik

Proses perombakan lignin sangat lambat jika dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa (Crawford, 1981). Pada umumnya sistem pemecahan lignin di alam terjadi karena campuran berbagai mikroorganisme kecuali jamur busuk putih dijumpai sebagai organisme tunggal yang mampu mendegradasi lignin menjadi CO_2 dan H_2O (Alfani dan Cantarella, 1987).

Menurut Singh dan Roymoulik (1992) pada proses biopulping, bakteri aktinomisetes dapat mendegradasi lignin secara ekstensif. Namun jamur pelapuk putih Basidiomycetes antara lain *P. chrysosporium* dapat mendegradasi lignin lebih cepat dan ekstensif dibanding jamur lainnya. Selanjutnya Yoshinori *et al.* (1993) menyatakan bahwa biopulping menggunakan jamur pelapuk putih (*white-rot*) merupakan suatu alternatif terhadap pembuatan pulp secara kimia dan suhu. Jamur *white-rot* IZU-154 yang didapatnya mampu mendegradasi lignin sampai 70-80% dalam 8 minggu.

Menurut Thomas, Carswell dan Georgiou (1992), enzim ligninase yang berasal dari jamur *P. chrysosporium* mampu mendegradasi senyawa klorolignin pada limbah industri kertas, hidrokarbon aromatis polisiklis, zat pewarna tekstil, beberapa insektisida, herbisida asam 2,4,5-triklorofenoksiasetat dan fenol poliklorin. May *et al.* (1997) menyatakan enzim dengan aktivitas ligninolitik yang dihasilkan oleh *P. chrysosporium* dapat juga memineralsasi PAH dan benzo(a)pyrene lain yang mengkontaminasi tanah.



Aktivitas ligninolitik dari jamur *white-rot Flavodon flavus* yang berasal dari lingkungan pesisir pantai mampu mendegradasi lignin dengan baik sehingga berpotensi sebagai bioremediasi terhadap senyawa aromatis pencemar pada lautan (Raghukumar *et al.*, 1999). Penelitian Kissi *et al.* (2001) membuktikan bahwa jamur *white Phanerochaete chrysosporium* dapat mengurangi limbah cair pabrik zaitun (OMW) pada daerah Mediterania yang terdiri dari lemak, tanin, polialkohol, pektin dan fenol sebanyak 50 % setelah inkubasi 6 hari.

2.5. Aktivitas Ligninolitik

Enzim ligninase adalah enzim yang mampu mendegradasi lignin menjadi senyawa monomer dan dimer berupa senyawa aromatik dan alifatik yang selanjutnya didegradasi oleh enzim melalui pembentukan kation radikal (Fengel, 1995). Enzim pengubah lignin atau *Lignin modifying Enzymes* (LMEs) terdiri dari 3 kelompok utama yaitu lakase, mangan peroksidase (MnP) dan lignin peroksidase (LiP). LMEs dapat mengoksidasi senyawa fenol dengan membentuk fenoksi radikal. LiP dan MnP mengoksidasi senyawa aromatik nonfenolik dengan potensial oksidasi reduksi tinggi yang merupakan komponen utama polimer lignin. Lakase mengoksidasi senyawa aromatik non fenolik dengan potensial oksidasi relatif rendah, tetapi bila terdapat mediator yang berBM rendah, lakase juga dapat mengoksidasi substrat nonfenolik dengan potensial oksidasi-reduksi tinggi seperti senobiotik tertentu (D'Souza *et al.*, 1999).

Menurut Thomas, Carswell dan Georgiou (1992), keunikan ligninase terletak pada kemampuannya memecah senyawa dengan potensial oksidasi yang tinggi. Kemampuannya yang dapat bergabung dengan substrat-substrat sangat spesifik membuat enzim ini sangat ideal untuk mendegradasi polutan yang sulit terurai.