

OPTIMASI *BIOKRAFT* JAMUR *Phanerochaete chrysosporium* TERHADAP KOMPONEN KIMIA CAMPURAN BATANG DAN LIMBAH CABANG MANGIUM SEBAGAI BAHAN BAKU PULP

Devi Silsia, Ridwan Yahya dan Mucharomah
Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu

ABSTRACT

Optimization biokraft of fungi *P. Chrysosporium* through elongated incubation time on mixed stem and branch waste mangium is a solution to solve the environmental pollution problem, low quality of pulp and limited raw material. Effect of *P. Chrysosporium* 10 % concentration and 45 days incubation time on pre research could not decrease lignin optimally and extractive degradation had not occurred yet. The aims of the study were to observe the effect of incubation time extension, and to determine the best incubation time of *P. Chrysosporium* applied at 10 % concentration based on the chemical component percentage, 45, 60 and 75 days on mixed stem and branch as raw material for pulp. Results showed that increasing incubation time decreased extractive and lignin content and increased holocelulosa and alpha celulosa content. Mixed stem and branch with 10% amount and 75 day incubation time of *P. Chrysosporium* gave the best results for raw material of pulp.

Key words: *biokraft*, *Phanerochaete chrysosporium*, chemical component of mangium, pulp.

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil-hasil penelitian terakhir dan pengamatan langsung pada beberapa industri pulp tergolong besar di Indonesia, terdapat tiga permasalahan mendasar pada industri tersebut dalam memproduksi pulp sebagai salah satu produk andalan ekspor nasional. Permasalahan (1) pencemaran limbah cair pulp yang hingga saat ini masih melewati ambang batas yang diperkenankan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), (2) masih rendahnya sifat pulp sebagai akibat masih tingginya kadar lignin dan ekstraktif mangium sebagai bahan baku utama industri pulp tersebut, dan (3) kebutuhan material untuk memenuhi kapasitas terpasang mesin industri pulp masih jauh melebihi jumlah bahan baku kayu yang tersedia.

Permasalahan pertama muncul karena industri tersebut menghasilkan limbah cair pulp yang masih melewati ambang batas yang diperkenankan dalam

baku mutu limbah berdasarkan Ketetapan Menteri Negara LH No.51/MENLH/1995, yang tentunya sangat membahayakan organisme yang berada di sekitarnya (Rini, 2006; Utami, 1992; Martina, 2002). Masalah kedua timbul karena industri pulp tersebut mengandalkan zat kimia sepenuhnya untuk mendegradasi lignin dan ekstraktif dalam pembuatan pulp, sementara dalam pulping kimiawi tidak mungkin untuk mendapatkan degradasi lignin yang sempurna, sebaliknya tidak dapat dihindari terjadinya degradasi holoselulosa dan alpha selulosa sehingga *kappa number* menjadi tinggi dan rendemen menjadi rendah. Hasil riset sebelumnya menunjukkan bahwa kadar lignin dan ekstraktif batang mangium belum mampu diturunkan, sehingga sebagai bahan baku utama industri pulp dengan teknologi *biokraft pulping* jamur *P. chrysosporium* dikategorikan rendah (Silsia dkk, 2008). Persoalan ketiga muncul karena umumnya para pemilik

industri pulp terlanjur mendirikan industri dengan kapasitas terpasang mesin yang besar. Sementara tingkat keberhasilan Hutan Tanaman Industri (HTI) mereka atau HTI patungannya, sebagai pemasok utama bahan baku masih sangat rendah (Menteri Kehutanan, 2003 dalam Anonim, 2003 dan Manurung, 2008).

Optimasi *biokraft* jamur *P. chrysosporium* melalui perpanjangan waktu inkubasinya terhadap campuran batang dan limbah cabang mangium merupakan alternatif solusi terhadap masih tingginya tingkat pencemaran limbah cair, rendahnya sifat pulp dan kekurangan bahan baku pada industri pulp sebagaimana diuraikan di atas. Ide ini didasarkan pada pemikiran bahwa tingginya tingkat pencemaran limbah cair pada industri pulp terjadi akibat lignin dan ekstraktif yang terdegradasi oleh NaOH dan Na₂S terlarut pada limbah cair tersebut. Kandungan lignin dan ekstraktif pada limbah cair pulp berturut-turut sebesar 46% dan 7% (Sjostrom, 1993). Lignin merupakan senyawa aromatis berantai panjang bersifat toksik dan sulit terurai dengan penghancur hayati (Utami, 1992). Sedangkan senyawa organik terlarut berupa terpenin dari zat ekstraktif menyebabkan tingginya nilai BOD. Jumlah bahan kimia pemasak yang digunakan pada industri pulp berbanding lurus dengan jumlah lignin dan ekstraktif dalam kayu sehingga dapat disimpulkan bahwa jika ingin mengurangi pencemaran limbah cair industri pulp, maka material atau kayu yang akan di-*pulping* harus berkadar lignin dan ekstraktif rendah.

Gagasan optimasi *biokraft* jamur *P. chrysosporium* juga diharapkan mampu meningkatkan sifat pulp. Batang mangium mempunyai nilai rendemen, *kappa number* dan konsumsi alkali berturut-turut 42,00%, 22,41 dan 14,12.% (Yahya dkk, 2007). Berdasarkan klasifikasi kualitas kayu sebagai bahan

baku pulp dan kertas (Vademekum Kehutanan, 1976), rendemen tersebut tergolong masih rendah sedangkan *kappa number* tergolong tinggi. Hal ini disebabkan karena industri pulp tersebut sepenuhnya mengandalkan zat kimia untuk mendegradasi lignin dan ekstraktif dalam *pulping*. Sementara dalam *pulping* kimiawi tidak mungkin untuk mendapatkan degradasi lignin dan ekstraktif yang sempurna dan sebaliknya tidak dapat dihindari terjadinya degradasi holoselulosa dan alpha selulosa (Fengel and Wegener, 1989; Sjostrom, 1993 dan Bierman, 1993), sehingga rendemen menjadi rendah dan *kappa number* menjadi tinggi. Uraian ini menyebabkan bahwa peningkatan sifat pulp mempersyaratkan kadar lignin dan ekstraktif kayu atau material yang rendah.

Penelitian pendahuluan yang telah dilakukan mampu menurunkan secara nyata kadar lignin batang mangium (*Acacia mangium* Willd) sebesar 18,25% dengan memberi perlakuan awal berupa jamur *P. chrysosporium* pada kombinasi dan waktu inkubasi 10% 45 hari. (Silsia dkk, 2008). Namun secara statistik ekstraktif tidak mengalami penurunan, sementara Siagian dkk (2003) dan Pujirahayu dan Marsoem (2006) dapat menurunkan kadar ekstraktif sengon (*Paraserianthes falcataria* L.Nilesen) setelah diinokulasi dengan jamur *P. chrysosporium* selama 30 hari masing-masing sebesar 47.58% dan 34,33%. Kadar ekstraktif batang mangium adalah 4,57% (Silsia dkk, 2008) dan terkategori tinggi menurut klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar (Vademekum Kehutanan, 1976). Sedangkan untuk kadar lignin walaupun turun (18,25%) tetapi nilai mutlak ligninnya (23,43.%) tetap terkategori sedang sebagai bahan baku pulp menurut klasifikasi komponen kayu tersebut.

Pada penelitian ini waktu inkubasinya diperpanjang menjadi 60

hari dan 75 hari. Dasar pemikirannya adalah karena penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa penurunan kadar lignin belum mencapai titik optimum dan zat ekstraktif belum terdegradasi. Sementara hasil-hasil riset menunjukkan bahwa tingkat degradasi oleh jamur pelapuk putih berbanding lurus waktu inkubasi (Pasaribu dan Lestari, 2003 dan Franco *et al*, 2005). Hal ini diduga terkait dengan penerapan waktu inkubasi yang belum tepat. Waktu inkubasi yang diaplikasikan hanya sedikit berbeda dengan waktu inkubasi untuk sengon sebagaimana penelitian Siagian dkk (2003) diatas sedangkan kerapatan batang mangium ($0,48 \text{ gr/cm}^3$) jauh lebih tinggi daripada kerapatan sengon ($0,37 \text{ gr/cm}^3$) (Yahya, 2002 dan Yahya *et al* 2005), sementara tingkat degradasi oleh jamur berbanding terbalik dengan kerapatan kayu (Setliff *et al.*, 1990). Material yang digunakan berupa campuran limbah cabang mangium dan batangnya, karena limbah cabang mangium mudah diperoleh dan sangat potensial sebagai bahan baku pulp baik ditinjau dari jumlah 10,43% (Supriadi, 2002), komponen kimia (Yahya, *et al.* 2004) dan dimensi seratnya (Yahya *et al.* 2005) serta sifat pulp campuran batang dengan cabang yang tidak berbeda dengan batangnya bahkan memerlukan zat kimia yang lebih sedikit .

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) Mengetahui hubungan perpanjangan waktu inkubasi jamur *P.chrysosporium* terhadap komponen kimia (ekstraktif, lignin, holoselulosa, dan alphaselulosa) serpih mangium; 2) menentukan waktu inkubasi terbaik dari pemberian jamur *P.chrysosporium* pada campuran batang dan limbah cabang mangium dan 3) menganalisis potensi campuran batang dengan limbah cabang mangium yang telah diberi jamur *P.chrysosporium* pada waktu inkubasi terbaik sebagai bahan baku pulp dan kertas berdasarkan komponen kimianya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi bahan dan alat-alat untuk kegiatan peremajaan, perbanyakan, inokulasi dan inkubasi isolat *P. Chrysosporium*, bahan dan alat-alat untuk kegiatan pembuatan serpih, pembuatan serbuk dan bahan dan alat-alat untuk analisis komponen kimia.

Prosedur Penelitian

Sampel yang digunakan terdiri atas 6 pohon mangium dari HTI PT. Musi Hutan Persada yang masing-masing berumur 7 tahun yang dipilih secara random. Biakan murni jamur *P. chrysosporium* diperoleh dari Laboratorium Patologi Fakultas Pertanian IPB. Pertama-tama disiapkan serpih dari batang dan cabang mangium berukuran (2,5 x 2,5 x 2) cm. Serpih batang dan cabang tersebut kemudian dicampur berdasarkan proporsinya pada pohon dan ditentukan kadar airnya.

Serpih campuran tersebut dimasukkan kedalam kantong plastik tahan panas, kemudian disterilisasi. Setelah dingin, sampel diinokulasi dengan isolat jamur *P. Chrysosporium* dengan konsentrasi 10% dari berat kering tanur serpih dan inkubasi dilakukan selama 45, 60, dan 75 hari. Serpih tersebut selanjutnya dijadikan serbuk dan dianalisis komponen kimianya (kadar ekstraktif, lignin, holoselulosa, dan alpha selulosa), berdasarkan standar Tappi Test Methods T 204, T 222, T 9 dan T 203.

Untuk mengetahui hubungan waktu inkubasi dan komponen kimia campuran batang dengan limbah cabang mangium digunakan Analisa regresi. Komponen kimia material campuran tersebut dianalisis potensinya sebagai bahan baku pulp dengan membandingkannya dengan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia (Vademekum Kehutanan, 1976).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari analisis komponen kimia yang meliputi ekstraktif, lignin, holoselulosa, dan alpha selulosa dari campuran batang dan limbah cabang mangium setelah pemberian jamur *P. Chrysosporium* dengan konsentrasi 10% dan waktu inkubasi 45, 60, 75 hari dapat dilihat pada Tabel 1. Penambahan waktu inkubasi dari 45 hari menjadi 60 hari dan 75 hari, mengakibatkan

penurunan kandungan ekstraktif dan lignin serta meningkatkan kandungan holoselulosa dan alpha selulosa dari campuran batang dan limbah cabang mangium. Hubungan waktu inkubasi dengan kadar lignin dan ekstraktif dapat dilihat pada gambar 1, sedangkan hubungan waktu inkubasi dengan kadar selulosa dan alpha selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.

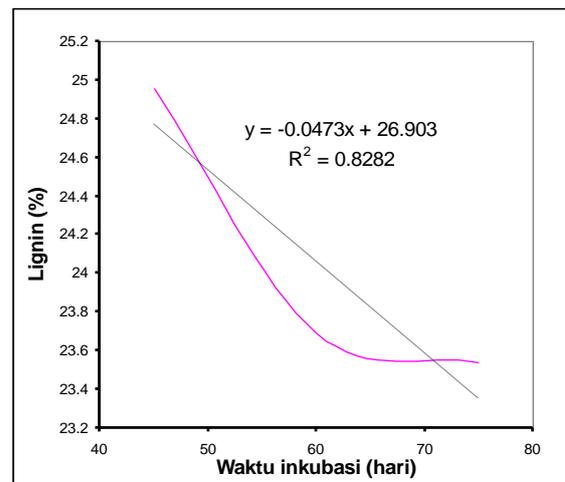
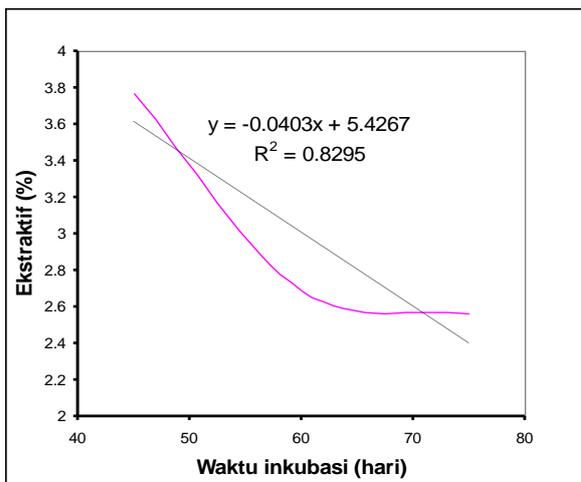
Tabel 1. Hasil analisis komponen kimia setelah pemberian jamur *P. Chrysosporium* dengan konsentrasi 10%

Waktu inkubasi (hari)	Kadar komponen kimia (%)			
	ekstraktif	lignin	Holoselulosa	alphaselulosa
45	3,77	24,96	78,78	49,95
60	2,69	23,69	79,30	50,06
75	2,56	23,34	79,81	50,47

Hubungan antara waktu inkubasi dengan kadar ekstraktif dan lignin

Hasil analisa regresi menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara waktu inkubasi dengan kadar ekstraktif dan lignin pada campuran batang dan limbah cabang mangium yang telah diberi jamur *P. chrysosporium*. Hubungan tersebut adalah bersifat negatif di mana dengan semakin bertambahnya waktu inkubasi, maka kadar ekstraktif

maupun lignin material menjadi semakin kecil (Gambar 1). Penelitian Yahya dkk (2007) yang juga menginokulasi jamur *P. chrysosporium* pada campuran batang dan limbah cabang mangium dengan konsentrasi 10% dengan waktu inkubasi dari 0, 15, 30 dan 45 hari menunjukkan bahwa hanya kadar lignin yang dipengaruhi penurunannya secara signifikan oleh waktu inkubasi sedangkan kadar ekstraktif tidak.



(a)

(b)

Gambar 1. Hubungan waktu inkubasi dengan kadar lignin (a) dan ekstraktif (b) setelah pemberian jamur *P. chrysosporium* pada konsentrasi 10%.

Pada penelitian ini hubungan berbanding terbalik antara waktu inkubasi dengan kadar ekstraktif dan lignin sangat erat dengan nilai koefisien korelasi masing-masing, yaitu 0,91. Jika sebelumnya timbul dugaan bahwa ekstraktif kayu cenderung resisten terhadap serangan jamur jamur *P. chrysosporium* (Yahya dkk 2007), maka hasil penelitian kali ini mengoreksi dugaan tersebut.

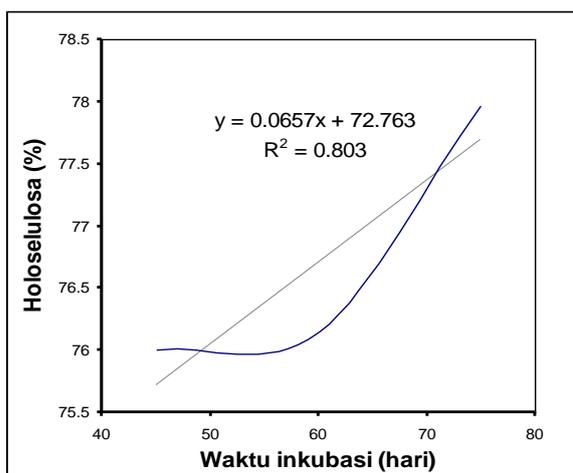
Keeratan hubungan terbalik antara waktu inkubasi dengan kadar ekstraktif yang diperoleh pada penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian pemberian jamur jamur *P. chrysosporium* pada sengon (*Paraserianthes falcataria* L Nielsen) yang dilakukan oleh Siagian dkk (2003) serta Pujirahayu dan Moersom (2006). Dugaan sebelumnya bahwa faktor kerapatan kayu yang menjadi penyebab belum terdegradasinya komponen ekstraktif campuran batang dan limbah cabang mangium oleh jamur jamur *P. chrysosporium* (Silsia, dkk 2008), semakin menguat dengan hasil penelitian ini. Jamur *P. chrysosporium* membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendegradasi komponen kimia campuran batang dan cabang mangium

dibandingkan sengon. Batang dan cabang mangium masing-masing mempunyai kerapatan 0.49 gr/cm³ dan 0.48 gr/cm³ (Yahya et al 2005) sedangkan sengon hanya 0.37 gr/cm³.

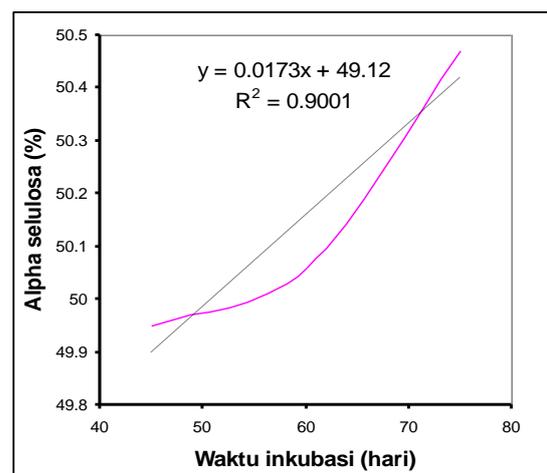
Nilai koefisien determinasi antara waktu inkubasi dan kadar ekstraktif juga sangat mendukung pernyataan bahwa degradasi ekstraktif memang disebabkan oleh jamur *P. chrysosporium*. Koefisien determinasi 0.83 (Gambar 1) menjelaskan bahwa 83% penurunan kadar ekstraktif yang terjadi disebabkan oleh jamur jamur *P. chrysosporium*.

Hubungan waktu inkubasi dengan holoselulosa dan alpha-selulosa

Persamaan regresi dalam Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara waktu inkubasi dengan kadar holoselulosa dan selulosa pada campuran batang dan limbah cabang mangium yang telah diberi jamur *P. chrysosporium*. Hubungan antara waktu inkubasi dengan holoselulosa maupun selulosa adalah positif di mana dengan semakin bertambahnya waktu inkubasi, maka kadar holoselulosa maupun selulosa material menjadi semakin besar (Gambar 2).



(a)



(b)

Gambar 2. Hubungan waktu inkubasi dengan kadar holoselulosa (a) dan alpha selulosa (b) setelah pemberian jamur *P. chrysosporium* pada konsentrasi 5%.

Hasil penelitian ini sangat penting dalam pembuatan pulp. Pada penelitian ini diperoleh persamaan regresi yang menunjukkan hubungan positif yang sangat erat antara waktu inkubasi dengan holoselulosa maupun alpha selulosa. Keeratan hubungan antara waktu inkubasi dengan kedua variable yang diamati ditunjukkan dengan koefisien korelasi yang mencapai 0,90 untuk holoselulosa dan 0,96 untuk selulosa. Keeratan hubungan ini belum ditemukan pada penelitian sebelumnya yang juga menginokulasi jamur *P. chrysosporium* pada campuran batang dan limbah cabang mangium pada konsentrasi 10% dengan waktu inkubasi dari 0, 15, 30 dan 45 hari sebagaimana yang dilaporkan Yahya dkk (2007). Pada penelitian tersebut Yahya dkk melaporkan bahwa hanya kadar lignin yang signifikan mengalami penurunan setelah diberi jamur sedangkan holoselulosa, selulosa dan ekstraktif cenderung konstan.

Penelitian ini juga sedikit berbeda dengan pendapat Wasaraka dkk., (2002) yang melaporkan bahwa pada periode lama inkubasi 0 sampai 5 minggu terjadi penurunan α -selulosa 0,1%. Tetapi relatif sejalan dengan pendapat Hood (2003) dan Pujirahayu dan Marsoem (2006). Hood mengatakan bahwa *P.chrysosporium* sangat bermanfaat karena mendegradasi lignin dan meninggalkan selulosa tetap pada kayu. Sementara itu Pujirahayu dan Marsoem menyatakan bahwa jamur *P. chrysosporium* dapat menurunkan lignin tanpa merusak selulosa kayu, sehingga cukup baik digunakan untuk perlakuan pendahuluan pada *chips* sebelum proses pemasakan. Kedua pernyataan terakhir secara tersirat sebenarnya juga mengatakan terjadinya peningkatan persentase holoselulosa maupun selulosa, karena kontribusi lignin yang semakin berkurang dalam perhitungan persentase tiap komponen kimia kayu.

Kualitas campuran batang dan limbah cabang mangium pasca pemberian jamur sebagai bahan baku pulp berdasarkan komponen kimia

Penambahan waktu inkubasi dari 45 hari menjadi 75 hari yang menyebabkan penurunan kadar ekstraktif dan lignin sebagaimana diuraikan diatas, tentunya sangat menguntungkan bagi industri pulp. Kadar ekstraktif campuran batang dengan limbah cabang mangium yang mengalami pengurangan yang drastis sebesar 36%. Kadar ekstraktif campuran bat tidak diberi jamur sebesar 4,00% (Yahya, dkk 2007) sedangkan setelah diberi jamur menjadi 2.56%. Demikian halnya kadar lignin yang mengalami penurunan dari 24,96% menjadi 23,54%.

Industri pulp sangat menyukai material yang berkadar ekstraktif dan lignin rendah (Ona *et al.* 2001; Kube & Raymond 2002). Komsumsi bahan kimia pemasak akan rendah jika material yang dibuat pulp berasal dari material yang rendah kadar ekstraktif dan ligninnya (Miranda *et.al*, 2003; Kube and Raymond, 2002; Bao *et al.* 1999; Siagian dkk, 2003). Siagian dan Purba lebih rinci menjelaskan bahwa kandungan zat ekstraktif yang tinggi dapat mempengaruhi pemakaian bahan kimia dalam pembuatan pulp dan kertas karena dapat bereaksi dengan alkali yang digunakan. Dengan demikian, nilai konsumsi alkali menjadi tinggi. Selain itu, dengan tingginya kadar zat ekstraktif dapat menghambat proses pemisahan serat pada waktu pembuatan pulp karena terjadi reaksi antara zat ekstraktif dengan larutan pemasak.

Rendemen pulp yang diperoleh akan rendah jika terbuat dari material yang tinggi kadar ekstraktif dan ligninnya (Miranda, 2003; Kube and Raymond, 2002; Bao *et al.* 1999; Siagian, dkk 2003, Haygreen & Bowyer 1996). Siagian dan Purba (1994) lebih detail menjelaskan bahwa rendemen pulp yang diperoleh

menjadi rendah sebab rendemen pulp diperoleh dari perbandingan antara berat kering tanur (BKT) pulp yang dihasilkan melalui *pulping* dibagi berat kering tanur (BKT) serpih yang di-*pulping*. Jika zat ekstraktif dan lignin tinggi pada suatu material dan semuanya terlarut selama *pulping* berlangsung maka berat kering tanur (BKT) pulp yang dihasilkan menjadi kecil, yang pada akhirnya mengecilkan nilai rendemen pulp yang diperoleh.

Kadar ekstraktif dan lignin yang tinggi selain dapat meningkatkan konsumsi alkali dan menurunkan kuantita pulp dalam bentuk rendemen, juga dapat menurunkan kualitas kertas yang dihasilkan. Enklund and Lidstrom (1991) mengatakan bahwa sebagian dari resin dan ekstraktif tetap tertinggal setelah *pulping*. Bagian yang tertinggal ini dapat menyebabkan masalah dalam proses pembuatan kertas. Karena menimbulkan bintik noda pada lembaran yang dihasilkan.. Dilain pihak Fengel & Wegener (1989) menjelaskan bahwa kadar lignin yang tinggi dapat menyebabkan rendahnya kekuatan kertas.

Material campuran batang dengan cabang mangium yang telah diberi jamur di atas tentunya lebih disukai sebagai bahan baku pulp dibandingkan yang tidak diberi jamur. Berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, material yang tidak diberi jamur *P. chrysosporium* kadar ekstraktifnya (4,00%) masih tergolong tinggi sedangkan yang telah diberi jamur (2,56%) telah terkategori sedang.

Penambahan waktu inkubasi juga menyebabkan peningkatan persentase holoselulosa dan alpha selulosa. Holoselulosa meningkat dari 71.68% pada waktu inkubasi 0 hari menjadi 79.81% pada waktu inkubasi 75 hari atau terjadi peningkatan 11,34%. Demikian halnya dengan alpha selulosa yang meningkat 4,8% dari hanya 48,15% pada

waktu inkubasi 0 hari menjadi 50.47% pada waktu inkubasi 75 hari.

Industri pulp tentunya sangat menyenangkan peningkatan holoselulosa dan alpha selulosa ini, karena akan meningkatkan rendemen pulp dan kualitas pulp. Pada kraft pulp daun lebar, rendemen pulp berbanding lurus dengan kadar holoselulosa (Amidon, 1981; Mabilangan and Estudillo, 1996). Siagian dkk (2003) menambahkan bahwa semakin tinggi kadar α -selulosa pada suatu material maka semakin baik material tersebut digunakan untuk bahan baku pulp. Hal ini disebabkan karena α -selulosa mempunyai daya gabung yang besar dan memudahkan jalinan antar serat serta menyebabkan kertas yang dihasilkan lebih putih.

Campuran batang dan limbah cabang mangium yang telah diberi jamur 10% dengan waktu inkubasi 75 hari mengandung holoselulosa dan alpha-selulosa yang terkategori tinggi. Holoselulosa dan alpha-selulosa material campuran tersebut masing-masing 79.81% dan 50.47%. FAO (1980) dalam Pari dan Saepullah (2000) menjelaskan bahwa material dengan kadar holoselulosa di atas 65% tergolong baik sebagai bahan baku pulp. Demikian halnya dengan material yang berkadar selulosa di atas 45%, tergolong tinggi berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar.

KESIMPULAN

Perpanjangan waktu inkubasi jamur *P.chrysosporium* terhadap komponen kimia campuran batang dan limbah cabang mangium berbanding terbalik dengan kandungan ekstraktif dan lignin dan berbanding lurus dengan kandungan holoselulosa dan alpha selulosa. Waktu inkubasi terbaik untuk campuran batang dengan limbah cabang mangium yang diberi jamur *P. chrysosporium* 10% adalah 75 hari, karena pada waktu inkubasi tersebut dihasilkan kadar ekstraktif (2,56%) dan lignin (23,54%) terendah, serta

holoselulosa (79,81%) dan alpha selulosa (50,47%) tertinggi. Campuran batang dengan limbah cabang mangium yang diberi jamur *P. chrysosporium* 10% pada waktu inkubasi terbaik (75 hari), sangat berpotensi sebagai bahan baku pulp karena mengandung ekstraktif dan lignin yang tergolong sedang serta holoselulosa dan alpha selulosa yang tergolong tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membantu pembiayaan penelitian ini melalui program hibah Bersaing tahun 2009. Ucapan terimakasih juga kepada Yunita yang telah membantu mengumpulkan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. Realisasi Tanaman HTI Rendah Dephut Segera Memanggil Pengusaha Pulp dan Kertas. www.sinarharapan/pulp+kertas.
- Amidon Te. 1981. Effect Of The Wood Properties Of Hardwoods On Kraft Paper Properties, *Tappi J* 64(3):123-126.
- Bao, F.C, Z.H Jiang, X.M Jiang, X.X Lu, X.Q Luo and S.Y Zhang. 2001. Differences in wood properties between juvenile wood and mature wood in species grown in China. *Wood Science and Technology* 35 (2001) 363-375. Springer-Verlag.
- Biermann. C.J. 1993. *Essentials of Pulping and Papermaking*. Academic Press, Inc. Sandiago. California.
- Eklund D & Lindstrom T. 1991. Paper Chemistry an Introduction. Pp 23. *DT. Paper Science Publications*.
- Franco, H., J. Freer., J.P. Ellissetche., R. Mendosa., J. Baesa, dan J. Rodriquez. 2005. Biokraft pulping of the Chilean tree *Drmys winteri*. *Proceedings 59th Appita Annual Conference and Exhibition incorporating the 13th International Symposium on Wood, Fibre, and Pulping Chemistry*. Auckland 16-19 May 2005. Volume 3. p117-120.
- Fengel D, and Wegener G. : *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Second Edition. Walter de Gruyter and Co, Berlin. p 1-729 (1989).
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1996. *Forest Products and Wood Science An Introduction*. Third Edition. Iowa University Press, Ames, Iowa. Pp 124.
- Hood, I. 2003. *An Introduction to Fungi of Wood in Queensland*. University of New England Printery.
- Kube Pd & Raymond Ca. 2002. Prediction of whole-tree basic density and pulp yield using wood core samples in *Eucalyptus nitens*. *Appita Journal* 55(1): 43-48.
- Mabilangan LC. and Estudillo CP. 1996. Philippines Woods Suitable for Kraft Pulping Process. Philippines Forest Products Research Development Institute, *Trade Bulletin Series* (5) 1-9.
- Manurung, E.G.T. 2008. *Road Map Revitalisasi Industri Kehutanan Indonesia*. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Martina, A, N. Yuli dan M.Sutisna. 2002. Optimasi Beberapa Faktor Fisik

- Terhadap Laju Degradasi Selulosa Kayu Albasia (*Paraserianthes falcataria* L.Nilesen) dan Karboksimetil selulosa (CMC) secara Enzimatis oleh Jamur. *Jurnal Natur Indonesia* 4(2):156-163.
- Miranda I, M. Tome, H. Pereira. 2003. The influence of spacing on wood properties for *Eucalyptus globus* Labill pulpwood. *Appita Journal* 56(2) 140-144. 2003.
- Ona T, Sonoda T, Ito K, Shibata M, Tamai Y, Kojima Y, Ohshima J, Yokota S & Yoshizawa N. 2001. Investigation of relationship between cell and pulp properties in *Eucalyptus* by examination of within-tree property variations.. *Wood Science and Technology* 35 (2001) 363-375.
- Pari, G, dan Saepuloh. 2000. Analisis Komponen Kimia Kayu Mangium Pada Beberapa Macam Umur Asal Riau. *Buletin Penelitian Hasil Hutan* Vol.17 No.3 Hal 140-148.
- Pasaribu, R.A dan S.B.Lestari. 2003. Efektivitas Fungi Cipanas dalam Biokonversi Tandan Kosong Kelapa Sait (TKSS) menjadi Pulp Kertas Koran. *Bulletin Penelitian Hasil Hutan*. Vol.2 No.3. Bogor.
- Pujirahayu. N dan Marsoem, S.N. 2006. Efisiensi Pemasakan Bio-kraft Pulp Kayu Sengon dengan Jamur *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal AGROSAINS*,19(2).
- Rini, D.S. 2006. Minimalisasi Limbah industri pulpdan kertas. www.ecoton.or.id. 20 Pebruari. 2006.
- Setliff, E.C.,R. Marton,S.G. Granzow and K.I.Eriksson. 1990. Biomechanical pulping With *White-Rot Fungi*. *Tappi Journal* (August)p:141-147.
- Siagian R.M., H. Roliadi,. S. Suprapti dan S.Komarayati . 2003. Studi Peranan Fungi Pelapuk Putih dalam Proses Biodelignifikasi Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.Nilesen). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. Vol 1 No.1 p 47-56.
- Silsia D, R.Yahya dan Mucharomah. 2008. Perubahan Komponen Kimia Batang *Acacia mangium* Willd Akibat Pemberian Jamur *Phanerochaete chrysosporium*. *Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan (SEMIRATA) Bidang Ilmu MIPA-XXI BKS PTN Wilayah Bagian Barat di Bengkulu*.
- Sjostrom, E. 1993. *Wood Chemistry, Fundamental and Applications*, Second Edition. Academic Press, Inc. USA.
- Supriadi, B. 2002. Potensi Kayu Sisa Tebangan Berdiameter 4 – 8 cm serta Alternatif Pemanfaatannya. *Technical Notes* Vol. 12, No.3. Research and Development HTI PT. Musi Hutan Persada.
- Supriadi B dan R. Wahyono. 2002. Potensi Kayu *Acacia mangium* serta Pemanfaatan secara luas. *Prosiding Seminar Nasional V MAPEKI* 30 Agustus - 1 September 2002. Bogor. Indonesia. pp 617-621.
- Utami, A. 1992. *Evaluasi biodegradability dari Limbah Cair untuk Menentukan*

- Pengolahannya*. BPP Teknologi. Jakarta.
- Vademekum Kehutanan. 1974. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Wasaraka, A.R; S. Prawirohatmodjo dan A. Sulthoni. 2002. Deteriorasi Sifat-sifat Kimia dan Fisika Kayu Karet oleh Asosiasi Jamur Pengganggu. Cakrawala Perlindungan Hutan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yahya, R. 2002. Pulp and Paper Quality of *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. *Proceedings of Fourth International Wood Science Symposium*, p. 457 – 468, 2-5 September 2002 Serpong, Indonesia. LIPI – JSPS Core University Program in the Field of Wood Science.
- Yahya, R, Mucharromah dan D. Silsia. 2007. Pengaruh pemberian jamur *Phanerochaeta chrysosporium* terhadap perubahan komponen kimia campuran batang dan limbah cabang mangium sebagai bahan baku pulp. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Edisi Khusus, No.2. Halm. 208-214.
- Yahya, R, Y. Matsumoto, and G. Meshitsuka., 2004. Chemical Components of *Acacia mangium* Willd. *Proceedings of the Fifth Indonesian Wood Research Society*. Makassar, South Sulawesi, Indonesia.
- Yahya, R, Y. Matsumoto, T. Akiyama and G. Meshitsuka., 2005. Feasibility of Branch of Young *Acacia mangium* Willd as Raw Material for pulp and paper manufacture. *Proceedings of The 50th Lignin Symposium Nagoya*, Japan. October 19 and 20, 2005. P 34-37.