

PENGARUH INOKULASI JAMUR *Phanerochaete chrysosporium* Burds TERHADAP KANDUNGAN KIMIA KAYU RANDU (*Ceiba pentandra* Gaertn)

THE INFLUENCE OF Phanerochaete chrysosporium Burds FUNGI INOCULATION TO CHEMICAL COMPOUNDS of KAPOK (Ceiba pentandra Gaertn)

Wiwin Tyas Istikowati¹, Sri Nugroho Marsoem²

¹⁾Jurusan Teknologi Hasil Hutan , Universitas Lambung Mangkurat, Kalimantan Selatan

²⁾Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

ABSTRAK

Jamur pelapuk putih adalah organisme pendegradasi kayu yang dapat mendekomposisi polimer-polimer kayu yaitu lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Jamur pelapuk putih lebih menyukai lignin pada kayu daripada selulosa yang diharapkan tetap ada pada aplikasi proses biopulping. Dalam penelitian ini dilakukan inokulasi jamur *Phanerochaete chrysosporium* Burds pada serpih kayu randu sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui tingkat degradasi komponen kimia kayu randu oleh jamur *Phanerochaete chrysosporium* Burds. Jamur *Phanerochaete chrysosporium* Burds dibiakkan pada medium agar (PDA) selama 10 hari, kemudian diinokulasikan pada serpih kayu randu selama 20, 30, dan 40 hari. Selanjutnya serpih diamati sifat kimianya. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan jamur terhadap serpih kayu randu selama 20, 30 dan 40 hari menurunkan kadar ekstraktif, kadar lignin, kadar holoselulosa, kadar alfa selulosa, kadar pentosan dan menaikkan kelarutan dalam NaOH 1% dari kontrol. Penurunan kadar lignin tertinggi pada masa inkubasi 40 hari sebesar 12,34%.

Kata kunci : *Biopulping, Phanerochaete chrysosporium, Ceiba pentandra, pulp dan kertas.*

ABSTRACT

White rot fungi are wood degrading organism that are able to decompose wood polymers like lignin, cellulose and hemicellulose. Especially the selective white rot fungi that decompose preferentially wood lignin over wood polysaccharides e.g. cellulose are promising for biopulping applications. The study of Phanerochaete chrysosporium fungi inoculation to kapok chips was conducted to recognize the characteristics in which as raw materials of pulp and paper. The degradation level of chemical compounds were investigated. Phanerochaete chrysosporium fungi were incubated at PDA for 10 days, and then inoculated to kapok chips for 20, 30, and 40 days and chemical characteristics analyzed. The results showed that all of fungi pre treatments to kapok chips before pulping could decrease the extractives, lignin, holocellulose, alpha cellulose, pentosan contents, and increased 1% NaOH solubility than control chips. The highest of lignin content at 40 days inoculated (12.34%)

Keywords : *Biopulping, Phanerochaete chrysosporium, Ceiba pentandra, pulp and paper.*

PENDAHULUAN

Perhatian terhadap permasalahan lingkungan semakin meningkat dari hari ke hari, hal tersebut salah satunya ditandai dengan kesadaran akan pemanfaatan sumber daya alam yang ada dengan penuh tanggung jawab. Industri pulp dan kertas menghasilkan limbah yang juga menyebabkan peningkatan polusi lingkungan yang lebih serius karena limbah lignin dari kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas. Oleh karena itu, industri pulp dan kertas dituntut untuk dapat menghasilkan produk yang berkualitas dengan mencari teknologi baru yang ramah lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengurangi permasalahan yang ada adalah pemanfaatan bioteknologi, dalam hal ini beberapa peneliti telah melakukan kajian terhadap berbagai aspek dalam proses pulping dengan metode biologi (Nishida dkk., 1988; Akhtar dkk., 1992; Fujita dkk., 1993; Messner dan Srebotnik, 1994; Messner et al., 1998).

Biopulping merupakan proses pembuatan pulp yang berupa pemberian perlakuan awal pada serpih kayu dengan diserangkan jamur pelapuk putih atau mikroorganime lain yang merupakan proses degradasi lignin dari kayu dengan menggunakan enzim yang

pelaksanaannya relatif sederhana namun efektif sebelum proses pulping secara mekanik maupun secara kimia. Perlakuan awal secara biologi akan mengurangi sejumlah bahan kimia dalam proses pemasakan. Jamur pelapuk putih merupakan mikroorganime yang menarik dalam proses penghilangan lignin secara biologi dalam proses kraft untuk pulping karena kemampuannya yang tinggi untuk memutus rantai polimer dan merusak lignin (Fujita, 1993). Jamur pelapuk putih tidak hanya memproduksi sejumlah enzim yang dibutuhkan untuk mendegradasi lignin akan tetapi juga berperan dalam menyalurkan enzim tersebut dengan membawanya masuk ke dalam serpih kayu dan membuat kondisi fisik yang dibutuhkan untuk reaksi enzimatik. Jamur pelapuk putih dapat memproduksi enzim oksidasi ekstraseluler yang unik misalnya mangan peroksidase (MnP), lignin peroksidase (LiP) dan tembaga dalam fenol oksidase atau *laccase* (Maijala, 2002). Menurut Nisida, et al., (1998) pemanfaatan *P. chrysosporium* untuk biopulping dan *biobleaching* mengurangi jumlah kandungan lignin dalam kayu sehingga dapat membantu dalam proses pulping.

Salah satu tanaman kayu kebun yang mempunyai potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp

adalah randu. Tanaman randu (*Ceiba pentandra* Gaertn) di Indonesia banyak dikembangkan oleh rakyat sebagai tanaman kebun, tanaman perkebunan swasta dan perkebunan pemerintah (BUMN). Sebagai gambaran rata-rata areal pada tahun 2000-2004 seluas 238.900 ha (Anonim, 2007). Tanaman randu mempunyai potensi untuk digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas karena pertumbuhannya yang relatif cepat, mudah dikembangbiakkan, mempunyai BJ rendah serta ketersediaannya yang cukup melimpah. Selain itu, selama ini randu lebih banyak diambil kapuk randu dan bijinya sedang kayunya kurang mendapat perhatian dalam pemanfaatannya. Setelah masa produktif kapuk randu menurun maka kayunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Berdasarkan permasalahan yang ada pada latar belakang di atas, pada penelitian ini dilakukan kajian tentang pengaruh inokulasi jamur pelapuk putih "*Phanerochaete chrysosporium* Burds" terhadap kandungan kimia kayu randu (*Ceiba pentandra* Gaertn).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen dan dilaksanakan di

Laboratorium Kimia dan Serat Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta.

1. Persiapan Bahan Baku

Kayu dibuat serpih dengan ukuran panjang 3 cm, lebar 3 cm dan tebal 2-3 mm. Untuk analisis komponen kimia kayu, serpih kayu dibuat serbuk berukuran 40-60 mesh.

2. Perbanyak Isolat Jamur

Perbanyak isolat jamur *Phanerochaete chrysosporium* dengan menggunakan *Potato Dekstro Agar* (PDA) dengan komposisi 200 g kentang, 20 g glukosa, 14 g agar dalam 1000 ml air. Agar pertumbuhan isolat jamur optimal (menutupi seluruh permukaan cawan petri), masa inkubasi dilakukan selama 10 hari pada suhu kamar.

3. Tahap Inokulasi/ Penularan

Berat serpih kayu randu sebanyak 350 g (berat kering udara) dimasukkan dalam kantong plastik tahan panas, direndam air selama 1 hari. Kemudian air dibuang dan serpih ditiriskan selama 15 menit untuk menghilangkan airnya. Diinokulasi pada kondisi steril dengan teknik pengenceran selama 10 hari, 20 hari dan 40 hari yang merupakan modifikasi dari metode Pasaribu dkk., (1998).

4. Analisis Sifat Kimia Kayu

a. Kadar Ekstraktif larut Etanol-Toluena

Analisis zat ekstraktif larut etanol-toluena dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 1107 – 96, dengan mengekstraksi serbuk kayu dengan etanol toluena selama 4-6 jam. Kadar ekstraktif larut dalam etanol-toluena dihitung dengan rumus :

Kadar ekstraktif (%) =

$$1 - \frac{[(Bkt)x(1 + Ka)]}{Bb} \times 100\%$$

Keterangan :

Bkt = berat kering tanur setelah ekstraksi

Bb = berat serbuk awal (2 g)

Ka = kadar air sebelum ekstraksi

b. Penentuan Kadar Holoselulosa

Analisis kandungan holoselulosa menggunakan standar ASTM D 1104-56. Kadar holoselulosa dinyatakan dalam persen berat kayu kering tanur.

Kadar Holoselulose (%) =

$$\frac{Bkthx(1 + KaSBE)}{Bb} \times 100\%$$

Keterangan :

Bkt h = berat kering tanur holoselulosa

Bb = berat basah

Ka SBE = Kadar air sebelum ekstraksi

c. Penentuan Kadar α - Selulosa

Analisis kandungan α -selulosa dalam kayu dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D 1103-60 . Penghitungan berat α - selulosa sebagai persen dari berat kering tanur.

Kadar α -selulosa (%) =

$$\frac{Bkta \times (1 + Ka)}{bb} \times 100\%$$

Keterangan :

Bkt α = berat kering tanur α - selulosa

Bb = berat serbuk awal holoselulosa (g)

KaSBE = kadar air serbuk selulosa

d. Penentuan Kadar Pentosan

Penentuan kadar pentosan dilakukan dengan standar ASTM 1105-56

Berat pentosan adalah

$$= (a + 0,0052)f$$

Dimana :

a = berat furfural floroglusinol dalam g

f = 0,895 jika berat a kurang dari 0,03 g

0,887 jika berat a antara 0,03 – 0,3 g

0,882 jika berat a lebih dari 0,3 g

Menghitung kadar pentosan sebagai persen dari berat kering tanur.

Kadar pentosan (%) =

$$\frac{Bktx(1+Ka)}{Bb} \times 100\%$$

Keterangan :

Bkt = berat kering tanur pentosan

Bb = berat serbuk awal holoselulosa kering tanur (g)

Ka = kadar air serbuk holoselulosa SBE

e. Penentuan Kadar Lignin

Analisis kadar lignin menggunakan standar ASTM D 1106-56.

Kadar lignin dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Kadar lignin =

$$\frac{BktLx(1+KaSBE)}{Bb} \times 100\%$$

Dimana :

Bkt L = berat kering tanur lignin

Bb = berat serbuk awal bebas ekstraktif (1g)

Ka SBE = kadar air serbuk bebas ekstraktif.

f. Penentuan Kelarutan dalam NaOH 1 %

Penentuan kelarutan dalam NaOH dilakukan dengan menggunakan standar ASTM 1109 – 56. Kadar kelarutan NaOH 1% dihitung menggunakan rumus :

Kelarutan NaOH (%) =

$$\frac{W1-W2}{W1} \times 100\%$$

Dimana :

W1 = berat serbuk awal dalam kondisi kering tanur (g)

W2 = berat serbuk kering tanur (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

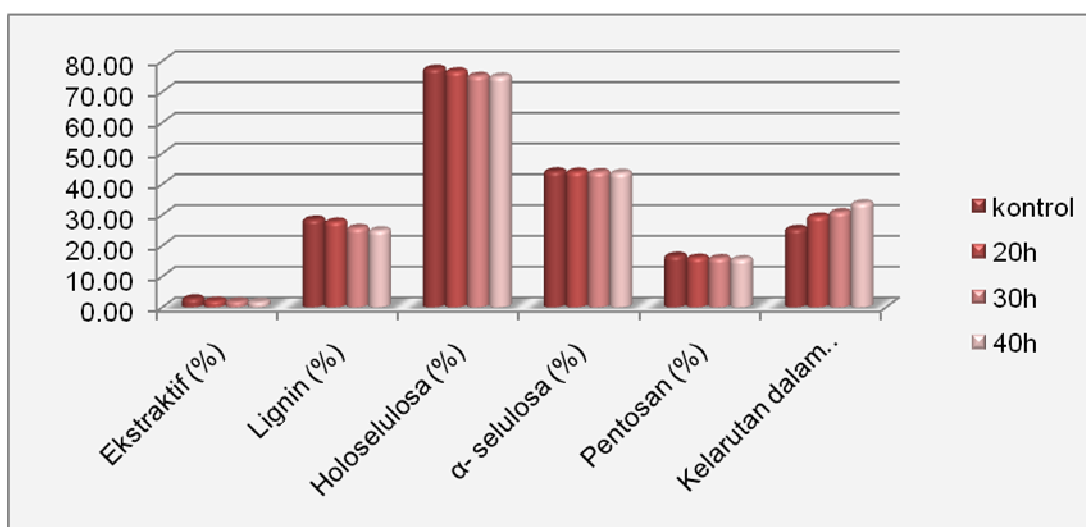
Kayu yang telah diinokulasi dengan jamur *P. chrysosporium* selama 20, 30 dan 40 hari menunjukkan perubahan pada komposisi kimia kayu. Perubahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Perubahan komposisi kimia akibat serangan jamur *P. chrysosporium*

Masa Inkubasi	Ekstraktif (%)	Lignin (%)	Holo Selulosa (%)	α -Selulosa (%)	Pentosan (%)	Kelarutan dalam NaOH 1% (%)
kontrol	2,87	28,5	77,6	44,2	16,7	25,47
20 hari	2,07	27,8	76,7	44,1	16,1	29,46
30 hari	1,88	25,8	75,2	44,0	15,9	30,87
40 hari	1,74	25,0	75,0	43,7	15,6	33,80

Tabel 2. Persentase perubahan komposisi kimia kayu

Masa Inkubasi	Ekstraktif (%)	Lignin (%)	Holo Selulosa (%)	α -Selulosa (%)	Pentosan (%)	Kelarutan dalam NaOH 1% (%)
20 hari	-27,9	-2,39	-1,143	-0,221	-3,63	+15,6
30 hari	-34,7	-9,60	-3,029	-0,543	-4,52	+21,20
40 hari	-39,6	-13,2	-3,339	-1,076	-6,45	+32,69

**Gambar 1.** Degradasi komponen kimia kayu randu oleh jamur *P. chrysosporium*

Dari Tabel 1 di atas dapat dilihat bahwa perlakuan pendahuluan serpih kayu randu dengan jamur *P. chrysosporium* dapat menurunkan atau mendegradasi komponen ekstraktif kayu. Ekstraktif mengisi rongga-rongga sel dan rongga-rongga mikro dalam dinding sel maka dengan berkurangnya kandungan ekstraktif akan membuat bahan kimia pemasak lebih mudah masuk ke dalam rongga sel dan dinding sel sehingga memungkinkan proses pemasakan yang lebih cepat. Selain itu kandungan ekstraktif yang rendah pada serpih kayu akan mengurangi resiko adanya *pitch* yang akan mempercepat kerusakan alat. Prawirohatmodjo (1977) menyatakan bahwa kayu tropik yang mempunyai kadar ekstraktif tinggi akan menampakkan bintik-bintik resin pada lembaran pulp.

Dalam pengolahan pulp, lignin sangat berpengaruh terhadap warna pulp, menyukarkan penggilingan dan menghasilkan lembaran yang berkekuatan rendah (Siagian dkk., 2003). Penyerangan jamur pada serpih kayu randu dapat menyebabkan turunnya kadar lignin. Menurut Kirk et al., (1986) jamur yang tumbuh sebanding dengan enzim yang dihasilkan seperti enzim peroksidase, fenol-oksidadase dan laccase. Adanya enzim-enzim ini akan mendegradasi lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Menurut Maijala et al., (2002) dengan pengamatan menggunakan mikroskop laser (*confocal laser microscopy*) menunjukkan bahwa sebagian besar hifa jamur pelapuk putih tumbuh di trakeid kayu awal, parenkim jari-jari dan saluran resin. Prawirohatmodjo (1977) menyatakan serat kayu awal mengandung lignin lebih banyak daripada kayu akhir sebab lamela tengah serat kayu awal secara proporsional lebih tebal. Jari-jari mengandung lignin lebih banyak daripada serabut atau trakeid juga karena secara proporsional lamela tengah lebih tebal. Dari kedua pernyataan tersebut diharapkan degradasi lignin oleh jamur pelapuk putih *P. chrysosporium* akan optimal.

Perlakuan pendahuluan dengan jamur menyebabkan *swelling* dan perubahan struktur dinding selnya yang akan meningkatkan porositas selnya (Nishida et al., 1998; Akhtar et al., 1993; Fujita et al., 1993). Perubahan struktur dinding sel ini salah satunya karena kehilangan lignin. Hilangnya sebagian lignin ini memberikan keuntungan antara lain, melunakkan kayu sehingga akan memudahkan penetrasi bahan pemasak dan menghemat energi dalam proses pemasakannya. Limbah yang dihasilkan dalam proses pulping berupa lindi hitam akan berkurang dan diharapkan dengan

proses biopulping akan lebih ramah lingkungan. Selain itu proses pemutihannya akan lebih ringan dengan pengurangan kadar lignin dalam serpih karena pulp yang dihasilkan lebih cerah.

Kadar holoselulosa dalam kayu menyatakan jumlah senyawa karbohidrat atau polisakarida terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan pektin (Prawirohatmodjo, 1977). Pada pembuatan pulp dan kertas diperlukan kadar holoselulosa yang tinggi, karena memberikan kekuatan yang baik. Kadar holoselulosa dan alfaselulosa kayu randu yang diberi perlakuan dengan jamur *P. chrysosporium* selama 20, 30 dan 40 hari mengalami penurunan dari kontrol tetapi penurunan yang terjadi relatif kecil dan tidak signifikan sehingga tidak akan memberikan pengaruh yang besar pada lembaran pulp yang akan dibentuk.

Untuk memproduksi pulp, kadar hemiselulosa bahan baku akan mempengaruhi rendemen pulp dan sifat fisik lembaran yang dihasilkan. Dalam penelitian ini penetapan kandungan holoselulosa melalui kadar pentosan, karena merupakan bagian dari hemiselulosa kayu. Kandungan hemiselulosa pada kayu jarum adalah pentosan dan heksosan sedangkan pada kayu daun terdiri dari pentosan saja. Kadar Pentosan kayu randu yang diberi

perlakuan dengan jamur *P. chrysosporium* selama 20 hari, 30 hari dan 40 hari mengalami penurunan dari kontrol tetapi penurunannya juga tidak signifikan sehingga tidak akan membarikan pengaruh nyata pada kualitas lembaran pulp yang akan dibentuk.

Kelarutan kayu dalam NaOH 1% merupakan indikasi derajat degradasi karbohidrat oleh jamur, cahaya atau oksidasi. Kayu yang telah terdegradasi umumnya akan menghasilkan kelarutan alkali yang tinggi (Bierman, 1996). Kadar kelarutan dalam NaOH 1% kayu randu yang diberi perlakuan dengan jamur *P. chrysosporium* selama 20, 30 dan 40 hari mengalami kenaikan dari kontrol 25,47% menjadi 29,46%; 30,87% dan 32,69%. Alkali panas melarutkan karbohidrat dengan berat molekul terendah yang terdiri dari sebagian besar hemiselulosa dan selulosa yang terdegradasi dalam kayu. Kelarutan kayu dalam NaOH mengindikasikan derajat degradasi/kebusukan oleh jamur, panas, cahaya, oksidasi dan lain-lain. Semakin tinggi serangan jamur atau degradasi, maka kelarutannya semakin besar. Pengaruh dari perlakuan ini akan membuat serpih kayu randu lebih lunak sehingga akan menurunkan waktu pemasakan serpih menjadi pulp.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian perlakuan jamur *P. chrysosporium* terhadap serpih kayu randu selama 20, 30 dan 40 hari sebelum proses pulping dapat disimpulkan sebagai berikut :

Komponen kimia kayu randu mengalami perubahan yang disebabkan penyerangan jamur *P. chrysosporium*. Kadar ekstraktif, lignin, holoselulosa, alfa selulosa mengalami penurunan sedangkan kelarutan dalam NaOH 1 % meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M., M. C. Attridge, R. A. Blanchette, G. C. Myers, M. B. Wall, M. S. Sykes, Jr. J. W. Koning, R. R. Burgess, T. H. Wegner and T. Kirk., 1992. *Biotechnology in pulp and paper industry*. In: Proceedings of the 5th International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry. University Publishers Ltd., Tokyo.
- Akhtar, M., M. C. Attridge, G. C. Myers and R. A. Blanchette., 1993. *Biomechanical pulping of loblolly pine chips with selected white rot fungi*. *Holzforschung*.
- Anonim, 2007. *Proses Pembibitan Untuk Tanaman Kapuk*. Direktorat Perbenihan dan Sarana Produksi (<http://ditjenbun.deptan.go.id/web/benihbun/benih>).
- Bierman, C.J., 1996. *Pulping and Papermaking*. Academic Press. San Diego. California.
- Fujita, K., R. Kondo, K. Sakai, Y. Kashino, T. Nishida and Y. Takahara., 1993. *Biobleaching of softwood Kraft pulp with white rot fungus IZU-154*. *Tappi J.* 76: 81-84.
- Kirk, T.K., S. Croan, M. Tien, K.E. Murtagh and R.L. Farrell., 1986. *Production of multiple ligninases by Phanerochaete chrysosporium - effect of selected growth-conditions and use of a mutant strain*. *Enzyme Microb Technol* 8:27-32.
- Nishida, T., Y. Kashino, A. Mimura and Y. Takahara., 1998. *Lignin biodegradation by wood-rotting fungi I. Screening of lignin-degrading fungi*. *Mokuzai gakkaiishi* 34:530-536.
- Messner, K. and E. Srebotnik., 1994. *Biopulping: An overview of developments in an environmentally safe paper-making technology*. *FEMS Microbiol. Rev.* 13: 351-362.
- Messner, K., et al. 1998. *Fungal treatment of wood chips for chemical pulping*. John Wiley and Sons, Inc., pp. 385-398.
- Maijala, P., et al., 2002. *Characteristics of a new white-rot fungus with potential in biopulping*. In: Conference Proceedings of the Workshop of COST E23 Action Biotechnology in the Pulp and Paper Industry, "Biotechnology for

improving pulp & paper processing”, November 28-29, 2002, Centre Technique du Papier, Grenoble, France, p. 10.

Prawirohatmodjo, S., 1977. *Kimia Kayu*. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Pasaribu, Komaryati, dan Suprpti.,1998. *Studi Biodelignifikasi Campuran Limbah Pembalakan Kayu Sebagai Bahan Baku Pulp*. Buletin Penelitian Hasil Hutan Vol 15 No 7. Departemen Kehutanan.

Siagian,R.M., dkk., 2003. Studi Peranan Fungi Pelapuk Putih dalam Proses Biodelignifikasi Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen). *J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol. 1 • No. 1 • 2003*