

PENGARUH PENAMBAHAN GLUKOSA DAN EKSTRAK YEAST TERHADAP BIODELIGNIFIKASI AMPAS BATANG AREN

Fadilah, Sperisa Distantina, Sri Retno Dwiningsih dan Dina Soraya Ma'rifah
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNS, Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta (0271)632112
fadil_am@uns.ac.id

Abstract : *Biological system offers more environmentally friendly and energy saving in the paper making technology. One of the most preferred was using white rot fungi *Phanerochaete chrysosporium*. The objective of this research was to study the effect of glucose and yeast extract to the amount of the degraded lignin in the solid waste of starch aren industry. The dried solid wastes were added with culture medium, glucose or yeast extract and then sterilized. All systems was adjusted at pH 4. A portion of fungi suspension then mixed with the substance then it incubated at 40 °C for 30 days. The lignin and cellulose content were analysis every five days. It observe that the lignin content decreases with incubation time. The cellulose content also decreases with incubation time too, but less quantity than the lignin. More glucose and extract yeast added to the waste, more lignin can be degraded but less in losing cellulose.*

Key words: *Phanerochaete chrysosporium, lignin content, glucose, yeast extract.*

PENDAHULUAN

Enau atau aren (*Arenga pinnata*, suku *Arecaceae*) adalah palma yang terpenting setelah kelapa (nyiur) karena merupakan tanaman serba guna. Pohon enau mudah tumbuh. Memiliki asal-usul dari wilayah Asia tropis, enau diketahui menyebar alami mulai dari India timur di sebelah barat, hingga sejauh Malaysia, Indonesia, dan Filipina di sebelah timur. Empulur atau gumparnya dapat diolah untuk menghasilkan pati. Proses pengolahan pati aren menyisakan limbah ampas yang dikenal sebagai ongkok. Ongkok ini masih banyak mengandung selulosa sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pulp.

Krisis energi dan lingkungan mendorong pengembangan teknologi kertas yang ramah lingkungan dan hemat energi. Salah satunya adalah penggunaan sistem biologi, yang mengambil keuntungan dari kemampuan alamiah suatu organisme dalam melepaskan serat selulosa dari lignin (biodelignifikasi).

Sejumlah jamur pelapuk putih telah dicoba kemampuannya dalam mendegradasi lignin. Salah satu jamur yang sering digunakan adalah *Phanerochaete chrysosporium*. Jamur ini dilaporkan mempunyai kemampuan tinggi dalam mengolah berbagai jenis kayu-kayuan serta limbah bahan pertanian. Penggunaannya dalam delignifikasi ampas aren belum pernah dilaporkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian proses pulping dengan biodelignifikasi ampas batang aren dengan menggunakan jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium*.

Jamur *Phanerochaete chrysosporium* merupakan jamur pelapuk putih yang ada pada

kayu. Jamur ini menghasilkan enzim ekstraseluler LiP, MnP, dan lakase (Bajpai, 1999). Enzim yang dihasilkan ini berperan dalam pelapukan kayu, pendegradasian sampah, serta lignin. *P. chrysosporium* mempunyai suhu pertumbuhan optimum 40 °C, pH 4-7, dan anaerob. Dibandingkan dengan yang lainnya, jamur pelapuk putih merupakan jenis yang paling aktif mendegradasi lignin dan menyebabkan warna kayu lebih muda. Jamur pelapuk putih memerlukan sumber karbon sebagai energi tambahan atau nutrisinya agar kandungan polisakarida dalam kayu tidak terdegradasi.

Pulp yang digunakan pada pembuatan kertas dapat dilakukan dengan berbagai cara. Pulping secara mekanik adalah yang paling sederhana, dimana kayu dihaluskan dengan penghalus mekanik sehingga serat-serat terpisah satu dengan yang lainnya. Metode pulping yang lain adalah Thermo Mechanical Pulping (TMP), yaitu pulping dengan proses mekanik yang dilakukan dengan suhu tinggi, Chemical Treatment with Thermo Mechanical Pulping (CTMP), pulping mekanik suhu tinggi yang didahului dengan perlakuan kimia, Chemo Mechanical Pulping (CMP), yaitu proses pulping mekanik yang didahului dengan perlakuan kimia, dan Chemical Pulping, pulping kimia, yaitu pulping dengan menggunakan bahan kimia berupa proses sulfat (kraft) ataupun sulfat.

Secara umum, semua proses tersebut adalah memisahkan serat-serat kayu dari ikatan kompleksnya saat masih terikat satu dengan yang lainnya. Dari semua bagian kayu, selulosa merupakan bagian yang paling diinginkan tertinggal sebagai pulp untuk produksi kertas.

Sedangkan bagian yang paling tidak diinginkan berada dalam pulp adalah lignin. Lignin merupakan suatu makromolekul kompleks, suatu polimer aromatik alami yang bercabang-cabang dan mempunyai struktur tiga dimensi yang terbuat dari fenil propanoid yang saling terhubung dengan ikatan yang bervariasi. Lignin membentuk matriks yang menelilingi selulose dan hemiselulose, penyedia kekuatan pohon dan pelindung dari biodegradasi.

Pulp hasil proses mekanik memberikan rendemen yang paling besar, 85-93%, tetapi masih memiliki kandungan lignin yang tinggi dan pulp yang dihasilkan mempunyai kekuatan yang paling rendah. Pulp jenis ini digunakan misalnya pada kertas koran dan kertas karton coklat.

Suatu sistem biologi dapat melepaskan serat selulose dari matriks lignin dengan mengambil keuntungan dari kemampuan alamiah suatu organisme. Jamur pelapuk putih, disebut demikian karena kenampakan dari kayu yang terinfeksi jamur ini berwarna pucat. Warna ini disebabkan oleh lignin yang terurai dari dalam kayu atau terdegradasi oleh jamur. Jamur pelapuk putih lebih cenderung mendegradasi lignin dibanding serat kayu. Logislah jika hal ini yang dipilih sebagai perlakuan biologis untuk pulpung kayu atau disebut sebagai biopulping. Proses degradasi lignin atau disebut delignifikasi oleh jamur ini disebut biodelignifikasi (Akhtar, 1997)

Dari ribuan jamur yang diketahui mempunyai kemampuan ligninolitik, *Phanerochaete chrysosporium* merupakan jamur yang paling banyak dipelajari (Howard, et. Al, 2003). Keadaan ligninolitik adalah kemampuan dimana jamur mengeluarkan enzim yang dapat mendegradasi lignin. Pada jamur pelapuk putih, enzim yang dikeluarkan adalah enzim peroksidase. *Phanerochaete chrysosporium* mengeluarkan enzim hemeperoksidase, yaitu lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP). Jamur ini telah dipertimbangkan dalam produksi enzim untuk degradasi lignin dalam penerapan proses biokonversi lignoselulosa (Johjima, 1999).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan glukosa dan ekstrak yeast terhadap banyaknya lignin yang dapat terdegradasi pada ampas batang aren oleh jamur *Phanerochaete chrysosporium*.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan-bahan berikut ini digunakan dalam penyiapan media kultur : KH_2PO_4 , 7,2 g, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 1,5g, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,3 g, $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, 0,045 g, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,023 g, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 0,015 g, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 0,03 g. Bahan-bahan tersebut dilarutkan dalam aquades menjadi larutan 150 ml.

Suspensi jamur dibuat dengan cara memisahkan spora jamur dari PDAny dengan menggunakan jarum ose, selanjutnya mencampurkan dalam 20 ml larutan tween 80 0,01% dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan sampai volume 50 mL.

Percobaan dilakukan dengan memasukkan 10 gram ampas aren yang lolos 40 mesh dalam erlenmeyer 250 mL selanjutnya diambahkan glukosa atau ekstrak yeast dengan kadar tertentu dengan kondisi pH 5. Bahan diaduk sampai rata. Dimasukkan 15 ml larutan media kultur. Bahan disterilisasi dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit, didinginkan dan diinokulasi dengan menambahkan 5 mL suspensi jamur. Bahan dimasukkan dalam inkubator dengan suhu 40 °C selama 30 hari, setiap 5 hari dilakukan analisis terhadap kadar lignin dan selulosa. Suatu kontrol tanpa penambahan jamur diperlakukan dengan kondisi yang sama, dan dianalisis pada hari ke-30. Pengaruh penambahan glukosa atau ekstrak yeast dilakukan dengan memvariasi kadar glukosa atau ekstrak yeast sebesar 0,5%, 1%, dan 2%.

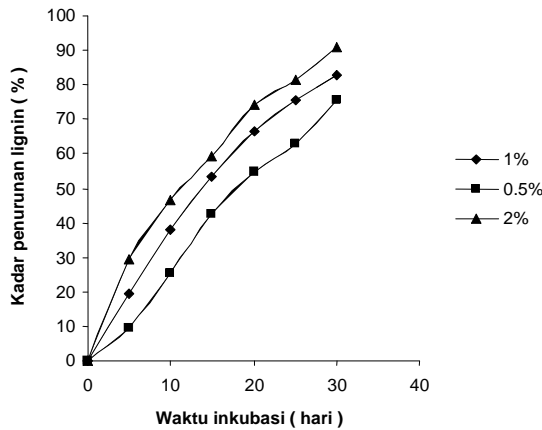
HASIL DAN PEMBAHASAN

Biodegradasi lignin dapat terjadi jika jamur pelapuk putih menghasilkan enzim degradasi lignin ekstraselular, yaitu lignin peroksidase dan Mn peroksidase yang disebut sebagai keadaan ligninolitik. Lignin peroksidase dan Mn peroksidase diketahui merupakan ekstraselular enzim yang mengkatalisis oksidasi atau senyawa aromatik. Keadaan ligninolitik *Phanerochaete chrysosporium* akan teraktivasi saat metabolisme sekunder pertumbuhan jamur dan diatur oleh tersedianya nutrisi, oksigen, trace logam, dan pH.

Hasil penelitian degradasi lignin ampas aren dengan jamur *Phanerochaete chrysosporium* dengan variasi penambahan nutrisi glukosa 0,5 %, 1 %, 2 % dapat dilihat pada gambar 1.

Degradasi lignin merupakan suatu proses yang memerlukan energi, dan energi ini diperoleh dari sumber yang mudah didapat, seperti sakarida dalam kayu dan gula dengan berat molekul rendah. Penambahan nutrisi berupa glukosa dalam media mempunyai dua keuntungan, yang pertama glukosa akan mendukung pertumbuhan jamur yang cepat pada media, dan yang kedua, karena glukosa adalah sumber karbon yang mudah dicerna oleh jamur, maka dalam proses degradasi lignin merupakan sumber energi bagi jamur. Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu inkubasi jumlah lignin yang hilang semakin besar. Semakin banyak glukosa yang ditambahkan juga menyebabkan laju degradasi lignin semakin

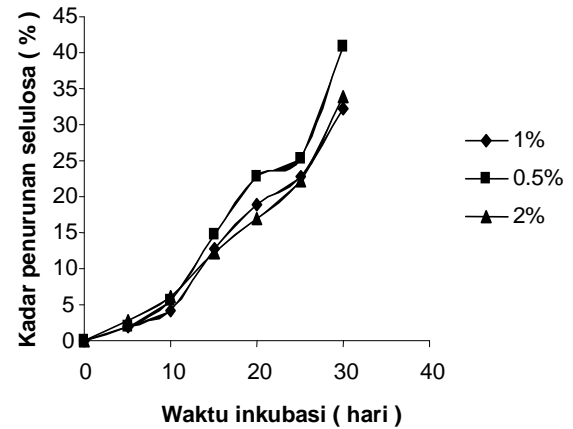
besar, yang artinya penambahan glukosa memang dipergunakan jamur untuk pertumbuhannya dan sebagai sumber energi dalam degradasi lignin.



Gambar 1. Persen lignin terdegradasi pada berbagai kadar glukosa ditambahkan.

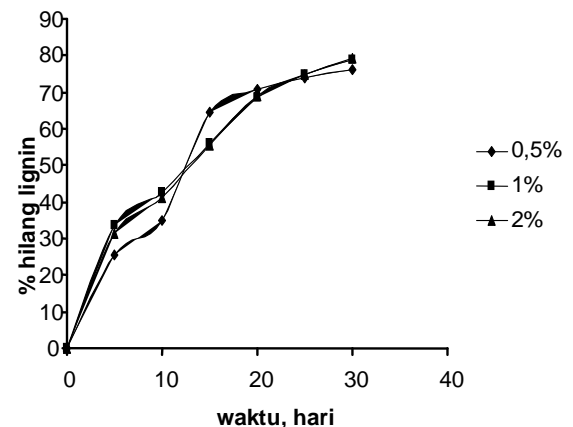
Dalam proses biopulping, sebenarnya yang diinginkan adalah terurainya lignin, tetapi ternyata selulosa juga mengalami penguraian. Hal ini disebabkan karena jamur *Phanerochaete chrysosporium* juga menghasilkan enzim yang dapat menguraikan selulosa seperti enzim protease, kuinon reduktase, dan selulase. Walaupun terdapat sejumlah selulosa yang terdegradasi tetapi jumlahnya relatif kecil dibandingkan dengan lignin yang terdegradasi. Dalam ampas aren selulosa dikelilingi oleh lignin, sehingga ligninlah yang terlebih dahulu diuraikan oleh jamur. Hal ini terjadi karena selulosa merupakan polisakarida rantai panjang, oleh karena itu jamur *Phanerochaete chrysosporium* lebih cenderung memanfaatkan glukosa yang merupakan sakarida sederhana, sehingga pada penambahan glukosa dengan konsentrasi tertinggi diperoleh laju degradasi selulosa yang paling kecil.

Selulosa akan diuraikan oleh jamur menjadi senyawa yang sederhana yang dipergunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Penambahan nutrisi berupa glukosa merupakan faktor yang memperkecil degradasi selulosa oleh jamur. Semakin banyak glukosa yang ditambahkan, laju degradasi selulosa semakin kecil, namun penambahan glukosa 1% dan 2%, persentase laju degradasi selulosa tidak terpaut jauh.



Gambar 2. Persen selulosa terdegradasi pada berbagai kadar glukosa ditambahkan.

Pengaruh penambahan ekstrak yeast terhadap degradasi lignin pada aren dapat dilihat pada gambar 3.

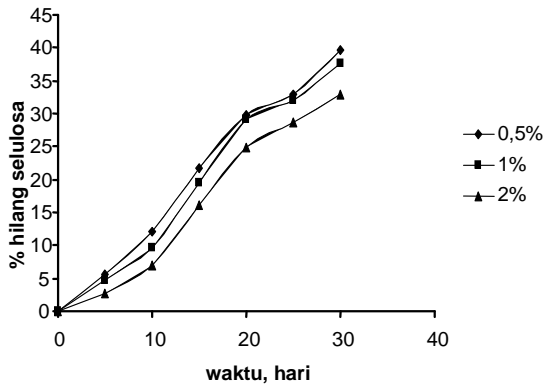


Gambar 3. Persen lignin terdegradasi pada berbagai kadar ekstrak yeast ditambahkan.

Ekstrak yeast pada dasarnya berisi asam glutamat yang merupakan sumber nitrogen. Metabolisme nitrogen berperan dalam pengaturan degradasi lignin sebagai bagian dari metabolisme sekunder dalam jamur. Konsentrasi nitrogen dalam media mempengaruhi enzim pendegradasi lignin yang dihasilkan jamur. Konsentrasi nitrogen yang rendah akan menstimulasi produksi enzim, sebaliknya konsentrasi nitrogen yang tinggi akan menekan produksi enzim.

Terlihat juga pada gambar 3 bahwa penambahan ekstrak yeast sebesar 1% dan 2% mengakibatkan laju degradasi lignin yang terjadi

juga hampir sama dan tidak terpaut jauh. Setelah hari ke 10 inkubasi, variasi penambahan ekstrak yeast tidak menunjukkan perbedaan degradasi lignin, artinya produksi enzim pendegradasi lignin adalah hampir sama dengan variasi jumlah ekstrak yeast ditambahkan.



Gambar 4. Persen selulosa terdegradasi pada berbagai kadar ekstrak yeast ditambahkan

Terlihat pada gambar 4, terjadi kehilangan selulosa dimana semakin lama waktu inkubasi dilakukan, kehilangan selulosa juga semakin besar. Degradasi selulosa mencapai 39,53% pada hari ke 30 dengan penambahan ekstrak yeast 0,5% berat. Terlihat pula pada gambar 4, semakin besar penambahan nutrisi ekstrak yeast, maka selulosa yang terdegradasi semakin sedikit. Hal ini terjadi karena ekstrak yeast juga mengandung karbon yang dapat dipergunakan jamur sebagai sumber energi. Jamur lebih cenderung menggunakan rantai karbon yang lebih sederhana pada ekstrak yeast daripada menguraikan rantai karbon pada selulosa, sehingga degradasi selulosa lebih kecil jika penambahan ekstrak yeast yang lebih banyak.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu inkubasi, kadar lignin dalam bahan akan semakin menurun. Penurunan kadar lignin diikuti oleh penurunan kadar selulosa, namun dengan jumlah yang relatif lebih kecil dibanding penurunan kadar lignin. Semakin banyak glukosa yang ditambahkan, semakin banyak lignin terdegradasi, namun tidak banyak perbedaan jumlah lignin terdegradasi dengan variasi jumlah ekstrak yeast yang ditambahkan. Semakin banyak glukosa dan ekstrak yeast yang ditambahkan, semakin sedikit selulosa yang terurai.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan pada LPPM UNS yang telah membiayai penelitian ini melalui dana DIPA LPPM UNS tahun anggaran 2008.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M., 1997, US Patent
- Belew, M.A., 2006, Conversion of Masonia Tree Sawdust and Cotton Plant by Product into Feed by White Rot Fungus (*Pleorotus sajor caju*), African Journal of Biotech., 5, 503-504
- Cacchio, P., Ercole, C., Vegli, F., and Lepidi, A., 2001., Cellulose enzymatic hydrolysis of wheat straw after solid-state pre-treatment by *Trametes trogii*: a factorial study., Annals of Microbiology, 51, 215-224
- Dey, S., Maiti, T.K., and Battacharyya, B.C., 1994, Production of Some Extracellular Enzymes by a Lignin Peroxidase-Producing Brown Rot Fungus, *Polyporus ostreiformis*, and its Comparative Abilities for Lignin Degradation and Dye Decolorization, Applied and Environmental Microbiology, 60, 4216-4218
- Hossain, S M., Anantharaman, N., and Das, M., 2007, Studies on Lignin Biodegradation of Wheat Straw using *Trametes versicolor* and *Lentinus crinitus*, IE(I) Journal-CH, 42-50
- Howard, R.T., Abotsi, E., Jansen Van Rensburg, E.L., and Howard, S., 2003, Lignosellulose Biotechnology: Issue of Bioconversion and Enzyme Production, African Journal of Biotech., 2, 602-619
- <http://id.wikipedia.org/wiki/Enau>
- Johjima, T., Itoh, N., kabuto, M., Tokimura, F., Nakagawa, T., wariishii, H., and Tanaka, H., 1999, Direct Interaction of Lignin and Lignin Peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 96, 1989-1994
- Kirk, T.K. and Tien, M., 1988, Lignin Peroxidase of *Phanerochaete chrysosporium*, Methodes of Enzymology, 161, 238-249
- Koduri, R.S., and Tien, M., 1988, Kynetic Analysis of Lignin Peroxidase : Explanation for The Mediation Phenomenon by Veratryl Alcohol, Biochemistry, 33, 4225-4230
- Martina, A., Yuli, N., dan Sutisna, M., 2002, Optimasi beberapa Faktor Fisik terhadap Laju degradasi selulosa Kayu albasia (*Parserianthes falcataria (L) Nielsen* dan Karboksimetilselulosa (CMC) secara Enzimatis oleh Jamur, Jurnal Natur Indonesia, 4(2), 156-163
- Rolz, C., de Leon, R. de Arriola, M.C. and de Cabrera, S., 1986, Biodelignification of Lemon Grass and Citronella Bagasse By

white Rot fungi, Applied and environmental Microbiology, 52, 607-611
Widjadja, A, Adriyani, S., and Patrami, A.A., <http://www.cape.canterbury.ac>, Study of Biodelignification on Sengon (*Paraserianthes falcataria*) and Pine (*Pinus merkusi*) Using White-rot fungus

Phanerochaete chrysosporium for the Development of Pulp and Paper industries in Indonesia
Widjadja, A., Ferry, Musmariadi, 2004, Pengaruh Berbagai konsentrasi Mediator Pada Biodelignifikasi Menggunakan Enzim Kasar Lignin Peroksidase, JTKI, 3. 71-79