

KAJIAN AWAL PEMBUATAN PULP AKASIA DENGAN METODE PULP BIOLOGIK

Said Zul Amraini, Evelyn
Rhovi Saputra, dan Maizul Hendra
Jurusan Teknik Kimia , Fakultas Teknik, Universitas Riau,
Pekanbaru, 28293

Abstrak

Kraft process is used by the mostly pulp industries. This process can produce a good quality pulp, but it also gives negative impact to the environment. In order to solve this impact, we try to used a method of process that friendly to the environment. Its method is “ Biopulping”, a process with utilized the microorganism to produce a pulp, ie Trametes versicolor fungi sp. The objective of this research to investigate the possibility of biological process (fermentation) in producing the pulp. Hence, it was expected to give the information about the process condition by varying the air flow rate and the thickness of the chip.

The result showed that the amount degradation of the lignin was decrease while the amount of α selulose showing decreasing too. For the variation of air flow rate, the lowest amount of α selulose and the highest amount of degradation of lignin is find at the rate 7 l/minutes. While for the variation of the thickness of the chip, the lowest amount of α selulose and the highest amount of degradation of lignin is find at 3 mm.

Keyword : Kraft process, Biopulping, Trametes Versicolor fungi sp, α selulose, degradation of lignin.

1. Pendahuluan

Indonesia dengan kawasan hutan tropisnya merupakan salah satu negara penghasil kayu terbesar di dunia, yang sangat berpotensi untuk menjadi negara penghasil pulp dan kertas dalam kapasitas besar. Saat ini kebutuhan pulp semakin meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan kertas, hal ini berdampak pada perkembangan industri-industri yang mengolah pulp tersebut. Tabel 1. menunjukkan peningkatan kebutuhan pulp di Indonesia.

Tabel 1. Kebutuhan pulp di Indonesia

Tahun	Kebutuhan Pulp (Kg)
2000	1.319.556.870
2001	3.611.644.000
2002	4.359.129.328

Sumber : BPS Propinsi Riau

Proses kraft, sebagai salah satu proses kimia, selain menghasilkan kertas dengan kualitas baik, pengaruh terhadap lingkungan juga sangat besar. Terutama pada proses pembuatan pulp dan proses *bleaching* yang menggunakan senyawa chlorin.

Salah satu upaya untuk mengatasi rumit dan mahal nya proses pembuatan pulp adalah dengan menggunakan mikroba. Beberapa jenis jamur seperti *Cytospora sp*, *Trichoderma sp* dan *Phanerochaeta sp* diketahui dapat mendegradasi lignin dari bahan kayu atau non-kayu. Pembuatan pulp dengan metoda ini dikenal dengan *biopulping*. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa biopulping relatif lebih unggul dibanding proses kraft yaitu bersifat ramah lingkungan [Widjaja dkk., 2003; Goenadi dkk., 1994; Wilma dkk., 1999; Akhtar dkk., 2001] dan hemat energi (Akhtar dkk., 2001).

Kayu dibagi menjadi dua golongan atas dasar struktur serat dan bentuk daun yaitu kayu keras (*hardwood*) dan kayu lunak (*softwood*). Kayu keras mempunyai struktur serat yang pendek dan berdaun lebar, sedangkan kayu lunak mempunyai struktur serat yang panjang dan berdaun lebar.

Pembuatan pulp umumnya menggunakan kayu keras karena kadar selulosa yang terdapat pada kayu keras lebih banyak dibanding kayu lunak, disamping itu kadar lignin yang terdapat pada kayu keras lebih sedikit dibanding kayu lunak. Tabel 2. memperlihatkan perbandingan persentase kimiawi kayu pada kayu lunak dan kayu keras.

Tabel 2. Persentase kadar komponen kayu

No.	Komponen	Soft wood	Hard wood
1	Selulosa	42 %	45 %
2	Hemi selulosa	27 %	30 %
3	Lignin	28 %	20 %

Sumber : Teddy Suratmadji, [1994]

Lignin adalah bahan aromatik yang tidak larut pada hampir semua pelarut. Struktur kimia lignin cukup kompleks dan terdiri dari rantai panjang seperti selulosa. Fungsi utama lignin pada kayu adalah untuk mempererat serat-serat menjadi satu. Semua hemiselulosa baik yang terbuat dari rantai residu glukosa atau dari rantai residu gula lainnya selalu lebih pendek jika dibandingkan rantai selulosa terpendek, dan maksimal tersusun dari 150 residu gula. Selulosa adalah polimer alam turunan glukosa, β -D-glukopyranose yang tersusun atas unsur-unsur C, H dan O. Jumlah rantai glukosa pada selulosa sangat bervariasi. Panjang serat selulosa 0,3 sampai 0,7 μ m. [Cottral, 1952]

Pulp biologik merupakan proses pengolahan kayu atau materi lignoselulosa lainnya dengan menggunakan mikroba pendegradasi lignin untuk menghasilkan pulp. Salah satu mikroba yang mampu mendegradasi lignin yaitu *white-rot fungi* yang kemampuannya untuk mendegradasi lignin telah diuji oleh beberapa peneliti [Widjaja dkk., 2003; Goenadi dkk., 1994; Wilma dkk., 1999; Akhtar dkk., 2001]

Beberapa perkembangan penelitian mengenai pulping biologik dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil penelitian pulping biologik

No	Biomassa	Mikroba	Kondisi		Sumber
			Proses		
			pH	T	
1	<i>Empty fruit bunches of oil palm</i>	<i>Cytopaga sp.</i> atau <i>Trichoderma sp.</i>			Goenadi <i>et al.</i> , [1994]
2	<i>Albizia falcataria</i>	<i>Trametes sp.</i>	4,5	30°C	Wilma <i>et al.</i> , [1999]
3	<i>Paraserianthes sp.</i> dan <i>Pinus sp.</i>	<i>Phanerochaeta sp.</i>	-	35°C	Widjaja <i>et al.</i> , [2002]
4	<i>Paraserianthes sp.</i>	<i>Trametes sp.</i>	4,5	35°C	Widjaja <i>et al.</i> , [2003]

Penelitian yang dilakukan oleh Goenadi dkk., [1994] menunjukkan bahwa inokulasi dengan *Trichoderma sp.* atau *Cytopaga sp.* mempercepat dekomposisi tandan kosong kelapa sawit dan menghasilkan kertas dengan mutu medium. Penelitian Wilma dkk., [1999] memperoleh pulp dengan bilangan kappa 55,93– 100,33 dengan waktu optimum selama 13 hari. Biodelignifikasi menggunakan *Phanerochaeta sp.* pada kayu *Paraserianthes sp* lebih tinggi dibandingkan kayu *Pinus sp.* yaitu sebesar 55.02% selama 30 hari [Widjaja dkk., 2002]. Pada penelitian Widjaja dkk., [2003] menggunakan jamur *Trametes versicolor* memperoleh hasil lignin terdegradasi sebanyak 18,7% selama 15 jam.

2. Metodologi Penelitian

1. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi labu erlemeyer, gelas kimia ,gelas ukur, pipet tetes, tabung reaksi, alat ukur pH, alat ukur suhu, jarum ose beserta perangkat ukuran besar sebagai berikut:

a. Bioreaktor (*Fermentor*)

Bioreaktor yang digunakan adalah bioreaktor substrat padat berbentuk silinder dengan ukuran diameter 20 cm dan tinggi 25 cm. Bioreaktor berisi keranjang berukuran diameter 18 cm dan tinggi 9 cm yang dapat dilepas dengan dasar berlubang untuk aerasi. Bagian luar bioreaktor dibuat dari stainless steel dan dilengkapi dengan indikator suhu.

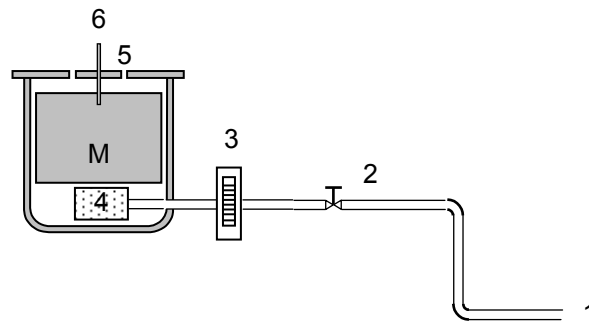
b. Penyerpah

Kayu yang digunakan berupa serpihan-serpihan kecil dan tipis dengan ukuran sekitar (2 x 2 x 0,1) cm, (2 x 2 x 0,2) cm dan (2 x 2 x 0,3) cm.

c. Timbangan

d. Kompresor

e. Sparger



Keterangan :

- | | |
|-------------------------|---------------|
| 1 . Udara Masuk | 2. Kran Udara |
| 3 . Flow Meter | 4. Sparger |
| 5 . Udara Keluar | 6. Temperatur |
| M . Keranjang Berlubang | |

Gambar 1. Skema bioreaktor dan perlengkapan pembuatan pulp biologik

2. Bahan

Komposisi komponen penyusun medium penyimpanan ditunjukkan pada Tabel 4, medium pembiakan pada Tabel 5 serta medium produksi pada Tabel 6 berikut :

Tabel 4. Komposisi komponen penyusun medium penyimpanan

Nomor	Jenis komponen penyusun medium	Jumlah
1	Ekstrak kentang	dari 20 gram
2	Glukosa	2 gram
3	Ekstrak agar	0,5 gram
4	Air suling	100 ml

Tabel 5. Komposisi komponen penyusun medium pembiakan

Nomor	Jenis komponen penyusun medium	Jumlah
1	Ekstrak kentang	dari 20 gram
2	Glukosa	2 gram
3	Air suling	100 ml

Tabel 6. Komposisi komponen penyusun medium produksi

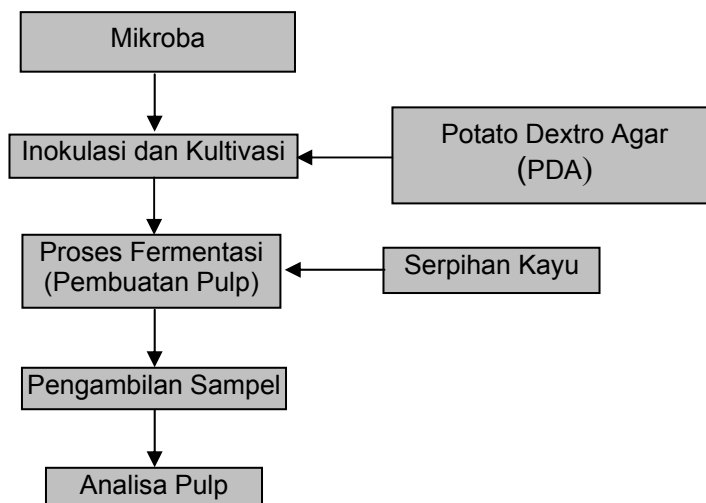
Nomor	Jenis komponen penyusun medium	Jumlah
1	Ekstrak kentang	dari 200 gram

2	Glukosa	20 gram
3	Kayu Acacia manjium	286 gram
4	Air suling	1 liter

3. Prosedur Kerja

Percobaan secara garis besar terdiri dari tiga (3) tahap yaitu : tahap pembiakan sel (pemeliharaan kultur dan pengembangan inokulum), tahap produksi (pembuatan pulp) dan tahap analisa (pengujian pulp).

Tahap- tahap prosedur kerja dapat dilihat dari Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Skema Prosedur Kerja

3.1. Tahap Penyimpanan dan Pemiakan Sel

Sebelum pada tahap penyimpanan sel, unggul terlebih dahulu dilakukan proses sterilisasi, kemudian jamur *Trametes versicolor* diinokulasi kepermukaan agar miring yang mengandung komponen-komponen seperti tercantum pada tabel komposisi komponen penyusun medium penyimpanan. Selama 5 hari, jamur di permukaan agar miring siap untuk diinokulasikan kedalam medium pembiakan. Proses pengembangan inokulum berlangsung selama 5 hari dan dilakukan pada suhu kamar serta curah. Setelah itu sel siap digunakan pada tahap produksi.

3.2. Tahap Produksi (tahap pembuatan pulp)

Serpihan kayu didalam bioreaktor diperkaya dengan menambahkan medium pemer kaya substrat yang telah ditumbuhi jamur *Trametes versicolor*. Tahap produksi dilakukan secara curah didalam bioreaktor yang bersuhu 35⁰C dan pH 4,5. Suhu dan pH operasi dijaga konstan. Pemiakan berlangsung antara 2 sampai 15 hari.

3.3. Tahap Analisis Produk

Analisis dilakukan dengan mengambil sampel tiap 0, 5, 10 dan 15 hari untuk menguji tingkat penguraian komponen-komponen didalam kayu oleh jamur. Tahap-tahap pengujian sel dan analisis produk akan dilakukan sesuai dengan standar pengujian pulp seperti menganalisa α selulosa, persentase degradasi lignin dan yield pulp.

4. Variabel Proses

Penelitian ini dilakukan dengan laju aerasi 5, 7 dan 9 L/mnt serta dengan ukuran chip (2 x 2 x 0,1) cm, (2 x 2 x 0,2) cm dan (2 x 2 x 0,3) cm menggunakan proses curah.

5. Metode Pengolahan Data

Pada percobaan ini data yang diperoleh berupa kadar α selulosa dan kadar lignin untuk masing-masing variabel. Data-data tersebut diplotkan terhadap lamanya waktu fermentasi sehingga didapatkan perbandingan kadar α selulosa dan kadar lignin terhadap masing-masing variabel tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian kajian awal pembuatan pulp akasia dengan metoda pulp biologik dengan melihat pengaruh laju aliran udara, ketebalan chip serta yield yang diperoleh akan diuraikan dalam bab ini.

Adapun kadar α selulosa yang diperoleh tertera pada tabel 7 dan kadar lignin yang terdegradasi dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 7. Kadar α selulosa

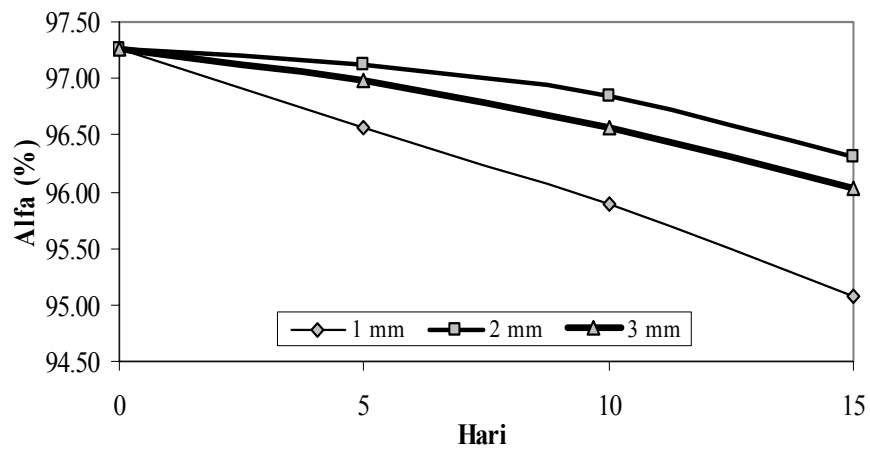
Hari	5 l/ mnt			7 l/mnt			9 l/mnt		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
0	97,26	97,26	97,26	97,26	97,26	97,26	97,26	97,26	97,26
5	96,58	97,12	96,99	96,85	96,85	96,85	96,99	96,99	97,12
10	95,89	96,85	96,58	96,44	96,44	96,58	96,58	96,44	96,99
15	95,07	96,30	96,03	96,03	96,03	96,30	96,03	95,89	96,16

Tabel 8. Kadar Lignin

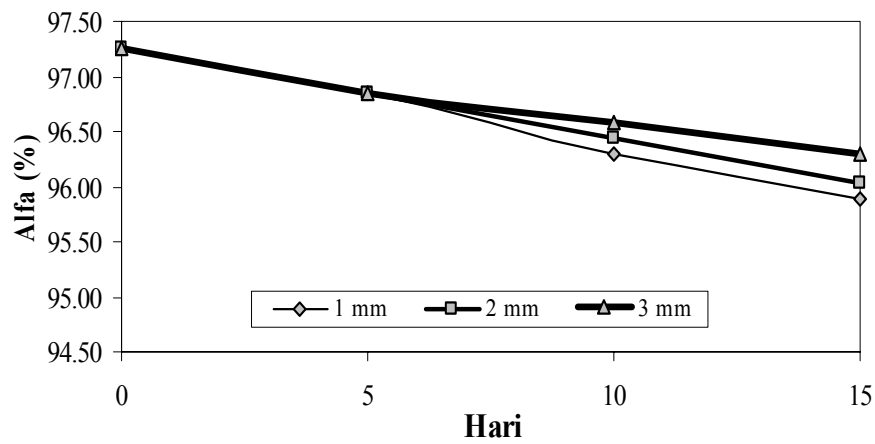
Hari	5 l/ mnt			7 l/mnt			9 l/mnt		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
0	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943	0,943
5	0,84	0,85	0,88	0,87	0,91	0,92	0,86	0,83	0,85
10	0,79	0,8	0,81	0,8	0,8	0,8	0,8	0,78	0,8
15	0,751	0,762	0,743	0,736	0,745	0,745	0,745	0,747	0,732

1. Analisa α selulosa (variasi laju alir udara)

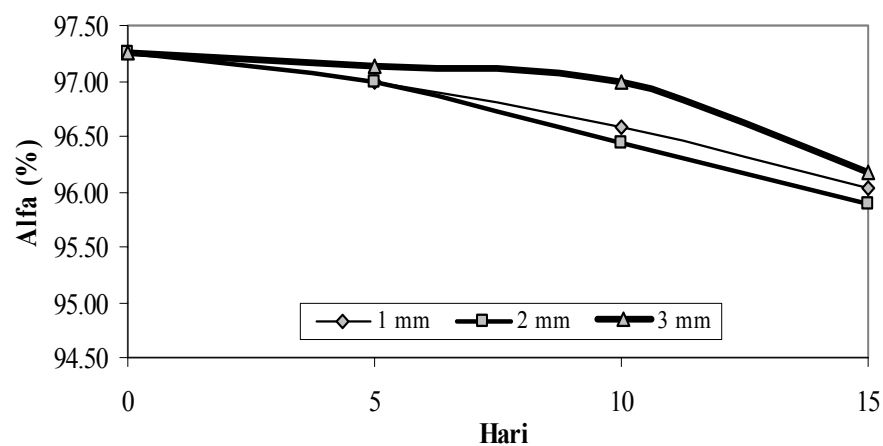
Pengaruh perbedaan laju alir udara untuk masing-masing ketebalan chip yang menunjukkan kadar α selulosa dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



Gambar 3. Kadar α selulosa pada laju alir udara 5 l/mnt



Gambar 4. Kadar α selulosa pada laju alir udara 7 l/mnt

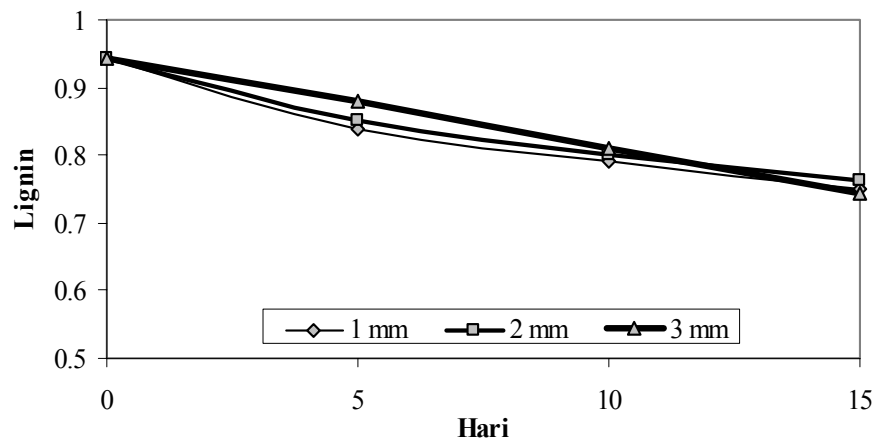


Gambar 5. Kadar α selulosa pada laju alir udara 9 l/mnt

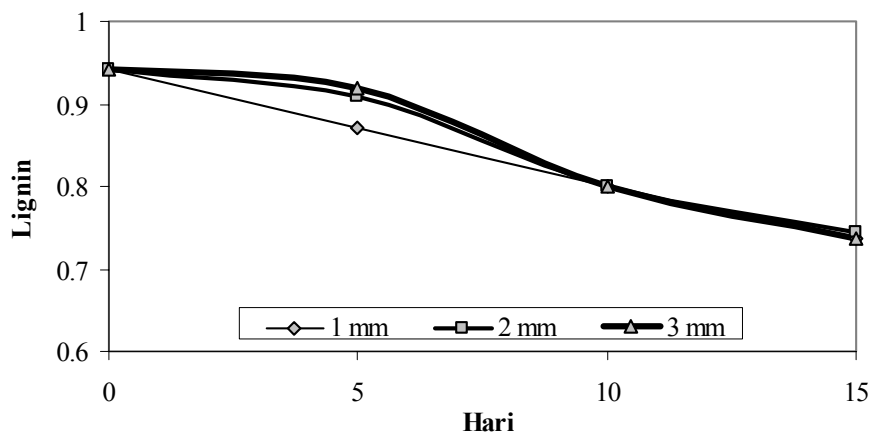
Kadar α selulosa pada chip kayu sedapat mungkin dihindari untuk penurunan yang terlalu besar, karena proses yang diharapkan adalah α selulosa yang kecil sedangkan degradasi lignin diharapkan yang mempunyai penurunan yang besar. Dari ketiga gambar diatas menunjukkan bahwa kadar α selulosa semakin menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Hal ini menandakan bahwa jamur *trametes versicolor* selain dapat mendegradasi lignin, juga mengkonsumsi sedikit α selulosa. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa laju alir udara yang memberikan penurunan kadar α selulosa yang terkecil adalah laju alir udara 7 l/mnt dengan rata-rata kadar α selulosa sebesar 1,2 % pada hari ke-15. Hal yang serupa juga terjadi pada laju alir udara 5 dan 9 l/menit dengan nilai kadar α rata-rata sebesar 1,5% dan 1,3%, tetapi penurunannya sedikit lebih besar dibandingkan dengan yang terjadi pada laju alir 7 l/menit. Dari hasil ini dapat dilihat bahwa laju alir 7 l/menit merupakan laju alir optimal untuk jamur ini mengkonsumsi sedikit α selulosa.

2. Analisa Lignin (variasi laju alir udara)

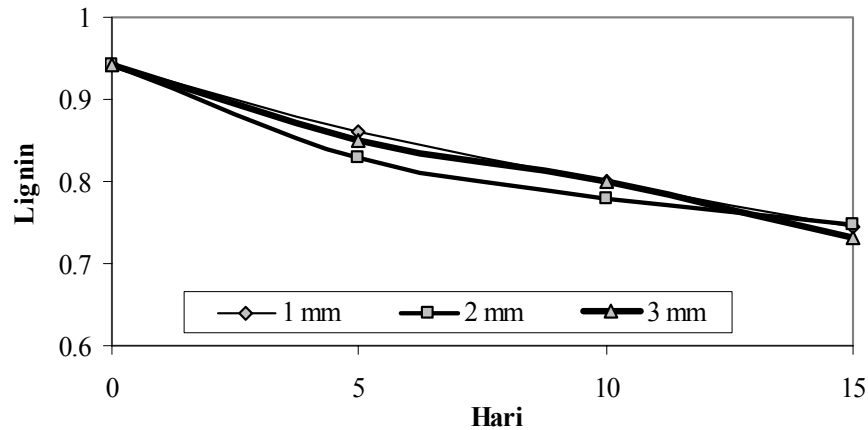
Pengaruh perbedaan laju alir udara untuk masing-masing ketebalan chip yang menunjukkan penurunan kadar lignin dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



Gambar 6. Degradasi lignin pada laju alir udara 5 l/mn



Gambar 7. Degradasi lignin pada laju alir udara 7 l/mnt

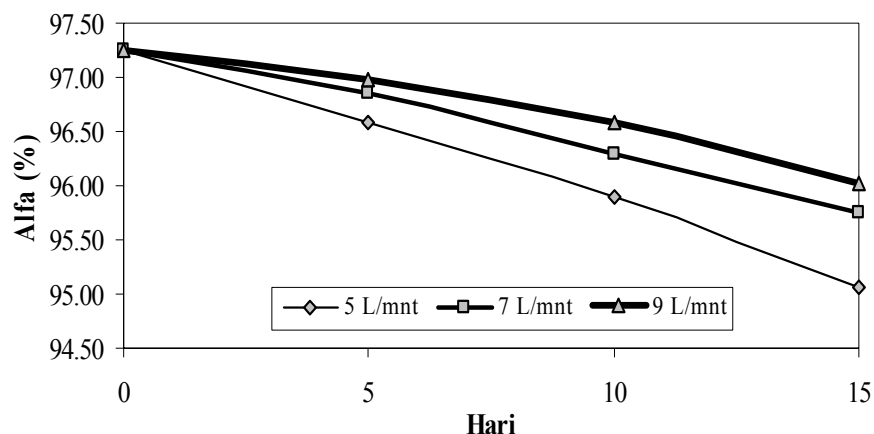


Gambar 8. Degradasi lignin pada laju alir udara 9 l/mnt

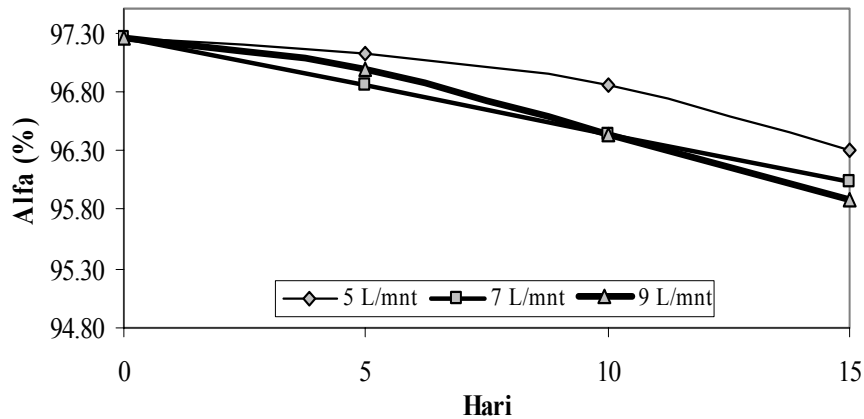
Secara umum ketiga gambar diatas menunjukkan penurunan kadar lignin yang terdapat pada chip kayu itu sendiri. Hal ini menandakan bahwa jamur *trametes versicolor* tersebut dapat mendegradasi lignin. Rata-rata penurunan kadar lignin dari hari ke-0 sampai hari ke-15 adalah 20% (5 l/mnt), 22% (7 l/mnt) dan 21% (9 l/mnt). Dari hasil tersebut diatas dapat ditentukan bahwa laju alir udara 7 l/mnt dapat mendegradasi lignin sebesar 22 %.

3. Analisa α selulosa (variasi ketebalan chip)

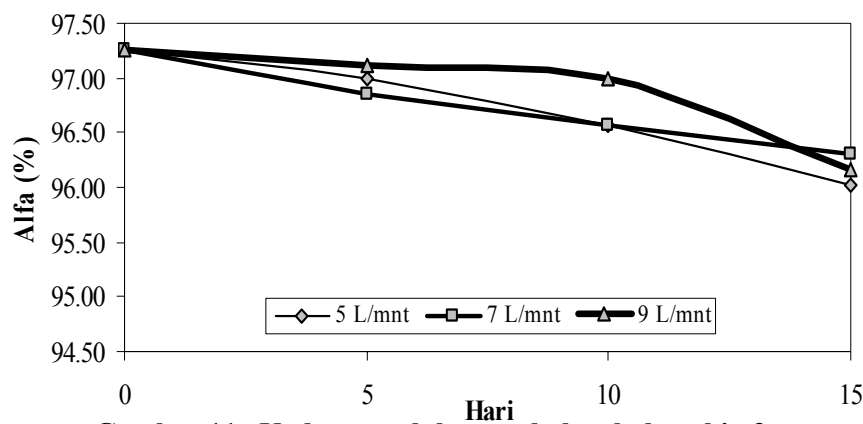
Pengaruh perbedaan ketebalan chip untuk masing-masing laju alir udara yang menunjukkan kadar α selulosa dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



Gambar 9. Kadar α selulosa pada ketebalan chip 1mm



Gambar 10. Kadar α selulosa pada ketebalan chip 2 mm

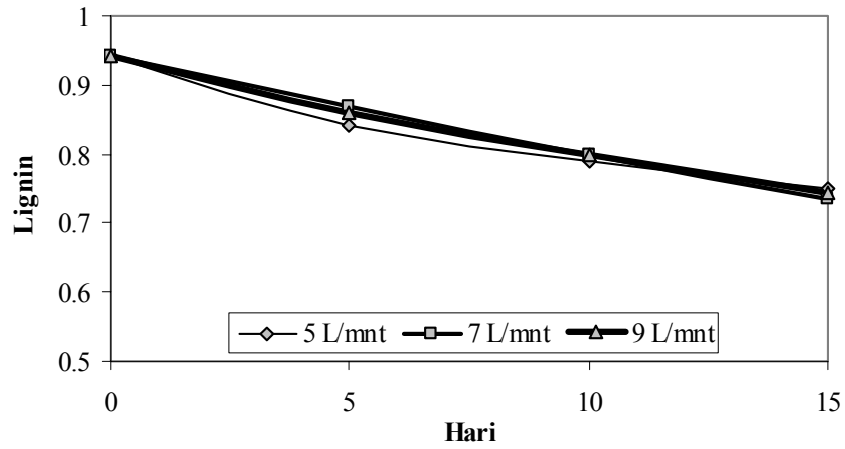


Gambar 11. Kadar α selulosa pada ketebalan chip 3 mm

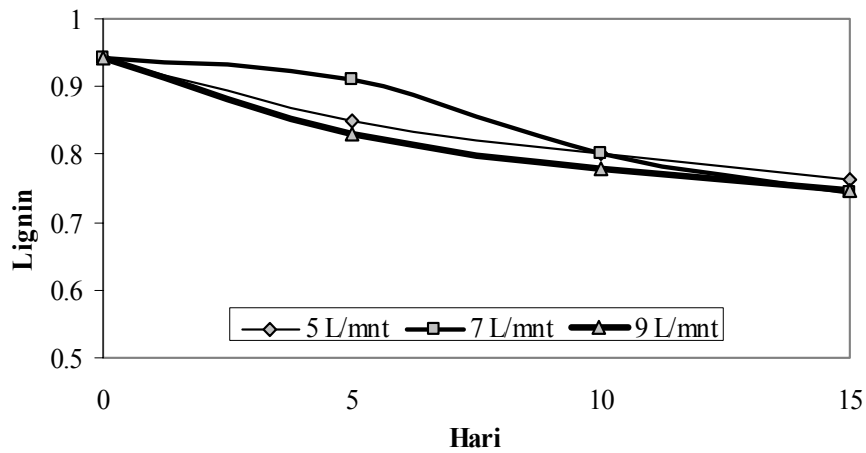
Ketebalan chip tentunya berpengaruh terhadap kadar α selulosa yang dihasilkan. Dari ke-3 gambar diatas menunjukkan bahwa kadar α selulosa secara umum menunjukkan adanya penurunan. Berdasarkan pengaruh ketebalan chip, kadar α selulosa yang dihasilkan dapat diketahui bahwa ketebalan chip 3 mm menghasilkan penurunan kadar α selulosa yang terkecil dengan persentase 1,1%, sedangkan untuk ketebalan chip 1 dan 2 mm menghasilkan penurunan kadar α selulosa sebesar 1,6% dan 1,2%.

4. Analisa Lignin (variasi ketebalan chip)

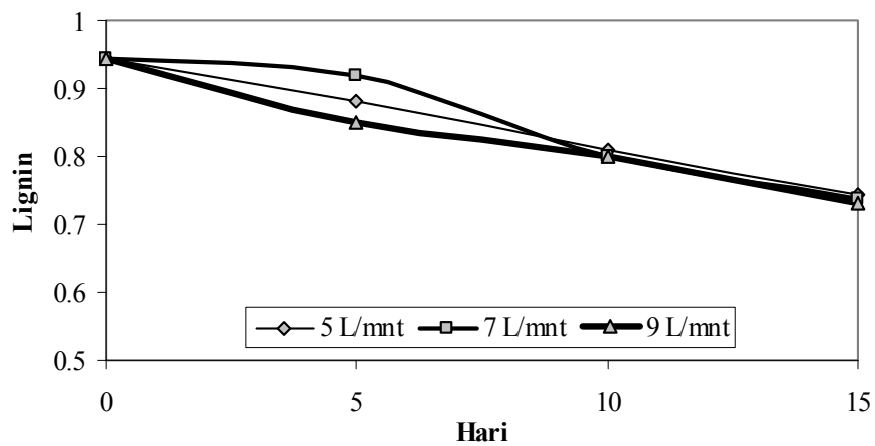
Pengaruh perbedaan ketebalan chip untuk masing-masing laju alir udara yang menunjukkan kadar lignin dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



Gambar 12. Degradasi Lignin pada ketebalan chip 1 mm



Gambar 13. Degradasi Lignin pada ketebalan chip 2 mm



Gambar 14. Degradasi lignin pada ketebalan chip 3 mm

Variasi ketebalan chip terhadap kadar lignin yang dihasilkan untuk masing-masing laju alir udara dapat dilihat pada ketiga gambar diatas. Rata-rata degradasi lignin yang terjadi dari hari ke-0 sampai hari ke-15 adalah 17% (1 mm), 22% (2 mm) dan 24% (3 mm). Dari hasil tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa chip yang memiliki ketebalan 3 mm dapat mendegradasikan lignin yang lebih besar dibanding dengan chip yang memiliki ketebalan 1 mm dan 2 mm yaitu sebesar 24 %.

5. Yield

Yield yang dihasilkan dari penelitian untuk masing-masing variabel dapat dilihat pada tabel 9 berikut :

Tabel 9. Yield yang dihasilkan

	5 L/mnt			7 L/mnt			9 L/mnt		
	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm	1 mm	2 mm	3 mm
Yield	83,1	83,875	84,4	83,725	84,95	84,975	83,7	82,5	83,125

Dari tabel 9 dapat diketahui bahwa yield terbesar yang dihasilkan adalah 84,975 yang diperoleh dari laju alir udara 7 l/mnt dengan ketebalan 3 mm.

6. Perbandingan Hasil Penelitian

Berikut ini adalah perbandingan beberapa hasil penelitian pembuatan pulp secara biologik (biopulping).

Tabel 10. Perbandingan Hasil Penelitian Biopulping

No.	Nama Peneliti	Kondisi Operasi		Biomassa	Mikroba	Hasil Penelitian
		pH	T			
1	Goenadi dkk (1994)	-	-	Tandan kosong sawit	Cytopaga sp atau Trichoderma sp	Diperoleh kertas dengan mutu medium
2	Wilma dan Meylany (1999)	4,5	30	Albizia Facataria	Trametes sp	Bilangan kappa 55.93-100.33 Waktu optimum 13 hari
3	Widjaja dan Moentamaria (2003)	-	35	Paraserianthes sp dan Pinus sp	Phanerochaeta sp	Degradasi lignin sebesar 55,02 % selama 30 hari
4	Widjaja dan Andriyani (2002)	4,5	35	Paraserianthes sp	Trametes sp	Degradasi lignin sebesar 18,7 % selama 15 jam

5	Maizul dan Rhovi (2006)	4,5	30	Acasia Mangium	Trametes Versicolor sp	Degradasi lignin sebesar 22 % selama 15 hari pada laju alir 7 L/mnt dengan ketebalan 3 mm
---	-------------------------	-----	----	----------------	------------------------	---

4. Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian dan pembahasan terhadap kadar α selulosa dan degradasi lignin yang terjadi, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Jamur *Trametes Versicolor* dapat merombak lignin kayu Akasia.
- Kayu Akasia termasuk kedalam kayu jenis kayu hardwood digunakan untuk pembuatan pulp.
- Kadar lignin cukup signifikan mengalami penurunan, sedangkan kadar α selulosa hanya menunjukkan sedikit penurunan.
- Dari hasil penelitian diperoleh bahwa untuk variasi laju alir udara penurunan kadar α selulosa yang terkecil adalah chip dengan laju alir udara 7 l/mnt dan degradasi kadar lignin yang terbesar adalah chip dengan laju alir udara 7 l/mnt yaitu sebesar 22%.
- Untuk variasi ketebalan chip, penurunan kadar α selulosa yang terkecil adalah chip dengan ketebalan 3 mm, sedangkan perolehan kadar lignin yang terbesar adalah chip dengan ketebalan 3 mm.
- Secara umum laju alir udara 7 l/menit memberikan hasil yang cukup baik untuk penurunan kadar α selulosa yang sedikit, juga dengan penurunan kadar lignin yang mencapai 22%.

Ucapan terima kasih

Terima kasih diucapkan kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau dan Laboratorium Bioproses Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau.

Daftar pustaka

- Akhtar, M., Scott., G.M, Swaney, R.E., dan Kirk, T.K., 1998, "Overview of Biomechanical and Biochemical Pulping Research", American Chemical Society, 15-25.
- Akhtar, M., Kirk, T.K., dan Blanchette, R.A., 2001, "Biopulping : An Overview of Concoritia Research", Proceeding of the 6th International Conference on Biotechnology in the Pulp and Paper Industry, 187-192.
- Bajracharya, R., dan Mudgett, R.E., 1980, "Effect of Controlled Gas Environments in Solid-Substrate Fermentation of Rice", Biotechnology and Bioengineering, 22. 2219-2235.
- Cottral., leslie, G., 1952, "Introduction to Stuff Preparation for Paper Making", Charles Griffin and Company Limited, London, 42-45.
- Dumonceaux, T., 2001, "Cellobiose Dehydrogenase is Essential for Wood Invantion and Non-essential for Kraft Pulp Delignification by *Trametes versicolor*", Journal of Biotechnology, 29, 478-489.
- Durand, A., dan Chereau, D., 1988, "A New Pillot Reactor for Solid-State Fermentation : Application to the Protein Enrichment of Sugar Geet Pulp", Biotechnology and Bioengineering, 31, 476-486.

- Durand, A., Broise. D. de la dan Blachere, H., 1988, “*Laboratory Scale Bioreactor for Solid-State Process*”, *Journal of Biotechnology*, 8, 59-66.
- Eriksson, K.E., dan Kirk, T.K., 1985, “*Biopulping, Biobleaching and Treatment of Craft Bleaching Effluents with White-rot fungi*”, *Comprehensive Biotechnology*, 4, 271-294.
- Goenadi, D.H., Away, Y., Pasaribu, R.A., san Siagian, R., 1994, “*Biodegradation of Empty Fruit Bunches of Oil Palm for Pulping*”, *Pulping Journal*.
- Herliyana, E.N., 2002, “*Biobleaching of Wood Pulp Of Acacia Mangium and Pinus Mercusii using Phanerochaetae chrysosporium*”, Thesis, Institut Pertanian Bogor.
- Higuchi, T., 1993, “*Biodegradation Mechanism of Lignin by White-rot Basidiomycetes*”, *Journal of Biotechnology*, 30, 1-8.
- Kirk, T.K., 1973, “*The Chemistry and Biochemistry of Decay*”, Syracuse University Press.
- Suratmadji, T., 1994, “*Kraft Pulping dan Chlorine Bleaching serta masalah-masalah lingkungan yang ditimbulkan*”, PT. RAPP.
- Walker, J.F.C., 1993, “*Basic Wood Chemistry and Cell Wall Ultrastructure*”, Chapman and Hall, 23-67.
- Widjaja, A., dan Moentamaria, D., 2003, “*Biodelignifikasi Kayu Sengon Menggunakan Enzim Kassa dari Jamur Trametes versicolor dengan Laccase Mediator System*”, Prosiding Pengembangan Teknologi kimia, ITS.
- Widjaja, A., dan Andriyani, S., dan Pratami, A.A., 2002, “*Study of Biodelignification on Sengon and Pine using White Rot-Fungus Phanerochaetae chrysosporium for Development for Pulp and Paper Industries in Indonesia*”, Prosiding Pengembangan Teknologi kimia, ITS.
- Wilma dan Meylany, R., 1999, “*Kajian Awal Trametes versicolor Untuk Pembuatan Pulp dari Albizia falcataria*”, Penelitian, ITB.

Filename: makalah sza
Directory: C:\Documents and Settings\bundo\My Documents\My Documents\SNTK TOPI 2006 Yeah!\makalah lengkap
Template: C:\Documents and Settings\bundo\Application Data\Microsoft\Templates\Normal.dot
Title: ABSTRACT
Subject:
Author: Rhovi Saputra
Keywords:
Comments:
Creation Date: 07/11/2006 16:21:00
Change Number: 14
Last Saved On: 02/12/2006 08:38:00
Last Saved By: bundo
Total Editing Time: 110 Minutes
Last Printed On: 02/12/2006 08:38:00
As of Last Complete Printing
Number of Pages: 14
Number of Words: 3.090 (approx.)
Number of Characters: 17.616 (approx.)

