



Delignifikasi Batang Kayu Sengon oleh *Trametes versicolor*

Azmi Azhari^{1*}, Syamsul Falah¹, Laita Nurjannah¹, Suryani¹, Maria Bintang¹

¹Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia;

Received: 5 February 2014; Accepted: 4 April 2014

Corresponding author: Azmi Azhari; Departemen Biokimia, Jl. Agatis Gd. Fapet Lt. 5, Wing 5, Bogor 16680; Email: azmi.biochemist@gmail.com

ABSTRACT

*Delignification is a lignin degradation, a preliminary process in industries that used cellulose containing substrates. Sengon logs are often used for the material in pulp industry because it has high levels of cellulose and low level of lignin. The aim of this study was delignification of sengon logs by using *T.versicolor*. The methods used include observation growth of *T.versicolor* compared with *Phanerochaete chrysosporium*, the rate of lignin degradation (black liquor), delignification of sengon logs using *T.versicolor* and the chemical assay of sengon logs before and after delignification. The results of this study showed that delignification by *T.versicolor* was faster compared to *P.chrysosporium* based on the rate of lignin degradation (black liquor). The result showed that delignification by *T.versicolor* at room temperature reduced lignin of sengon logs by 37.31 % within 20 days. Chemical assay performed on delignified sengon wood showed decreased level of ethanol benzene, soluble extractive substances, holocellulose, and cellulose and an increase of hemicellulose level.*

Keywords: biodelignification, lignin, Sengon logs wood, *Trametes versicolor*

ABSTRAK

*Delignifikasi adalah suatu proses pendahuluan penghilangan lignin dalam industri yang memanfaatkan selulosa sebagai substratnya. Batang kayu sengon sering dipakai dalam bahan baku pulp kertas karena memiliki kadar selulosa yang tinggi dan kadar lignin yang cukup rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mendelignifikasi batang kayu sengon dengan menggunakan *T.versicolor*. Metode yang digunakan meliputi pengamatan pertumbuhan *T.versicolor* dibandingkan dengan *Phanerochaete chrysosporium*, uji kualitatif kecepatan degradasi lignin (lindi hitam), delignifikasi batang kayu sengon, dan pengukuran kadar kimia sebelum dan setelah delignifikasi menggunakan *T.versicolor*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *T.versicolor* dapat lebih cepat mendelignifikasi dibandingkan dengan *Phanerochaete chrysosporium* dalam uji kualitatif kecepatan degradasi lignin (lindi hitam). Kadar lignin dari batang kayu sengon mengalami penurunan sebesar 37.31% setelah delignifikasi oleh *T.versicolor* pada suhu ruang dalam waktu 20 hari. Uji kimia kayu sengon setelah proses delignifikasi menunjukkan penurunan kadar zat ekstraktif larut etanol benzena, holoselulosa, dan selulosa serta kenaikan kadar hemiselulosa.*

Kata kunci: biodelignifikasi, lignin, batang kayu sengon, *Trametes versicolor*

1. PENDAHULUAN

Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) adalah salah satu jenis pohon cepat tumbuh (*fast growing species*) dan banyak ditanam oleh masyarakat Indonesia. Sengon pada umumnya ditebang pada umur 5 sampai 7 tahun (Krisnawati *et al.* 2011). Kayu yang mengandung lignoselulosa ini sering dijadikan sebagai bahan baku *pulp* kertas selain kayu Pinus (*Pinus merkussi*) Akasia (*Acacia mangium*) dan Gmelina (*Gmelina arborea*) (Azhari & Hartono 2005).

Pemanfaatan selulosa sebagai bahan baku kertas seringkali terganggu oleh adanya lignin. Lignin harus dihilangkan, karena dapat mengakibatkan kekuatan fisik pada *pulp* rendah disebabkan oleh terhambatnya pembentukan ikatan selulosa dan hemiselulosa dalam pembentukan ikatan serat. Selain itu, warnanya menjadi kekuningan dan gelap (Fitria *et al.* 2006). Delignifikasi yang digunakan dalam industri pada umumnya bersifat tidak ramah lingkungan karena menggunakan sulfat, alkali dan bahan kimia lainnya yang dapat menyebabkan masalah yang tidak sedikit bagi lingkungan sekitar. Selain itu, proses secara kimiawi ini membutuhkan penanganan khusus karena membutuhkan energi tinggi dan reaktor yang tahan tekanan tinggi, dan tahan korosi (Fitria 2008; Martina *et al.* 2002).

Proses pembuatan *pulp* bertujuan untuk mendapatkan serat selulosa yang terpisah dari komponen biomassa lignoselulosa. Selulosa merupakan pembentuk struktur dari dinding sel tumbuhan yang merupakan rantai lurus homopolisakarida terbentuk dari unit-unit β -D-glukopiranosida, yang bergabung dengan ikatan β 1,4-glikosida. Selulosa mikrofibril tersimpan dalam betuk ligninhemiselulosa (Daniel 2003).

Biopulping adalah suatu proses pembuatan *pulp* dengan menggunakan perlakuan biologis dengan tujuan memanfaatkan selulosa dan hemiselulosa. Biodelignifikasi atau perombakan lignin dengan agen biologis adalah kunci utama dalam proses *biopulping*. Banyak penelitian menunjukkan bahwa penelitian penggunaan agen biologis pada perlakuan pendahuluan biomassa lignoselulosa sebelum proses mekanis ataupun kimiawi dapat mengurangi konsumsi energi, menurunkan polusi lingkungan, dan dapat meningkatkan kekuatan kertas (Shukla

2000; Mosai *et al.* 1999). Agen biologis yang dapat dipakai untuk proses delignifikasi adalah mikroba dari golongan Actinomycetes (Zeng *et al.* 2006) dan Basidiomycetes (Tuomela *et al.* 2000). Jamur pelapuk putih (*white-rot fungi*) dari golongan Basidiomycota seperti *T.versicolor* (Actinomycetes) dan *P.chrysosporium* (Basidiomycetes) paling efektif dalam mendegradasi lignin kayu (Perez *et al.* 2002). Keduanya memiliki enzim pendegradasi lignin cukup lengkap seperti lakase, manganase peroksidase, dan lignin peroksidase (Hossain & Ananthraman 2006). Menurut penelitian Anita *et al.* (2011) *T. versicolor* dapat menghasilkan enzim ligninase lebih cepat dibandingkan *P. chrysosporium*

Penelitian ini mempelajari kemampuan *T. versicolor* dalam mendelignifikasi batang kayu sengon. Selain itu, diamati juga perbandingan kecepatan degradasi lignin oleh *T. versicolor* dan *P.chrysosporium* dalam media yang mengandung lindi hitam. Dengan adanya penelitian ini diharapkan metode pendegradasi lignin oleh jamur pelapuk putih seperti *T.versicolor* dapat digunakan dalam industri yang lebih ramah lingkungan, murah dan hemat energi.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang kayu sengon yang berasal dari daerah Sumedang, Jawa Barat. Mikroba yang digunakan adalah isolat *P.chrysosporium* dan *T.versicolor* dari IPBCC (IPB Culture Collection) Departemen Biologi IPB. Bahan lainnya terdiri dari media PDA (*Potato Dextrose Agar*), media PDB (*Potato Dextrose Broth*), lindi hitam (hasil pemasakan 40% lignoselulosa dengan natrium hidoksida, dinatrium sulfida, dan akuades), etanol, benzena, akuades, asam sulfat 72%, natrium klorit, asam asetat glasial, natrium hidoksida, asam nitrat, dinatrium sulfit, asam asetat 10%, asam klorida, dan kalium iodida

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas cawan Petri, tabung reaksi, labu Erlenmeyer, autoklaf, lempeng pemanas, pengaduk bermagnet, penggoyang, jarum ose, laminar, oven, inkubator, mesin penggiling *Willey Mill*, saringan 80 mesh, soklet, corong *buchner*, jidal, filter gelas, penangas air, pengaduk, pipet, dan lemari pendingin

Metode

Pengamatan Pertumbuhan *P.chrysosporium* dan *T.versicolor*

P. chrysosporium dan *T. versicolor* (jamur pelapuk putih) ditumbuhkan pada cawan Petri berisi media PDA dan diamati pertumbuhannya pada hari ke 1, 2, 5, dan 16. Pengamatan terdiri atas perbandingan visual kecepatan tumbuh yang dilihat dari ukuran besar atau luas koloni kedua jamur tersebut.

Uji Kualitatif Kecepatan Degradasi Lignin

Uji kecepatan degradasi lignin dilakukan pada PDA yang mengandung lindi hitam (20 kali pengenceran) perbandingan 1:1. Inokulasi *P. chrysosporium* dan *T. versicolor* sebanyak 1 ose dilakukan pada media PDA yang mengandung lindi hitam dan diamati selama 20 hari. Pengamatan yang dilakukan adalah perubahan warna pada media padat. Degradasi lignin akan terlihat jika warna coklat medium berkurang (Risdianto *et al.* 2007).

Delignifikasi Sengon oleh *T.versicolor* dan Pengukuran Kadar Kimia Sengon

Batang sengon tanpa kulit dipotong kecil-kecil, digiling dalam *Willey mill* dan disaring sehingga diperoleh ukuran 80 mesh. Sampel lalu ditimbang sebanyak 150 gram dalam wadah plastik tahan panas, direndam selama 24 jam dalam akuades, dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf 121°C selama 15 menit. Setelah itu, diinokulasikan dengan 100 ml suspensi *T. versicolor* dalam media PDB dari labu Erlenmeyer 250 ml telah ditumbuhkan sebelumnya selama 7 hari. Sampel tersebut lalu diinkubasi dalam suhu ruang selama 20 hari. Analisis sampel sebelum dan setelah delignifikasi meliputi kadar zat ekstraktif, kadar lignin, holoselulosa, hemiselulosa, dan selulosa. Kontrol tanpa penambahan jamur diperlakukan dengan kondisi yang sama, dan dianalisis pada hari ke-20 (modifikasi Akhtar *et al.* 1997).

Pengukuran Kadar Zat ekstraktif

Pengukuran ini berdasarkan SNI nomor 1032. Mula-mula ditimbang serbuk sengon kering ukuran 80 mesh sebanyak 2 gram, lalu dimasukkan ke dalam jidal dalam alat soklet. Jidal ditutup dengan kasa halus untuk menghindari hilangnya

spesimen. Kemudian serbuk sengon diekstrak dengan etanol-benzena 1:2 selama 6 jam. Setelah itu, sengon dipindahkan ke dalam corong buchner, pelarut dihilangkan dengan vakum, jidal dicuci dengan etanol untuk menghilangkan benzena. Sengon dipindahkan ke dalam jidal, lalu diekstraksi dilakukan dengan etanol 95% selama 4 jam. Sengon dipindahkan ke dalam corong *buchner*, pelarut dihilangkan dengan vakum, jidal dicuci dengan air destilata untuk menghilangkan etanol. Selanjutnya sengon dipindahkan ke dalam gelas piala 1000 mL dan ditambahkan 500 mL air panas. Serbuk sengon dikeringkan di udara dan disimpan dalam wadah tertutup (BSN 1989).

Zat ekstraktif :

$$\frac{\text{bobot kering sampel} - \text{bobot kering hasil ekstrak (g)}}{\text{bobot kering sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Lignin

Pengukuran ini berdasarkan SNI nomor 0492. Sebanyak 1 gram sampel sengon dimasukkan ke dalam gelas piala. Lalu ditambahkan larutan asam sulfat 72% sebanyak 15 mL. Penambahan asam dilakukan secara perlahan dan bertahap sambil diaduk dengan suhu dijaga pada 20°C. Setelah tercampur sempurna, gelas piala disimpan pada suhu 20°C selama 2 jam sambil diaduk sesekali. Air sebanyak 300-400 mL ditambahkan ke dalam labu Erlenmeyer 1000 mL, sampel dipindahkan ke dalam labu Erlenmeyer. Sampel dilarutkan dengan air hingga mencapai konsentrasi 3% dengan total volume 575 mL. Sampel dididihkan selama 4 jam, volume sampel dijaga dengan menambahkan air panas. Lignin disaring dengan gelas filter dan dicuci dengan air panas hingga bebas asam. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C hingga bobotnya konstan, didinginkan, dan ditimbang (BSN 2008).

$$\text{Kadar Lignin} : \frac{\text{bobot lignin (g)}}{\text{bobot kering sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Holoselulosa

Sebanyak 2 gram sampel sengon dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 mL. Kemudian ditambahkan 80 mL akuades, 1 gram natrium klorit, dan 0,5 mL asam asetat glasial. Setelah itu dipanaskan pada penangas air dengan suhu 70°C. Permukaan air dalam penangas air dijaga agar tidak lebih tinggi dari larutan di dalam labu Erlenmeyer.

Lalu, ditambahkan 1 gram natrium klorit dan 0,5 mL asam asetat setiap interval pemanasan selama 1 jam, penambahan dilakukan sebanyak 4 kali. Sampel disaring dengan menggunakan gelas filter dan dicuci dengan air panas. Sampel ditambahkan 25 mL asam asetat 10%, lalu dicuci dengan air panas hingga bebas asam. Sampel di oven pada suhu 105 °C hingga beratnya konstan dan ditimbang (Browning 1967).

$$\text{Holoselulosa} = \frac{\text{bobot holoselulosa (g)}}{\text{bobot kering sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Selulosa

Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 300 mL, ditambahkan 125 mL larutan asam nitrat 3,5% dan dipanaskan dalam penangas air selama 12 jam pada suhu 80°C. Lalu sampel disaring dengan air destilata hingga tidak berwarna, lalu dikeringkan di udara. Sampel dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer, lalu ditambahkan 125 mL larutan campuran natrium hidroksida dan dinatrium sulfat dan dipanaskan selama 2 jam pada suhu 50°C. Sampel disaring dengan cawan saring dan dibilas dengan air destilata hingga filtrat tidak berwarna. Kemudian ditambahkan 50 mL larutan natrium klorit 10% dan dicuci dengan air hingga diperoleh endapan berwarna putih. Lalu ditambahkan 100 mL asam asetat 10% dan dicuci hingga bebas asam. Sampel dikeringkan ke dalam oven pada suhu 105°C dan ditimbang hingga bobotnya tetap (Cross & Bevan 1912).

$$\text{Selulosa} = \frac{\text{bobot selulosa (g)}}{\text{bobot kering sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengukuran Kadar Hemiselulosa

Pengukuran ini berdasarkan SNI nomor 0444. Prinsip metode ini adalah holoselulosa bebas lignin diberi perlakuan sodium hidroksida dan asam asetat. Residu dinyatakan sebagai alfa selulosa dan fraksi terlarut dinyatakan sebagai kadar hemiselulosa. Penentuan kadar alfa selulosa sebagai berikut, Sebanyak 2 gram holoselulosa dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Sebanyak 10 mL larutan natrium hidroksida 17,5% ditambahkan pada suhu 20°C dan diaduk pelan. Setelah itu, setiap interval waktu 5 menit, ditambahkan 5 mL larutan natrium hidroksida 17,5%. Penambahan ini dilakukan sebanyak 3 kali sehingga volume total natrium hidroksida 17,5%

sebanyak 25 mL. Saat penambahan terakhir, sampel dibiarkan selama 30 menit sehingga total waktu perlakuan selama 45 menit. Kemudian ditambahkan 33 mL air destilata, diaduk, dan dibiarkan selama 1 jam pada suhu 20°C. Sampel disaring dengan cawan saring lalu dibilas dengan 100 mL natrium hidroksida 8,3%. Pembilasan dilanjutkan dengan air destilata hingga semua sampel terpindahkan ke dalam cawan saring. Setelah itu pembilasan dilanjutkan dengan 250 mL air destilata. Sampel dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang bobotnya hingga konstan (BSN).

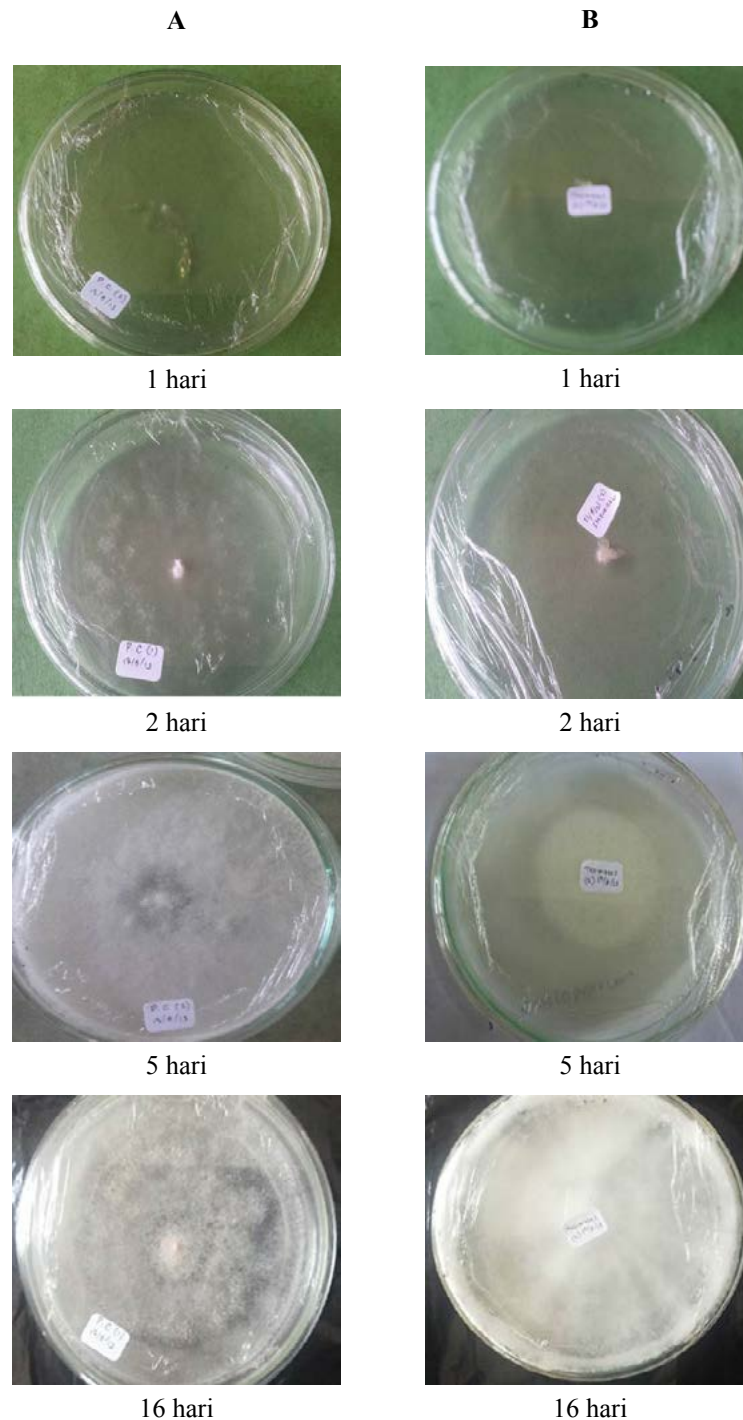
$$\text{Alfa selulosa} = \frac{\text{bobot alfa selulosa (g)}}{\text{bobot kering sampel (g)}} \times 100\%$$

3. HASIL

Pertumbuhan *P.chrysosporium* dan *T.versicolor*

Jamur pelapuk *P. chrysosporium* dan *T. versicolor* ditumbuhkan pada media PDA pada suhu ruang (28°C). Pada Gambar 1, diperlihatkan kultur fungi yang tumbuh baik pada media PDA dengan suhu ruang (28°C). Kedua jamur ini dipilih karena keduanya adalah jamur pelapuk putih yang memiliki enzim ligninase cukup lengkap dan mampu mendegradasi enzim. Pada tahapan selanjutnya, kedua jamur ini juga digunakan dalam uji kecepatan degradasi lignin dalam media PDA yang berisi lindi hitam.

Berdasarkan pengamatan visual pertumbuhan selama 16 hari, *T. versicolor* lebih lama pertumbuhannya dibandingkan dengan *P. chrysosporium*. Pada hari pertama kedua jamur belum terlihat pertumbuhannya. Pada hari kedua *P. chrysosporium* sudah terlihat penyebarannya namun *T. versicolor* belum terlihat. Pada hari kelima, isolat *P. chrysosporium* sudah meyebar dalam cawan Petri sedangkan *T. versicolor* baru tumbuh ditengah cawan Petri. Pada hari keenam belas, kedua jamur terlihat sudah menutupi cawan Petri. *T. versicolor* mempunyai hifa yang lebih tebal daripada *P. chrysosporium*. Kedua jamur ini memiliki hifa yang berwarna putih. Pengamatan pada hari keenam belas bertujuan untuk membandingkan penyebaran dan pertumbuhan kedua jamur sehingga dapat dipelajari kecepatan pertumbuhannya.



Gambar 1 A. *Phanerochaete chrysosporium* setelah inkubasi 1, 2, 5 dan 16 hari; B. *Trametes versicolor* setelah inkubasi 1, 2, 5 dan 16 hari

Perbandingan Kecepatan Degradasi Lignin (Lindi Hitam) oleh *P.chrysosporium* dan *T.versicolor*

Uji ini membandingkan kecepatan degradasi lignin (lindi hitam) oleh kedua jamur. Media yang digunakan dalam uji ini, berisi PDA yang ditambahkan lindi hitam. Kecepatan degradasi lignin ditunjukkan pada Gambar 2, kecepatan degradasi lignin antara *P. chrysosporium* dan *T. versicolor* dibandingkan dengan kontrol disebelah kanan

sampel.

Degradasi lignin yang ditunjukkan pada Gambar 2 disertai dengan adanya perubahan warna coklat menjadi coklat keputihan. Warna putih ini dipengaruhi oleh hifa putih kedua jamur tersebut yang menutupi media PDA yang mengandung lindi hitam, namun warna yang lebih terang mengindikasikan terjadinya kemampuan degradasi lignin sampai hari kedua puluh. Berdasarkan pengamatan pada Gambar 2, cawan Petri yang ditumbuhi *T. versicolor* mengalami perubahan warna lebih terang

Tabel 1 Kandungan Kimia Batang Kayu Sengon

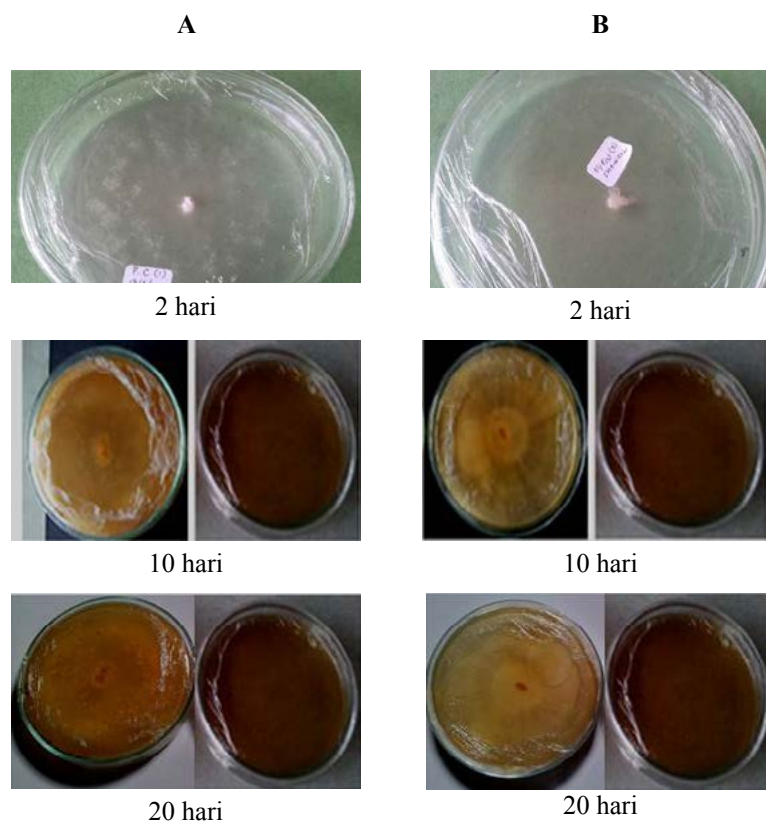
| Jenis Uji | Rataan sebelum delignifikasi (% b/b) | Rataan setelah delignifikasi (% b/b) | Total Pengurangan Kadar (Setelah perlakuan, %, b/b) |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|
| Zat Ekstraktif | 9.83 % | 3.83 % | 61.01 % |
| Kadar Lignin | 23.96 % | 15.02 % | 37.31 % |
| Kadar Holoselulosa | 81.01 % | 64.18 % | 20.77 % |
| Kadar Selulosa | 54.94 % | 26.3 % | 52.14 % |
| Kadar Hemiselulosa | 26.06 % | 37.88 % | -45.35 % |

dibandingkan *P. chrysosporium*. Warna antara keduanya memperlihatkan perbedaan yang tidak cukup signifikan. Namun, dengan adanya perbedaan perubahan warna ini mendasari digunakannya isolat *T. versicolor* untuk mendelignifikasi batang kayu sengon. Delignifikasi dilakukan selama 20 hari disebabkan jamur tersebut sudah mampu mendegradasi lignin.

Delignifikasi Batang Kayu Sengon dengan *T.versicolor*

Delignifikasi dilakukan pada batang kayu sengon segar yang dipotong kecil, digiling pada mesin *Willey mill* dan disaring pada saringan 80 mesh. Hal ini bertujuan agar *T. versicolor* lebih mudah

tumbuh menyebar dalam media. Gambar 3, Sengon telah berukuran 80 mesh. Proses delignifikasi menggunakan jamur *T. versicolor* yang sebelumnya ditumbuhkan pada media PDB 100 ml dalam labu Erlenmeyer dan diinokulasikan pada biomassa kayu sengon tersebut dengan waktu 20 hari. Sampel kayu sengon ini ditimbang sebesar 150 gram, direndam akuades selama 24 jam dalam plastik tahan panas dan disterilisasi. Pada Gambar 4, delignifikasi batang kayu sengon menggunakan *T. versicolor*. Kemampuan *T. versicolor* dalam mendelignifikasi batang kayu sengon dapat dibandingkan dengan menguji kadar kimia sampel sebelum dan setelah proses delignifikasi dilakukan. Kadar kimia dalam kayu sengon sebelum dan setelah delignifikasi



Gambar 2. (A) Degradasi lignin setelah inkubasi *P.chrysosporium* selama 2, 10 dan 20 hari dibandingkan kontrol negatif. (B) Degradasi lignin setelah inkubasi *T.versicolor* selama 2, 10 dan 20 hari dibandingkan kontrol negatif



Gambar 3 Kayu sengon berukuran 80 mesh ditampilkan dalam Tabel 1.

Berdasarkan Gambar 4, *T. versicolor* tumbuh menyebar di atas kayu sengon. Inkubasi selama 20 hari diharapkan akan mengurangi kadar lignin. Pada Tabel 1, diperlihatkan penurunan kadar zat ekstraktif (etanol-benzena), kadar lignin, kadar holoselulosa, kadar selulosa setelah dilakukan proses delignifikasi. Namun, pada kadar hemiselulosa terjadi peningkatan. Kadar hemiselulosa ini dihitung dengan pengurangan kadar holoselulosa dengan kadar selulosa. Proses delignifikasi selama 20 hari, mampu mengurangi kadar lignin pada batang kayu sengon sebesar 37.71 %. Proses ini juga mengakibatkan turunnya kadar selulosa karena *T. versicolor* menggunakan selulosa sebagai substrat untuk pertumbuhannya.

4. PEMBAHASAN

T.versicolor dan *P.chrysosporium* adalah jamur pelapuk putih yang dapat mendegradasi lignin pada lignoselulosa (Akhtar *et al.* 1996; Hossain & Ananthraman 2006; Irawati *et al.* 2009). Pada penelitian ini, kedua jamur dapat tumbuh dengan baik dalam media PDA pada suhu ruang (28°C) selama enam belas hari dengan parameter keduanya terlihat hifa putih yang menyebar. Jamur pada Gambar 1, keduanya memiliki hifa berwarna putih dan berkembang. Bentuk morfologi jamur ini sesuai dengan penelitian Guererro (2011) yang menunjukkan bahwa jamur *T. versicolor* berhifa putih dan berbentuk seperti kapas. Pengamatan jamur *P. chrysosporium* juga seperti penelitian Fraser (2005) dan Nakasone (1990) yang memiliki hifa septat berwarna putih.

Pada penelitian ini telah diperlihatkan bahwa kedua jamur dapat mendegradasi lignin dengan ditunjukkan perubahan warna pada Gambar 2. Kedua jamur ini memiliki kemampuan mendegradasi lignin karena memiliki enzim lakase dan peroksidase

yang terdiri dari lignin peroksidase dan manganese peroksidase (Howard *et al.* 2003). Uji pendahuluan degradasi lignin berguna dalam penentuan pemilihan jamur untuk delignifikasi engon. Pada awalnya media PDA ini berwarna coklat gelap karena adanya lignin, namun setelah ditumbuhkan jamur pelapuk putih, warnanya menjadi coklat keputihan. Hal ini dikarenakan terjadi degradasi lignin. Penelitian ini diperlukan guna untuk uji awalan sebelum biodelignifikasi batang kayu engon selama 20 hari dalam suhu ruang. Dengan adanya pemilihan jamur yang mendegradasi lignin lebih cepat dalam suhu ruang selama 20 hari, diharapkan dapat mendegradasi lignin lebih banyak. Pada pengamatan jamur *P. chrysosporium* dan *T. versicolor*, perubahan warna coklat yang tercepat pada *T. versicolor*. Jamur ini memiliki ligninase yang cukup lengkap, sehingga dapat dipakai untuk delignifikasi batang kayu sengon (Perez *et al.* 2002). Hasil penelitian ini juga sebanding dengan penelitian Anita *et al.* (2011) yang menunjukkan bahwa *T. versicolor* mampu menghasilkan enzim yang lebih cepat dibandingkan dengan *P. chrysosporium*.

Batang kayu sengon segar tanpa kulit digunakan sebagai sampel dari penelitian ini. Sengon yang memiliki kadar lignin yang tidak terlalu tinggi, dan sumber selulosa yang cukup tinggi, dapat menjadi sumber selulosa potensial untuk berbagai keperluan (Siagian 2003). Pemotongan dan penggilingan 80 mesh diharapkan akan meningkatkan daya serang enzim dari jamur pelapuk putih. Foody *et al.* (1999) menyatakan bahwa perlakuan fisik seperti pemotongan dan penggilingan akan membantu dalam pengurangan kadar lignin, sehingga perlakuan ini diperlukan untuk mengefektifkan proses delignifikasi. Sampel batang kayu sengon yang digunakan dalam proses delignifikasi telah direndam selama 24 jam dengan akuades dengan tujuan untuk membuat kelembaban



Gambar 4 Delignifikasi batang kayu sengon menggunakan *Trametes versicolor*

pada sampel dan jamur *T. versicolor* dapat tumbuh dengan subur.

Isolat *T. versicolor* sebelum digunakan dalam proses delignifikasi ditumbuhkan dalam media PDB yang mengandung sedikit glukosa. Penambahan glukosa ini bertujuan untuk mengoptimalkan pertumbuhan, dan menyediakan sumber karbon bagi *T. versicolor* untuk pertumbuhannya. Penelitian Fadilah *et al.* 2009 menunjukkan penambahan sedikit glukosa pada sampel dapat membantu penurunan lignin karena dipakai untuk sumber energi dalam sintesis enzim ligninase. Selain itu, jamur tersebut ditumbuhkan dalam PDB dalam waktu tujuh hari agar pada saat dikulturkan dalam sampel, jamur tersebut sudah optimal (Morris *et al.* 1996).

Kandungan kimia kayu sengon telah diteliti pada saat sebelum dan sesudah delignifikasi. Pada Tabel 1, disajikan data mengenai kandungan kimia tersebut. Berdasarkan tabel tersebut, terjadi pengurangan kadar zat ekstraktif, kadar lignin, kadar selulosa, dan kadar holoselulosa sedangkan kadar hemiselulosa terjadi peningkatan. Kadar lignin dapat diketahui dengan cara isolasi lignin dengan menggunakan metode Klason lignin (proses asam sulfat 72 %). Pada saat isolasi lignin, terlebih dahulu dilakukan pembebasan zat ekstraktif dengan etanol-benzena. Zat ekstraktif akan mengganggu dalam pembacaan kadar lignin. Zat ekstraktif tersebut dapat berkondensasi dengan lignin yang berpengaruh pada saat isolasi lignin dengan asam sulfat seperti dalam penelitian ini (Fengel & Wegener 1995). Kadar zat ekstraktif yang hilang selama pelarutan dengan etanol-benzena sebelum delignifikasi adalah 9.82 % sedangkan setelah delignifikasi 3.82 %. Terjadi pengurangan zat ekstraktif akibat dari perlakuan delignifikasi sebesar 61.01 %.

Kadar lignin dalam sampel kayu sengon setelah perlakuan delignifikasi oleh *T. versicolor* mengalami penurunan sebesar 37.31 % dari kadar lignin yang sebelumnya 23.96 % menjadi 16.09 %. Lignin adalah polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk dalam unit penilpropan dan memiliki struktur kompleks dan heterogen sehingga sulit didegradasi (Perez *et al.* 2002). *T. versicolor* mampu menghidrolisis lignin dengan cara mengeluarkan enzim ligninase (Hossain & Ananthraman 2006). Penelitian Irawati *et al.* (2009) menunjukkan pengurangan kadar lignin

sebesar 2,51 % - 12.59 % selama 30 hari pada kayu sengon oleh *P. chrysosporium*. Hal ini menunjukkan bahwa *T. versicolor* dalam penelitian ini mampu mendegradasi lignin lebih besar dibandingkan dengan *P. chrysosporium* pada kayu sengon. Sedangkan pada kayu lainnya, penelitian Fatriasari (2009) *P. ostreatus* dan *T. versicolor* dapat mendelignifikasi Bambu Betung dengan penurunan lignin berturut turut 12.20 % dan 12.06 % selama 30 hari, dan penelitian Widjadja & Andriyani (2002) menunjukkan adanya degradasi lignin 18.7 % (15 jam) pada *Paraserianthes sp.* dengan *Trametes sp.*

Holoselulosa adalah salah satu penyusun dinding sel tanaman yang terdiri dari hemiselulosa dan selulosa. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman yang berikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus (Lynd *et al.* 2002; Daniel 2003). Kadar holoselulosa dan selulosa setelah perlakuan delignifikasi mengalami penurunan secara berturut 20.77 % dan 52.14 %. Kadar selulosa ini turun sejalan dengan turunnya kadar lignin. Hal ini terjadi karena *T. versicolor* merombak lignin dan menggunakan selulosa sebagai sumber karbonnya. Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Irawati *et al.* (2009), setelah perlakuan delignifikasi pada kayu sengon selama 30 hari dengan *P. chrysosporium*, kadar selulosa sengon mengalami penurunan sebesar 21,06-42,41 %. Dengan perbandingan hasil penelitian ini dan Irawati *et al.* (2009), pengurangan kadar selulosa pada kayu sengon ini termasuk cukup besar, sehingga harus dijadikan pertimbangan dalam pemilihan jamur pelapuk putih untuk delignifikasi karena selulosa akan dipakai untuk keperluan tahapan selanjutnya.

Kadar hemiselulosa setelah perlakuan mengalami peningkatan sebesar 45.53 %. Peningkatan kadar hemiselulosa ini diduga karena berkurangnya kadar selulosa dalam kayu, sehingga rasio hemiselulosa berbanding selulosa dalam holoselulosa menjadi meningkat. Perbandingan ini berdasarkan perhitungan konsentrasi hemiselulosa dari pengurangan holoselulosa dengan selulosa. Kadar selulosa yang mengalami pengurangan, dapat mempengaruhi pembacaan kadar hemiselulosa. Semakin banyak selulosa yang hilang, maka hemiselulosa yang dibaca akan semakin besar kecuali jika jamur tersebut menggunakan hemiselulosa sebagai sumber karbonnya. Penelitian

ini juga sebanding dengan hasil penelitian Camarero *et al.* (2001) yang mengatakan bahwa perlakuan menggunakan enzim peroksidase yang menyerang karbohidrat pada holoselulosa jerami gandum dapat meningkatkan nilai rendemen polisakarida.

Holoselulosa, hemiselulosa dan selulosa dalam kayu sengon yang terpisah dari lignin dapat digunakan untuk keperluan industri seperti bahan baku *pulp* kertas, bahan baku etanol dan lainnya. Penelitian ini menunjukkan terjadinya penurunan kadar lignin pada batang kayu sengon oleh *T. versicolor*, namun terjadi pengurangan selulosa yang cukup besar, sehingga perlu dilakukan optimasi dalam perlakuan delignifikasi. Selain itu, pemilihan penggunaan jamur pelapuk putih (*white-rot fungi*) juga harus dipertimbangkan dalam delignifikasi sengon. Penggunaan jamur pelapuk putih yang berbeda akan menghasilkan penurunan kadar lignin dan selulosa yang berbeda pula. Dengan adanya teknik ini diharapkan proses delignifikasi dengan cara biologis dapat menjadi alternatif pilihan bagi industri dan lainnya karena murah, mudah, dan ramah lingkungan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Pendidikan Tinggi melalui dana Hibah Penelitian BOPTN.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar M, Blanchette RA, Kirk TK. 1997. Fungal delignification and biomechanical pulping of wood. *Adv in Biochem Engineering/Biotech* 57: 159-195.
- Anita SH, Yanto DHY, Fatriasari W. 2001. Lignin use of isolation from black liquor on the biopulping of Betung bamboo (*Dendrocalamus asper*) as selective media for white-rot-fungi. *Penelitian Hasil Hutan* 29: 312-321.
- Azhari I, Hartono R. 2005. Pemanfaatan kayu ki Acret (*Spatholdea campanulata* Beauv) sebagai bahan baku pulp kertas melalui uji turunan dimensi serat. 17(6). *Jurnal Komunikasi Penelitian*. p-62.
- Browning BL. 1967. *Methods of Wood Chemistry. Interscience Publ.* Vol II. New York. p 393-396.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 1989. Standar Nasional Indonesia Nomor 1032 tentang Cara Uji Kadar Sari Ekstrak Benzena Dalam Pulp dan Kayu. Jakarta (ID): Indonesia.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Standar Nasional Indonesia Nomor 0492 tentang Pulp dan Kayu, Cara Uji Kadar Lignin Metode Klason. Jakarta (ID): Indonesia.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Standar Nasional Indonesia Nomor 0444 tentang Pulp, Cara Uji Kadar Selulosa Alfa, Beta dan Gamma. Jakarta (ID): Indonesia.
- Camarero S, Bochini P, Galletti GC, Martinez MJ & Martinez AT. 2001. Compositional changes of wheat lignin by a fungal peroxidase analyzed by Pyrolysis-GC-MS. *Analytical and Applied Pyrolysis* 58-59:413-423.
- Cross CF, Bevan EJ. 1912. *Researches on Cellulose III.* London (GB): Longmans Green.
- Daniel G. 2003. *Microview of wood under degradation by bacteria and fungi.* Wood deterioration and preservation. ACS Symposium series 845, Washington DC, USA
- Fadilah, Distantina S, Dwiningsih SR, Marifah DS. 2009. Pengaruh penambahan glukosa dan ekstrak yeast terhadap biodelignifikasi ampas batang aren. *Ekulibrium* 8 (1) 29-33.
- Fatrisari W, Ermawar RA, Falah F, Yanto DHY, Hermiati E. 2009. Pulping soda panas terbuka bambu betung dengan praperlakuan fungi pelapuk putih (*Pleurotus ostreatus* dan *Trametes versicolor*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 2(2): 45-50
- Fraser RJ. 2005. Intraspecific comparison of *Phanerochaete chrysosporium* strains: peroxidase production, pollutant degradation and mycelial differentiation [Thesis]. Grahamstown: Rhodes Univ.
- Fengel D, Wegener G. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi.* Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Fitria RA, Ermawar W, Fatriasari T, Fajriutami, Yanto DHY, Falah F, Hermiati E. 2006. *Biopulping Bambu Menggunakan Jamur Pelapuk Putih Schizophyllum commune.* *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 2(2):45-50
- Fitria. 2008. Pengolahan biomassa berlignoselulosa secara enzimatis dalam pembuatan pulp: studi kepustakaan. *Jurnal Teknologi Pertanian* 9(2): 69-74.
- Foody B, Tolan JS, Bernstein JD. 1999. *Pretreatment process for conversion of cellulose to fuel ethanol.* U.S pat. No. 6.090.595.

- Fraser RJ. 2005. Intraspecific comparison of *Phanerochaete chrysosporium* strains: peroxidase production, pollutant degradation and mycelial differentiation [Thesis]. Grahamstown: Rhodes Univ
- Guerrero DG, Martínez VE, and Almaráz RDLTA. 2011. Cultivation of *Trametes versicolor* in Mexico. *Micologia Aplicada International* 23(2) 55-58
- Hossain SM, Anantharaman N. 2006. Activity enhancement of ligninolytic enzymes of *Trametes versicolor* with bagasse powder. *Afr. J. Biotechnol.* 5(1): 189-194
- Howard RT, Abotsi E, Jansen VREL, Howard S. 2003. Lignosellulose biotechnology: issue of bioconversion and enzyme production, *Afr. J. Biotechnol* 2, 602-619.
- Irawati D, Azwar NR, Syafii W, Artika IM. 2009. Pemanfaatan serbuk kayu untuk produksi etanol dengan perlakuan pendahuluan delignifikasi menggunakan jamur *Phanerochaete chrysosporium*. *Jurnal Ilmu Kehutanan* 3(1) 13-22
- Krisnawati H, Varis E, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen: *Ecology, Silviculture and Productivity*. Bogor: CIFOR. p 23.
- Lynd LR, Weimer PJ, van Zyl WH and Pretorius IS. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol Mol Biol Rev.* 66(3): 506-577.
- Martina A, Yuli N, Sutisna M. 2002. Optimasi beberapa faktor fisik terhadap laju degradasi selulosa kayu albasia *Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen dan karboksimetil selulosa (CMC) serta enzimatik oleh jamur. *J Nat Ind* 4: 156-163.
- Morris AJ, Byrne TC, Madden JF, Reller AB. 1996. Duration of Incubation of Fungal Cultures. *Journal of clinical microbiology* 34 (6):1583-1585
- Mosai S, Wolfaardt JF, Prior BA, Christov LP. 1999. evaluation of selected white rot fungi for biosilfite pulping. *Bioresource Technology* 68: 89-93
- Nakasone K. 1990. *Mycologia Memoir 15*. Michigan: Hafner Pr. p 224-225
- Perez J, Munoz D, Rubia TDL, Martinez T. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int Microbiol.* 5:53-63.
- Risdianto H, Setiadi T, Suhardi SH, Nipoperbowo W. 2007. Pemilihan spesies jamur dan media amobilisasi untuk produksi enzim lignolitik. Prosiding seminar nasional rekayasa kimia dan proses. ISSN:1411-4216
- Shukla OP, Rau UN, Subramanyam SV. 2004. *Biopulping and Biobleaching: an energy and environment saving technology for indian pulp and paper industry*. India: Newsletter of ISEB vol 10
- Siagian RM, Suprpti S, Komarayati S. 2003. Peranan fungi Pelapuk Putih Dalam Proses Biodelignifikasi Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 1(1) 47-56
- Tuomela M, Vikman M, Hatakka A, Itavaara M. 2000. Biodegradation of lignin in a compost environment: a review. *Biores Tech* 72: 169–183.
- Widjaja A, Andriyani S, Pratami AA. 2002. *Study of Biodelignification on Sengon and Pine using White Rot-Fungus Phanerochaetae chrysosporium for Development for Pulp and Paper Industries in Indonesia*, Proceeding of the Asian Pasific Congress on Chemical Engineering. Christ Church New Zealand
- Zeng GM, Yu HY, Huang HL, Huang DL, Chen YN, Huang GH, Li JB. 2006. Laccase activities of soil inhabiting fungus *Penicillium simplicissimum* in relation to lignin degradation. *WJ Microbiol and Biotech* 22: 317–324.