

**Uji Potensi Fungi Pelapuk Putih Pada Kayu Karet Lapuk
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) Sebagai Pendegradasi Lignin
Test of Potential White Rot Fungi at Rotten Karet Wood
(*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) as degrading lignin**

Gusti Prabu Jaya P^a, Edy Batara Mulya Siregar^b, Nelly Anna^b

^aProgram Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
Jalan Tri Dharma Ujung No.1 Kampus USU Medan 20155

^bStaf Pengajar Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
Email: Guz_Reggae@yahoo.com

Abstract

*Lignin is a natural polymer and an important compound of plant cell wall constituent. The research objective to get white rot wood in the Rotten Karet Wood, measure the activity of lignin peroxidase at White Rot Fungi, and know the potential of White Rot Fungi for biopulping. The samples taken at Karet land in Arboretum USU. The Bavendamm and lignolitic enzyme activities test found three species of fungus that came from genus *Phanerochaete* sp1, *Phanerochaete* sp2, and *Exidia* sp. The highest activity of lignin peroxidase was produced by *Phanerochaete* sp2 isolate by the value of 0,466 U/ml.*

Key word : karet wood, white rot fungi, lignin peroxidase, bavendamm test.

PENDAHULUAN

Lignin merupakan polimer yang strukturnya heterogen dan kompleks yang terdiri dari koniferil alkohol, sinaphil alkohol, dan kumaril alkohol sehingga sulit untuk dirombak. Sekitar 30% material pohon adalah lignin yang berfungsi sebagai penyedia kekuatan fisik pohon, pelindung dari biodegradasi dan serangan mikroorganisme. Struktur yang kompleks dari lignin dengan berat molekul yang tinggi dan tidak larut dalam air membuat lignin sukar didegradasi (Perez *et al.*, 2002). Oleh karena itu, degradasi lignin membutuhkan enzim ekstraseluler yang bekerja secara tidak spesifik. Lignin selain dapat didegradasi oleh beberapa jenis mikroorganisme, juga dapat didegradasi secara kimiawi yaitu dengan penambahan bahan-bahan seperti NaOH, Na2S, Sulfit, Bisulfit, Klorin, Kalsium Hipoklorit, Klorin dioksida, dan Peroksida (Widjaja *et al.*, 2004) dan senyawa alkali (Sudiyani *et al.*, 2010).

Di alam terdapat tiga kelompok jamur yang dapat menguraikan komponen kayu (lignoselulosa) yaitu pelapuk cokelat (*brown rot*), pelapuk putih (*white rot*) dan pelapuk lunak (*soft rot*). Pengelompokan jamur pelapuk ini didasarkan pada hasil proses pelapukan. Jamur pelapuk cokelat menghasilkan sisa hasil pelapukan berwarna cokelat sedangkan jamur pelapuk putih menghasilkan sisa hasil pelapukan yang berwarna putih. Ketiga jenis jamur tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Jamur pelapuk putih memiliki kemampuan mendegradasi lignin yang tinggi dengan sedikit mengakibatkan kehilangan selulosa (Risdianto *et al.*, 2007).

Jamur pelapuk putih merupakan mikroorganisme dari kelas Basidiomycetes yang mampu mendegradasi lignin pada proses pelapukan kayu. Degradasi lignin melibatkan aktivitas enzim lignolitik yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih yaitu Lignin Peroksidase (LiP), Manganese Peroksidase (MnP) dan Lakase. Proses degradasi lignin ini dimulai saat jamur pelapuk putih menembus dan membentuk koloni dalam sel kayu, lalu mengeluarkan enzim yang berdifusi melalui lumen dan dinding sel. Jamur pelapuk putih menyerang komponen lignin dari kayu hingga menyisakan selulosa dan hemiselulosa yang tidak terlalu berpengaruh. Akibatnya, terjadi penurunan kekuatan fisik kayu dan pembengkakan jaringan kayu degradasi lignin akan mengakibatkan kandungan lignin pada kayu berkurang. Kemampuan mendegradasi lignin jamur pelapuk putih dapat digunakan dalam proses pemutihan *pulp* kimiawi.

Degradasi lignin oleh jamur pelapuk putih merupakan proses oksidatif. Enzim oksidatif merupakan enzim non-spesifik dan bekerja melalui mediator bukan protein yang berperan dalam degradasi lignin (Perez *et al.*, 2002). Enzim pendegradasi lignin terdiri dari Lignin Peroksidase (LiP), Manganese Peroksidase (MnP) dan Lakase. Adanya enzim ini akan mendegradasi lignin menjadi senyawa yang lebih sederhana (Kerem dan Hadar, 1998).

Sebagian besar proses bioteknologi dalam industri *pulp* dan kertas menggunakan enzim lignolitik yang terdapat pada fungi pelapuk putih (Guterrez *et al.*, 1999). Beberapa jenis fungi pelapuk putih yang dapat digunakan untuk mengatasi rumit dan mahalnya dalam proses

pembuatan *pulp*, yaitu *cytopaga sp*, *Trichoderma sp* dan *Phanerochaeta sp* diketahui dapat mendegradasi lignin dari bahan kayu atau non kayu. Pembuatan pulp atau yang sering disebut *biopulping*. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa *biopulping* relatif lebih unggul dibanding proses kraft karena bersifat ramah lingkungan.

Penelitian tentang enzim Lignin Peroksidase (LiP) yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih belum banyak dilakukan terutama pada tanaman karet, maka penelitian ini perlu dilakukan untuk dapat mengetahui potensi enzim LiP agar dapat memanfaatkan jamur pelapuk putih misalnya dalam proses *biopulping*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Desember 2014. Pengambilan sampel kayu karet lapuk di Arboretum USU. Isolasi jamur di Laboratorium Bioteknologi, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, dan Pengukuran aktivitas LiP di Laboratorium Mikrobiologi Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.

Bahan dan Alat

Alat yang diperlukan pada penelitian ini antara lain neraca analitik, sentrifuse, spektrofotometer, vortex, pH meter, shaker, pipet serologi, cawan petri, inkubator jamur, sedangkan bahan yang diperlukan pada penelitian ini antara lain penyangga tartrat (pH 2.5), H₂O₂, MnSO₄, veratryl alcohol, Potato Dextrose Agar (PDA), KH₂PO₄, MgSO₄.7H₂O, tanin, Alkaline Lignin, NH₄NO₃, KCL, MgSO₄.7H₂O, FeSO₄.7H₂O, MnCl₂.2H₂O, CuSO₄.5H₂O.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di areal perkebunan karet Arboretum USU. Kriteria sampel yang digunakan adalah pangkal batang karet. Metode yang digunakan untuk pengambilan sampel yaitu menggunakan metode sensus dengan mengamati secara langsung kayu lapuk yang terinfeksi fungi, dan dilihat secara visual kayu lapuk lalu diambil sampelnya kemudian sampel dibersihkan dan dimasukkan ke dalam kantong kertas dan disimpan di dalam ruangan pada suhu kamar sampai proses isolasi.

Isolasi Jamur Pendegradasi Lignin dari Karet

Sampel kayu karet diambil secara aseptik dari pangkal batang karet dan selanjutnya dibawa ke dalam laboratorium. Sampel dipotong menjadi ukuran 0,5 x 0,5 cm kemudian disebarluaskan di atas media PDA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3 x 24 jam.

Koloni jamur yang tumbuh dipindahkan pada media PDA yang baru dan dibuat biakan murninya.

Skrining Aktivitas Enzim Ligninolitik

Skrining aktivitas enzimatik secara kualitatif dilakukan dengan uji Bavendamm. Isolat yang didapat ditumbuhkan pada media PDA yang ditambahkan 0,1 % asam tanin. Bila terbentuk endapan cokelat pada media, mengindikasikan adanya aktivitas fenol oksidase, maka fungi tersebut termasuk ke dalam kelompok fungi pelapuk putih (Nishida *et al.*, 1988).

Persiapan Sumber Enzim

Sumber enzim untuk uji kuantitatif dipersiapkan dengan membiakkan isolat jamur pada media ligninase cair pada suhu ruang selama 14 hari. Suspensi jamur disentrifugasi dengan kecepatan 10.000 rpm pada suhu 4 °C selama 15 menit. Suspensi berupa ekstrak enzim kasar digunakan untuk pengukuran aktivitas ligninolitik secara kuantitatif. Pengukuran aktivitas enzim ligninolitik dilakukan setiap 2 hari selama 14 hari dengan metode sebagai berikut :

Pengukuran Aktivitas Ligninolitik Secara Kuantitatif

Pengukuran Aktivitas Lignin Peroksidase (LiP)

Pengukuran aktivitas enzim LiP dilakukan menurut metode Bonnen *et al.* (1994). ekstrak enzim sebanyak 0,2 ml ditambahkan ke dalam 2,8 ml larutan penyangga tartrat (pH 2.5). Campuran ini ditambahkan veratryl alcohol 2 mM dan H₂O₂ 0.4 mM masing-masing sebanyak 1 ml. Campuran tersebut selanjutnya dihomogenkan dengan vortex dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar.

Jumlah veratraldehida yang terbentuk diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 310 nm. Untuk larutan blanko digunakan 1 ml veratryl alcohol 2 mM dan 1 ml H₂O₂ 0.4 mM dan 0,2 ml akuades yang dipanaskan pada suhu 60 °C selama 5 menit.

Jumlah veratraldehida yang terbentuk dihitung berdasarkan rumus Lambert-Beer, yaitu,

$$\Delta C = \frac{(A_t - A_0)}{(k \times b)}$$

Dimana, ΔC =jumlah veratraldehida yang terbentuk selama t menit (mol/liter)

A_t = nilai absorbansi pada t menit

A_0 = nilai absorbansi pada awal reaksi

b = diameter kuvet (1 cm)

k = konstanta (veratraldehida = 9,300/M/cm)

Aktivitas enzim dinyatakan dalam satuan unit yang setara dengan 1 nmol veratraldehida yang dihasilkan per menit dari

perlakuan 1 ml enzim yang direaksikan dalam kondisi asam, sehingga aktivitas enzim yaitu :

$$\text{Unit (U/ml)} = \frac{\Delta C \times V_{\text{tot}} (\text{ml}) \times 10^9}{t(\text{menit}) \times V_{\text{enzim}} (\text{ml})}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Isolasi Jamur Pelapuk Kayu

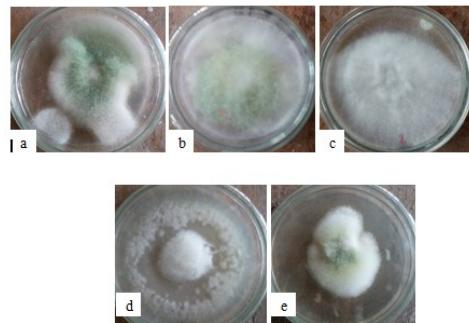
Sampel kayu lapuk yang telah diambil dari tegakan karet di Arboretum Universitas Sumatera Utara diisolasi dengan menggunakan PDA sebagai medianya. Banyak sampel kayu lapuk karet yang diambil berdasarkan metode sensus adalah sebanyak 20 potongan kayu lapuk yang terinfeksi jamur. Potongan kayu lapuk tersebut kemudian dipotong kecil dengan ukuran $0,5 \times 0,5$ cm untuk ditanam di media PDA. Setelah 3 hari, dilakukan pemurnian ulang pada isolat jamur yang tumbuh. Diperoleh 15 isolat jamur dari hasil pemurnian yang kemudian dikelompokkan menjadi beberapa bagian berdasarkan penampakan visualnya. Penampakan visual ini dapat berupa warna jamur dan bentuk permukaan koloni pada media. Dari hasil pengelompokan tersebut masing-masing diambil satu untuk efisiensi.

Setelah dilakukan pemilihan berdasarkan pengamatan visual, ditemukan lima isolat. Kelima isolat jamur ditumbuhkan di media PDA yang dicampurkan dengan kapsul antibiotik (*kemicetin*) yang berfungsi untuk mencegah perkembangbiakan bakteri. Isolat yang dibiarkan selama 3 hari kemudian dimurnikan pada media PDA baru ditambah dengan 0,1% asam tanin atau yang disebut dengan Uji Bavendamm.

Karakterisasi pada kelima isolat jamur diamati berdasarkan pengamatan makroskopis. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3. Pengamatan morfologi dilakukan berdasarkan warna dan permukaan koloni tepung (Tabel.1). Untuk pengamatan mikroskopis, isolat jamur diamati setelah terbentuk endapan cokelat yaitu melalui uji Bavendamm selama 3-5 hari.

Tabel 1. Hasil karakterisasi isolat jamur Pelapuk Kayu Karet

| Isolat Jamur | Warna Koloni (3-5 hari) | Jenis Pengamatan Permukaan Koloni |
|--------------|-------------------------|-----------------------------------|
| R1 | Putih kehijauan | Menggunung seperti kapas |
| R2 | Putih kehijauan | Menyebar |
| R3 | Putih | Menggunung |
| R4 | Putih | Menggunung seperti kapas |
| R5 | Putih kehijauan | Menggunung seperti kapas |

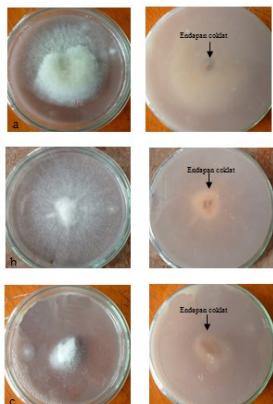


Gambar 3. isolat jamur Pelapuk Kayu Karet (a) R1, (b) R2, (c) R3, (d) R4, (e) R5.

2. Skrining Aktivitas Enzim Ligninolitik dengan Uji Bavendamm

Kelima isolat jamur tersebut kemudian dilakukan skrining Aktivitas Enzim Ligninolitik dengan uji Bavendamm. Isolat jamur ditumbuhkan ditempat yang gelap (kotak tertutup). Hasil Skrining Aktivitas Enzim Ligninolitik dengan uji bavendamm tersebut, diperoleh tiga isolat jamur yang menunjukkan reaksi positif.

Reaksi positif ini diperoleh dengan cara melihat ada tidaknya endapan coklat pada media disekitar koloni yang menunjukkan bahwa fungi tersebut dapat mendegradasi asam tanin sesuai dengan penelitian (Musa, 2012) apabila pada medianya tidak terbentuk warna cokelat berarti uji Bavendammnya negatif (-), artinya jamur tersebut tidak bisa mendegradasi asam tannin sehingga jamur ini bisa dikelompokkan ke dalam jamur pelapuk cokelat. Kemudian apabila terbentuk warna cokelat pada media, berarti uji Bavendammnya positif (+). Artinya, jamur tersebut bisa mengoksidasi asam tannin sehingga jamur ini bisa dikelompokkan ke dalam jamur pelapuk putih. Fungi yang mampu mendegradasi asam tanin adalah fungi yang memiliki enzim oksidase ekstraseluler yang pada umumnya adalah fungi pelapuk putih. Warna cokelat yang terbentuk karena adanya reaksi fenol oksidase seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Uji bavendamm Isolat Jamur Pelapuk Kayu Karet ; (a) Isolat R2, (b) Isolat R3 dan (c) Isolat R4 Menunjukkan Hasil Positif pada Uji Bavendamm terdapat Endapan Coklat selama 3-5 hari

Hasil lima isolat yang diuji, hanya ada tiga isolat yang menunjukkan tanda positif yang ditandai dengan terbentuknya endapan coklat pada media agar asam tanin (Tabel 2). Pembentukan endapan coklat merupakan hasil sekresi enzim lignolitik oleh karena kemampuan isolat jamur dalam menggunakan asam tanin sebagai sumber karbon, dan diasumsikan sebagai hasil dari aktifitas polifenol menjadi kuinon yang menghasilkan polimer yang berwarna gelap (Prayudyaningsih *et al.*, 2007).

Hasil uji bavendamm menunjukkan terjadi degradasi lignin pada kayu karet yang lapuk. Degradasi dapat dibagi dalam tiga kategori. Degradasi diawali pada selulosa, hemiselulosa kemudian degradasi lignin. Pertama, lignin yang didegradasi kemudian diikuti degradasi selulosa dan hemiselulosa. Kedua, sebaliknya degradasi diawali pada selulosa dan hemiselulosa kemudian degradasi lignin. Ketiga, degradasi lignin dan selulosa berjalan secara bersama. Pada umumnya proses degradasi berjalan bertahap dan pada umumnya terjadi pemotongan rantai panjang dari polimer selulosa menjadi lebih pendek (Prasetya, 2005).

Tabel 2. Uji Bavendamm Isolat Jamur dari kayu karet lapuk

| Isolat Jamur | Endapan Coklat |
|--------------|----------------|
| R1 | - |
| R2 | + |
| R3 | + |
| R4 | + |
| R5 | - |

Terbentuk endapan coklat pada tiga isolat (Gambar 4). Tiga isolat jamur yang menunjukkan hasil positif ditandai dengan terdapatnya endapan coklat pada media, yaitu isolat jamur R2, R3, dan R4. Warna coklat yang

terbentuk pada media disebabkan oleh adanya reaksi pengoksidasi fenol yang terdapat pada media oleh fungi dengan bantuan enzim fenol oksidase. Fungi akan mengeluarkan enzim-enzim tertentu pada saat menempel pada substrat, ini sesuai dengan pernyataan Prasetya (2005) yang menyatakan bahwa degradasi lignin pada umumnya dimulai dari reaksi biotransformasi komponen kompleks lignin yang umumnya dilakukan oleh enzim yang dikeluarkan oleh fungi pelapuk putih.

Bowyer dan Haygreen (1989) menyatakan fungi pelapuk putih memiliki kemampuan untuk merusak baik komponen lignin ataupun selulosa sel. Fungi pelapuk putih mempunyai pengaruh yang terbatas pada warna kayu tetapi dalam hal lain mungkin memberikan warna pucat atau keputih-putihan. Fungi pelapuk putih cenderung untuk mengikis ke arah luar dari rongga sel dengan menguraikan lapisan-lapisan dinding sel secara berturut-turut, menyerupai sungai mengikis tebingnya sehingga dinding sel menjadi semakin tipis. Kayu yang terkena fungi pelapuk putih cenderung masih memiliki bentuk tetapi menjadi berongga. Umumnya fungi pelapuk sedikit atau tidak terlihat penyusutan kayu atau *collapse* sehingga bentuk kayu relative tidak berubah. Selain itu serangan fungi pelapuk putih mengakibatkan kehilangan kekuatan kayu secara bertahap sampai kayu menjadi seperti sponge. Umumnya fungi pelapuk putih menyerang *hardwood*, tetapi bisa juga menyerang *softwood* (Wilcox *et al.*, 1996).

3. Identifikasi Fungi Pelapuk Putih

Berdasarkan identifikasi secara mikroskopis, identifikasi fungi dilakukan pada isolat fungi yang menunjukkan hasil positif pada uji Bavendamm. Hasil identifikasi yang didapatkan adalah fungi *Phanerochaete* sp (terdapat 2 tipe fungi) dan *Exidia* sp, dimana fungi tersebut termasuk dalam kelompok Basidiomycetes dan termasuk dalam keluarga Auliculariaceae dan hanerochaetaceae. Pada umumnya jamur pelapuk kayu termasuk kedalam kelas Basidiomycetes (Boyce, 1961). Karakteristik ketiga isolat jamur secara mikroskopis berdasarkan hifa, spora aseksual, bentuk dan spora aseksual dapat dilihat pada Tabel 3.

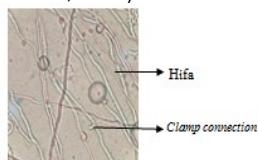
Tabel 3 Hasil karakterisasi mikroskopik isolat jamur dari karet lapuk

| Isolat | Hifa | Spora Aseksual | Bentuk Pengaturan Spora Aseksual |
|--------|-----------------|----------------|--|
| R2 | Berseptat | Konidiospora | Konidia berbentuk bulat, banyak sel, dan diproduksi berantai |
| R3 | Tidak Berseptat | - | - |
| R4 | Berseptat | Konidiospora | Konidia berbentuk bulat, banyak sel. Diproduksi tunggal, bersel banyak |

***Exidia* sp**

Berdasarkan identifikasi secara mikroskopis isolat R3 merupakan jenis fungi *Exidia* sp yang digolongkan dalam keluarga Auriculariaceae dan genus *Exidia*. Secara mikroskopik *Exidia* dapat dilihat pada Gambar 5. *Exidia* termasuk jeli fungi yang bersifat saprotrofik pada kayu mati dan merupakan kelompok organisme yang dapat mengurai lignin. Terdapat *clamp connection* (sambungan apit) pada Gambar 5 yang merupakan ciri dari Basidiomycetes yang bertujuan untuk memindahkan inti sel dalam proses perkembangan hifa

(Thompson dan Gloria, 1965).

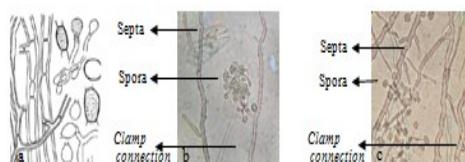


Gambar 5. *Exidia* sp (Perbesaran 100x)

Exidia sp adalah spesies pionir yang mampu hidup berkoloni pada kayu yang baru mati. Sebuah studi dari proses pembusukan kayu di cabang-cabang kayu menunjukkan bahwa *exidia* sp erat kaitannya dengan pembusukan cabang mati di pohon hidup. Secara khusus, perannya adalah untuk menghancurkan jaringan dari kambium vaskular (Kuo, 2007).

***Phanerochaete* sp**

Berdasarkan identifikasi secara mikroskopis isolat R2 dan R4 merupakan jenis fungi *Phanerochaete* sp. Fungi ini termasuk dalam keluarga Phanerochaetaceae dan genus *Phanerochaete*.



Gambar 6. (a) Struktur Mikroskopis *Phanerochaete* sp, (Burdssall, 1981) (b) *Phanerochaete* sp1 (R2) (Perbesaran 100x), (c) *Phanerochaete* sp2 (R4) (Perbesaran 100x)

Gambar 6 Spora Phanerochaetaceae (basidiospora) berbentuk elips berdinding tipis, bening dan hifanya dengan lumen normal, berdinding tebal memanjang dan tidak menggembung sesuai dengan pernyataan dari (Burdssall and Eslyn, 1974) juga sesuai dengan pernyataan dari (Zmitrovich, 2006). Hifa bersekat (septa) dan bersifat totipoten serta berminyak, memiliki *clamp connection* dan sporanya diproduksi tunggal dan mengelompok yaitu pada ujung hifa sesuai dengan pernyataan dari Zmitrovich *et al.* (2006).

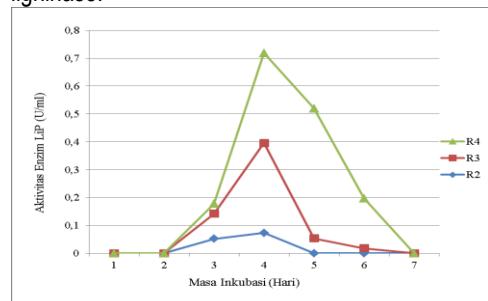
4. Aktivitas Enzim Lignin Peroksidase (LiP)

Hasil pengukuran aktivitas enzim LiP, setiap 2 hari selama 14 hari pengukuran. Isolat yang dikultur pada medium ligninase cair menunjukkan aktivitas yang bervariasi. Aktivitas enzim LiP tertinggi pada isolat jamur *Phanerochaete* sp1 adalah pada pengukuran hari ke-8 yaitu 0,073 (U/ml) selanjutnya tidak terjadi aktivitas pada hari ke-10 sampai akhir pengukuran. Pada Isolat jamur *Exidia* sp, aktivitas enzim LiP tertinggi pada pengukuran hari ke-8 yaitu 0,323 (U/ml) dan pada pengukuran hari ke-10 terjadi penurunan aktivitas enzim LiP dan berhenti pada pengukuran hari ke-14. Pada isolat jamur *Phanerochaete* sp2 puncak aktivitas tertinggi enzim LiP adalah pada pengukuran hari ke-10 yaitu 0,466 (U/ml) dan mengalami penurunan pada pengukuran hari ke-12 kemudian berhenti pada pengukuran hari ke-14. Dari ketiga isolat jamur yang diuji aktivitas enzim LiPnya, isolat jamur *Phanerochaete* sp2 adalah yang tertinggi aktivitasnya, yaitu sebesar 0,466 (U/ml). Diikuti isolat jamur *Exidia* sp yaitu 0,323 (U/ml) dan aktivitas enzim LiP yang terendah adalah pada isolat jamur *Phanerochaete* sp1, yaitu 0,073 (Tabel 4).

Tabel 4. Aktivitas Enzim Lignin Peroksidase (LiP) dari Isolat Jamur Kayu Karet Lapuk (U/ml)

| Isolat | Hari Ke | | | | | | |
|--------------------------|---------|---|-------|-------|-------|-------|----|
| | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| <i>Phanerochaete</i> sp1 | 0 | 0 | 0,052 | 0,073 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Exidia</i> sp | 0 | 0 | 0,090 | 0,323 | 0,054 | 0,018 | 0 |
| <i>Phanerochaete</i> sp2 | 0 | 0 | 0,036 | 0,323 | 0,466 | 0,180 | 0 |

Dari hasil pengukuran aktivitas enzim LiP yang dilakukan, terdapat perbedaan aktivitas enzim LiP pada masing-masing isolat jamur. Perbedaan hasil aktivitas enzim LiP ini disebabkan oleh respon pada setiap jenis isolat berbeda terhadap media selama pengukuran. Hal ini sesuai dengan pernyataan Supriyanto (2009) yang menyatakan bahwa jenis isolat dan juga media berpengaruh dalam produksi enzim ligninase.



Gambar 7. Aktivitas enzim lignin peroksidase (LiP) dari isolat jamur Pelapuk Kayu Karet

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan waktu aktivitas enzim LiP. Pada isolat jamur *Phanerochaete* sp1, aktivitas enzim LiP mulai terjadi pada hari ke-6 yaitu 0,052 (U/ml) kemudian mencapai maksimum pada hari ke-8, yaitu 0,073 (U/ml) dan berhenti pada hari ke-10. Pada isolat jamur *Exidia* sp aktivitas enzim LiP mulai terjadi pada hari ke-6 yaitu 0,090 kemudian aktivitasnya maksimum pada hari ke-8 yaitu 0,323 (U/ml) dan berhenti pada hari ke-14. Sama halnya dengan isolat jamur *Phanerochaete* sp1 dan *Exidia* sp, aktivitas enzim LiP pada isolat jamur *Phanerochaete* sp2 juga terjadi pada hari ke-6 yaitu 0,036 (U/ml) kemudian mencapai puncaknya pada hari ke-10 yaitu 0,466 (U/ml) dan berhenti pada hari ke-14. Hal ini sesuai dengan penelitian Widjaja *et al.* (2004) yang menunjukkan bahwa aktivitas maksimum enzim LiP pada *P. chrysosporium* dicapai pada hari ke-4 sebesar 0,81 U/ml, selanjutnya mengalami penurunan karena pertumbuhan jamur mulai menurun dan adanya kematian sel.

Hasil pengukuran aktivitas enzim LiP, terdapat isolat jamur yang aktivitas enzim LiPnya berhenti pada waktu tertentu setelah mengalami penurunan aktivitas enzim LiP. Hal ini disebabkan pada hari atau waktu tertentu, enzim LiP tidak dapat lagi mendegradasi lignin. Ini sesuai dengan pernyataan Widjaja *et al.* (2004) yang menjelaskan bahwa penurunan aktivitas enzim disebabkan penurunan pertumbuhan jamur dan adanya kematian sel.

Ketiga isolat jamur yang diukur menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Diantara ketiga isolat jamur pelapuk putih tersebut, isolat yang diasumsikan berpotensi untuk *biopulping* adalah isolat jamur jenis *Phanerochaete* sp2. Hal ini dikarenakan isolat jamur *Phanerochaete* sp2 adalah yang paling banyak mendegradasi lignin. Selain itu, isolat jamur *Phanerochaete* sp2 memiliki masa aktif yang lebih lama dibandingkan kedua isolat jamur lainnya sehingga proses pendegradasi lignin menjadi lebih efisien.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Jenis jamur pelapuk yang ditemukan pada pelapukan kayu karet dan merupakan jamur pelapuk putih adalah *Phanerochaete* sp1, *Exidia* sp, dan *Phanerochaete* sp2.
2. Aktivitas enzim LiP tertinggi selama 14 hari pengukuran, secara berturut-turut adalah jamur *Phanerochaete* sp1 pada hari ke-8, yaitu 0,073 (U/ml), jamur *Exidia* sp pada hari ke-8, yaitu 0,323 (U/ml) dan jamur *Phanerochaete* sp2 pada hari ke-10, yaitu 0,466 (U/ml).

3. Jenis jamur yang paling berpotensi untuk proses *biopulping* adalah isolat jamur *Phanerochaete* sp2 berdasarkan hasil pengukuran aktivitas enzim Lignin Peroksidase (LiP).

Saran

Sebaiknya diaplikasikan ketiga jenis jamur pelapuk putih pada jenis tanaman yang diperuntukkan dalam *pulping* agar potensi jamur pelapuk putih dapat diketahui secara nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. 2009. Kadar Lignin dan Tipe Monomer Penyusun Lignin Pada Kayu Akasia. [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Artiningsih, T. 2006. Aktivitas Lignolitik Jenis *Ganoderma* pada Berbagai Sumber Karbon. *Biodiversitas* 7(4): 307-311.
- Bonnen, A. M. Anton. L. H and Orth. A. B. 1994. *Lignin-Degrading Enzymes of The Commercial Button Mushroom, Agaricus bisporus*. *Appl. Environ.Microbiol.* 60(3): 960-965.
- Boyce, J. S. 1961. *Forest Pathology*. 2nd edition. New York: McGraw Hill Book Company.
- Burdsall, H. H. and Eslyn. 1974. The Taxonomy Of *Sporotrichum Pruinoseum* And *Sporotrichum Pulverulentum/Phanerochaete Chrysosporium*. Madison. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Haygreen, J. G. dan J. L. Bowyer. 1982. *Forest Product And Wood Science, An Introduction*. Iowa State University Press, Amess, Iowa 50010, USA.
- Kuo, M. 2007 *Exidia glandulosa* [Http://www.mushroomexpert.com](http://www.mushroomexpert.com).
- Musa, B. H. 2012. *Wood Rot Fungi Identification on Dead Wood Biodelignification Process in Taman Hutan Raya Bukit Barisan, Karo District*. [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Ragupathy, S. dan Mahadevan A. 1991. *VAM distribution influenced by salinity gradient in coastal tropical forest*. Di dalam : Soerjanegara I dan Supriyanto, editor. *Proceeding of second Asian Conference on*
- Risdianto, H. Setiadi. T., Suhardi. H. S dan Niloperbowo. W. 2007. Pemilihan Spesies Jamur dan Media Imobilisasi Untuk Produksi Enzim Ligninolitik. Prosiding seminar nasional rekayasa kimia dan proses: 1-6.

- Steffen, K. T. 2003. *Degradation of Recalcitrant Biopolymers and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Litter-Decomposing Basidiomycetous Fungi*. [Dissertation]. Finland: University of Helsinki.
- Thompson, A. and L. Gloria. 1965. Laboratory Manual of Tropical Mycology and Elementary Bacteriology. University of Malaya Press. Kuala Lumpur.
- Wilcox, P. L. And Dennis L. 1996 *Detection of a major gene for resistance to fusiform rust disease in loblolly pine by genomic mapping*. Proc. Natl Acad. Sci. USA 93, 3859–3864.
- Wong, S. 2008. *Structure and Action Mechanism of Ligninolytic Enzymes*. Appl Biochem Biotechnol. 157: 174-209.
- Zmitrovich, I. V. Malysheva V. F. Spirin W. A. A new morphological arrangement of the Polyporales. I. Phanerochaetinae. Mycena. 2006. Vol. 6. P. 4.56.