



**Prodi Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Udayana**

**ISSN : 2503 – 488 X**

**JURNAL  
REKAYASA DAN MANAJEMEN  
AGROINDUSTRI**

**Volume 9 No 1 Tahun 2021**



**Penerbit :  
Prodi Teknologi Industri Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Udayana**

**SUSUNAN DEWAN REDAKSI**  
**JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI**

Pelindung : Prof. Dr. Ir. I Ketut Satriawan, M.T,  
Penanggung jawab : Dr. Ir. Luh Putu Wrasiasi, MP  
Pemimpin Redaksi : I Made Mahaputra Wijaya, ST., M.Eng., Ph.D

Penelaah :

1. GP Ganda Putra (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
2. Nyoman Semadi Antara (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
3. Bambang Admadi H. (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
4. Ketut Satriawan (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
5. Ni Made Wartini (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
6. Luh Putu Wrasiasi (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
7. Sri Mulyani (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
8. I. B. W. Gunam (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
9. A. A. P. Agung Suryawan Wiranatha (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
10. Lutfi Suhendra (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
11. I Wayan Arnata (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
12. I Made Mahaputra Wijaya (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
13. Amna Hartiati (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
14. I Wayan Gede Sedana Yoga (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
15. Ni Putu Suwariani (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)
16. Cokorda Anom Bayu Sadyasmara (PS Teknologi Industri Pertanian, Udayana University, Indonesia)

17. Sri Hidayati (PS Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia)
18. Dewi Sartika (PS Agribisnis, Universitas Muhammadiyah Makassar, Indonesia)
19. Tanto P Utomo (PS Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia)
20. Rita Khairina (PS Pengolahan Hasil Perikanan, Universitas Lambung Mangkurat, Indonesia)
21. Abu Amar (PS Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Teknologi Indonesia, Indonesia)
22. Sony Suwasono (PS Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember, Indonesia)
23. Tufik Djatna (PS Teknik Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia)
24. Efri Mardawati (PS Teknologi Industri Pertanian , Universitas Padjadjaran, Indonesia)
25. Suprihatin (PS Teknik Industri Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Indonesia)
26. Erryana Martati (PS Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Brawijaya, Indonesia)
27. I Gede Pasek Mangku (PS Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Warmadewa, Indonesia)

Redaksi Pelaksana :

1. I Wayan Gede Sedana Yoga, S.TP.,M.Agb.
2. Ni Putu Suwariani, S.TP.,M.Boitech.

## **REDAKSI JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI**

### **Alamat :**

**Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Gedung GA,**

**Kampus Bukit Jimbaran, Badung Bali**

Telp/Fax 0361 701801

Email : [tipftp@unud.ac.id](mailto:tipftp@unud.ac.id)

Website: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/jtip>

### **Contact Person**

I Gusti Bagus Arya Yudiastina, S.TP

HP: +6281999432466

Email: [aryayudiastina@gmail.com](mailto:aryayudiastina@gmail.com)

Putu Pande Yashika, S.TP

HP: +6287862181094

Email: [pandeyashika29@gmail.com](mailto:pandeyashika29@gmail.com)

# JURNAL REKAYASA DAN MANAJEMEN AGROINDUSTRI

## Daftar Isi

Vol. 9 No. 1 Maret 2021

ISSN : 2503-488X

---

1. Karakteristik Ekstrak Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Sumber Antioksidan pada Perlakuan Suhu dan Waktu Maserasi .....1-12  
*I Gusti Ayu Meia Dewi, G.P. Ganda Putra\*, Luh Putu Wrasati*
2. Prospek Usaha Simplisia Kunyit (*Curcuma domestica* Val.) di Bali Ditinjau dari Analisis Finansial.....13-22  
*I Made Teguh Mahagiri, Sri Mulyani\*, Ketut Satriawan*
3. Analisis Produktivitas Produksi Roti Manis PT. Indoroti Prima Cemerlang (Mr.Bread) Badung .....23-32  
*Putu Shangrila Revia Parameswari Prascita, I Ketut Satriawan\*, Luh Putu Wrasati*
4. Karakteristik Mikroemulsi  $\alpha$ -Tokoferol pada Perbandingan Campuran Tiga Surfaktan Nonionik dan Lama Pengadukan .....33-41  
*Putu Ayu Sucitawati, Lutfi Suhendra\*, G. P. Ganda Putra*
5. Karakteristik Enkapsulat Pewarna dari Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) pada Perlakuan Perbandingan Gelatin dan Maltodekstrin.....42-52  
*Samapta Manggala Aditya, Luh Putu Wrasati\*, Sri Mulyani*
6. Karakteristik Ekstrak Pewarna Alami Daun Singkong (*Manihot esculenta*) pada Perlakuan Jenis Pelarut dan Suhu Maserasi .....53-64  
*Rian Lamhot Parasian Hutabarat, Ni Made Wartini\*, Nyoman Semadi Antara*
7. Analisis Perencanaan Sumber Daya Manusia di PT Aerofood Acs Unit Denpasar .65-76  
*Sangiang Ruth, I Ketut Satriawan\*, Cokorda Anom Bayu Sadyasmara*
8. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Pemlastis terhadap Bioplastik Glukomanan.....75-84  
*Aditya Nandika A.J, Bambang Admadi Harsojuwono \*, I Wayan Arnata*
9. Pengaruh Suhu Awal dan Waktu Infusi terhadap Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Ekstrak Minuman Herbal Daun Kopi Robusta .....85-98  
*Luh Gede Mening Lestari, Nyoman Semadi Antara\*, Ni Putu Suwariani*
10. Karakteristik Komposit Bioplastik dalam Variasi Rasio Maizena-Glukomanan dan Jenis Pemlastis ..... 99-108

*I Pt Cahya Wisnawa P, Bambang Admadi Harsojuwono\**

11. Kandungan Senyawa Bioaktif Teh Herbal Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) pada Perlakuan Suhu Pengeringan dan Ukuran Partikel..... 109-118  
*Luh Kurnia Dwi Indriyani, Luh Putu Wrasiasi\*, Lutfi Suhendra*
12. Isolasi dan Karakterisasi Jamur Pelapuk Putih Pendegradasi Lignin dari Limbah Cair Pulp dan Kayu Lapuk Eukaliptus (*Eucalyptus* sp). ..... 119-129  
*Ida R Hasibuan, Nyoman Semadi Antara\*, I M. Mahaputra Wijaya*
13. Karakteristik Enkapsulat Teh Instan Daun Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth.) pada Perlakuan Penambahan Emulsifier Tween 80 ..... 130-140  
*Emita Dwi Cahyana, Luh Putu Wrasiasi\*, Lutfi Suhendra*
14. Uji Angka Lempeng Total dan Kontaminan Koliform pada Susu Kedelai Bermerek yang Beredar di Kota Denpasar ..... 141-148  
*Michael Jordi Theofanny, Ida Bagus Wayan Gunam\*, Ni Putu Suwariani*
15. Analisis Faktor yang Mempengaruhi Keputusan Pembelian Produk Kopi Kapal Api Sachet di Kota Denpasar ..... 149-156  
*Dhea Novratena, Amna Hartiati\*, I Wayan Gede Sedana Yoga*

Isolasi dan Karakterisasi Jamur Pelapuk Putih Pendegradasi Lignin dari Limbah Cair  
Pulp dan Kayu Lapuk Eukaliptus (*Eucalyptus* sp)  
*Isolation and Characterization of Lignin-Degrading White Rot Fungi from Eucalyptus Pulp Liquid  
Waste and Weathered Eucalyptus Wood (Eucalyptus sp)*

**Ida R Hasibuan, Nyoman Semadi Antara\*, I M. Mahaputra Wijaya**

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit  
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 25 November 2020 / Disetujui 20 Januari 2021

**ABSTRACT**

*Lignin is an organic polymer compound that is difficult to degrade in the environment because of its very complex structure consisting of an aromatic ring group and three carbons in the side chain. This exploratory study aims to determine whether white rot fungi isolated from wastewater from eucalypt pulp and weathered wood are lignolytic and the ability of the isolates to degrade tannins as an approach in the lignin degradation process. The experimental design is divided into two stages, namely: 1) Isolation of fungi that have the ability to degrade tannins quantitatively and qualitatively as well as characterization of fungi morphologically (macroscopic and microscopic). 2) Testing the ability of superior white rot fungus isolates in degrading tannins at concentrations of 0.5%, 1%, 1.5% and 2% of tannins. The brown zone formed in white rot fungal isolates was measured the zone diameter and intensity of the brown color. The results of this study indicate that of the 29 isolates obtained, there were five superior isolates capable of degrading tannins, namely isolates LD06, LD07, BE01.3, BE01.4 and BE02.2. BE01.3 was isolated at 2% tannin concentration, the second largest diameter of the brown zone after LD06 isolate and the highest brown color intensity level three with a slightly dark brown color intensity, namely slightly blackish brown.*

**Keywords:** *Isolation, characterization, white rot fungi, tannins, lignin degradation*

**ABSTRAK**

Lignin merupakan senyawa polimer organik yang sulit terdegradasi di lingkungan karena strukturnya yang sangat kompleks yang terdiri dari gugus cincin aromatik dan tiga karbon pada rantai samping. Penelitian eksplorasi ini bertujuan untuk mengetahui apakah jamur pelapuk putih hasil isolasi dari limbah cair pulp dan kayu lapuk eukaliptus bersifat lignolitik dan kemampuan isolat dalam mendegradasi tanin sebagai pendekatan dalam proses degradasi lignin. Rancangan percobaan dibagi menjadi dua tahap, yaitu: 1) Isolasi jamur yang memiliki kemampuan mendegradasi tanin secara kuantitatif dan kualitatif serta karakterisasi jamur secara morfologis (makroskopis dan mikroskopis). 2) Menguji kemampuan isolat jamur pelapuk putih unggul dalam mendegradasi tanin pada konsentrasi tanin 0,5%, 1%, 1,5% dan 2%. Zona coklat yang terbentuk pada isolat jamur pelapuk putih diukur diameter zona dan intensitas warna coklat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari 29 isolat yang diperoleh, terdapat lima isolat unggul yang mampu mendegradasi tanin, yaitu isolat LD06, LD07, BE01.3, BE01.4 dan BE02.2. Isolat yang mampu mendegradasi tanin tertinggi diisolasi BE01.3 yaitu pada konsentrasi tanin 2%, diameter zona coklat terbesar kedua setelah isolat LD06 dan intensitas warna coklat tertinggi pada tingkat tiga dengan intensitas warna coklat yang agak gelap yaitu coklat sedikit kehitaman.

**Kata kunci:** Isolasi, karakterisasi, fungi pelapuk putih, tanin, degradasi lignin

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: semadi.antara@unud.ac.id

## PENDAHULUAN

Eukaliptus adalah sumber serat pendek paling umum untuk membuat bubur kayu (*pulp*). Menurut Nanko *et al.* (2005) jenis eukaliptus yang paling sering digunakan dalam pembuatan kertas adalah *Eucalyptus globulus* di daerah beriklim dan pada daerah tropis *Eucalyptus urophylla* dan *Eucalyptus grandis hybrid*. Panjang serat eukaliptus relatif pendek dan seragam dengan kekasaran rendah dibandingkan dengan kayu keras lainnya yang biasa digunakan sebagai kayu pulp.

Industri pulp dan kertas di Indonesia meningkat pesat dari tahun ke tahun dapat dilihat dari peringkat dunia yang diraih Indonesia yaitu peringkat ke-6 untuk produksi kertas dan peringkat ke-9 untuk produksi pulp (Kemenperin, 2016). Industri pulp dan kertas tidak hanya menghasilkan kertas dan pulp saja tetapi juga limbah yang berpotensi dalam mencemari lingkungan. Limbah yang dihasilkan berasal dari setiap tahapan proses produksi pulp dan kertas. Limbah hasil produksi pulp dan kertas dapat berupa limbah gas, padat dan cair.

Limbah cair hasil produksi pulp yang dihasilkan berasal dari hasil pemasakan, pencucian dan pemutihan pulp. Limbah cair yang dihasilkan mengandung partikel kayu, serat, pigmen, senyawa organik koloid terlarut berupa hemiselulosa, gula, alkohol, lignin, pati dan zat sintesis yang menghasilkan *Biological Oxygen Demand* (BOD) tinggi dan bahan anorganik seperti NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dan klorin (Rini, 2002).

Delignifikasi merupakan salah satu tahapan proses produksi pulp dan reaksi utama yang diharapkan dalam proses *pulping*. Tahapan ini bertujuan untuk memisahkan struktur lignin yang masih tersisa dalam pulp dengan menggunakan bahan kimia atau senyawa klorin dioksida (ClO<sub>2</sub>) (Silaban *et al.*, 2015). Penambahan bahan kimia ClO<sub>2</sub> dapat memperparah kerusakan lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Penambahan bahan kimia tersebut dapat dikurangi dengan cara delignifikasi secara alami atau

biodelignifikasi dengan menggunakan mikroorganisme.

Jamur adalah salah satu mikroorganisme yang memiliki potensi dalam mendegradasi lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan oleh industri pulp dan kertas yang digunakan pada proses delignifikasi yaitu pada pembuatan pulp (Biopulping) (Silaban *et al.*, 2015). Jamur yang digunakan pada teknik biodelignifikasi merupakan jamur yang termasuk dalam kelompok *white rot* dimana jamur ini memiliki potensi yang besar dalam biodelignifikasi dikarenakan jamur pada kelompok ini menghasilkan enzim lignolitik yang dapat mendegradasi lignin. Teknik biodelignifikasi dapat diaplikasikan sebagai pengganti teknik sulfat dalam proses *pulping* yang dilakukan pada pabrik kertas dan pulp (Valencia dan Meitiniarti, 2017).

Jamur pelapuk putih memiliki kemampuan mendegradasi lignin yang tinggi dengan sedikit mengakibatkan kehilangan selulosa (Risdiyanto *et al.*, 2007). Jamur ini merupakan mikroorganisme dari kelas *Basidiomycetes* yang mampu mendegradasi lignin pada proses pelapukan kayu. 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.

Potensi lignolitik suatu isolat jamur dapat diketahui melalui uji Bavendam, disebut uji Bavendam karena uji reaksi oksidasi dengan menggunakan media Potato Dextrose Agar (PDA) yang mengandung asam galat ataupun tanin dilakukan pertama kali oleh Bavendam pada tahun 1982 terhadap cendawa penyebab busuk pada pangkal pada tanaman berkayu (Rosa *et al.*, 2013). Pada uji Bavendam menggunakan tanin sebagai dikarena tanin memiliki struktur molekul yang mirip dengan struktur molekul lignin (Amrullah *et al.*, 2013). Jamur dapat dikategorikan sebagai jamur pelapuk putih apabila dalam uji Bavendam terdapat endapan coklat pada isolat jamur. Endapan warna coklat yang terbentuk merupakan indikasi dari



adanya aktifitas fenol oksidase sehingga fungsi dikategorikan sebagai fungi pelapuk putih (Amrullah *et al.*, 2013).

Berdasarkan permasalahan diatas maka akan dilakukan penelitian sebagai langkah awal untuk mengetahui isolat jamur pelapuk putih dan kemampuan dalam mendegradasi lignin dari material limbah cair pulp dan kayu lapuk eukaliptus sehingga dapat dimanfaatkan dalam industri pulp dan kertas pada proses biodelignifikasi. Penelitian ini merupakan penelitian eksplorasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi jamur pelapuk putih pendegradasi lignin dari limbah cair pulp dan kayu lapuk eukaliptus (*Eucalyptus sp.*).

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioindustri dan Lingkungan, Laboratorium Mikrobiologi Pangan, dan Laboratorium Analisis Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana dari bulan Juli sampai September 2020.

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair pulp dari salah satu perusahaan pulp di Medan, Sumatera Utara dan kayu lapuk eukaliptus (*Eucalyptus sp.*). Bahan pendukung yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari aquades, NaCl (Merck), tanin (Merck), dextrosa (Lihua Starch), agar powder (Himedia), kloramfenikol (Chloramphenicol Pharos), *Potato Dextrose Agar* (PDA) (Merck), kentang, aluminium foil, kapas dan kertas label.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol duran, tabung reaksi (Pirex-Iwaki), cawan petri (Pirex-Iwaki), erlenmeyer, gelas ukur, gelas beaker (Pirex-Iwaki), timbangan analitik (Camry), *autoclave* (Daihan Sceintific), *laminar air flow* (Wina Air flow), *vortex* (Thermo Sceintific), inkubator (Memmert), mikroskop (Pudak), ose bulat (Usbeck), ose lurus, batang pengaduk,

sendok tanduk, rak tabung, bunsen, pipet tetes, dan *hand sprayer*.

### Tahapan Penelitian

Penelitian dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama yaitu, mengisolasi jamur yang memiliki kemampuan mendegradasi lignin secara kuantitatif dan karakterisasi jamur secara morfologi (makroskopis dan mikroskopis). Tahap kedua yaitu, menguji kemampuan lignolitik dari isolat jamur yang unggul. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan dibahas secara deskriptif.

### Pengambilan Sampel

Limbah cair pulp diambil dari 3 tempat pada pengolahan limbah pabrik pulp di salah satu pabrik pulp di Medan, yaitu pada tempat penampungan pertama limbah dibuang (*Primary Tank*), proses penambahan bakteri dan aerasi (*Deep Tank*) dan tempat penampungan akhir air limbah (*Secondary Tank*) dan untuk sampel kayu lapuk eukaliptus dilakukan diareal kampus JA Fakultas Teknologi Pertanian, Udayana.

### Persiapan Sumber Isolat

Persiapan sumber isolat dilakukan dengan mensuspensikan 10 ml limbah cair pulp ke dalam 90 ml aquades steril, lalu dikocok untuk memperoleh seri pengenceran  $10^{-1}$ . Seri pengenceran dilakukan sampai dengan  $10^{-8}$  menggunakan larutan garam fisiologis steril dalam tabung reaksi terpisah. Suspensi yang telah diencerkan ini digunakan sebagai sumber isolat jamur pelapuk putih. Sampel kayu eukaliptus diambil secara aseptik dari pangkal batang eukaliptus yang sudah lapuk dan selanjutnya dibawa ke dalam laboratorium. Sampel kemudian dipotong menjadi ukuran  $0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm}$ . Sampel yang telah dipotong digunakan sebagai sumber isolat jamur pelapuk putih.

### Pembuatan Media

Media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dibuat dari 200 gram kentang, 10 gram dektrosa, dan 20 gram agar serta 1 tablet kloramfenikol untuk mencegah pertumbuhan bakteri dilarutkan dalam 1 liter aquades steril.

Larutan PDA tersebut ditambah dengan tanin 1% dari jumlah larutan PDA yang digunakan (Rao, 1982). Larutan tersebut kemudian dipanaskan di atas magnetik stirer selama 15 menit dan disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan tekanan 1 atm pada suhu 121 °C.

### Isolasi Jamur Pelapuk Putih

Isolasi jamur pelapuk putih dilakukan dari air limbah cair pulp dan lapukan batang kayu *Eucalyptus*. Dari seri pengenceran limbah cair pulp  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$  dan  $10^{-7}$  masing-masing diambil 0,1 mL dengan mikropipet dan disebar pada media PDA. Isolasi dilakukan di atas media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang telah dimodifikasi (komposisi dextrose 50% dari standar) dan dengan penambahan tanin 1,0% dari jumlah larutan PDA yang digunakan (Rao, 1982). Inkubasi selama 3–7 hari pada suhu 28 °C.

Sampel kayu lapuk eukaliptus yang telah dipotong dengan ukuran 0,5 cm×0,5 cm kemudian ditaruh di atas media PDA yang telah dimodifikasi sama halnya seperti media yang digunakan pada media isolasi jamur pelapuk putih dari air limbah cair pulp. Pembentukan zona berwarna coklat disekitar koloni jamur merupakan indikasi bahwa koloni tersebut mampu mendegradasi tanin.

### Pemurnian Isolat

Isolasi jamur menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan diinkubasi selama 4–7 hari pada suhu ruang dan steril untuk menjaga agar isolat jamur tidak terkontaminasi. Isolat jamur pelapuk putih yang diisolasi dari batang kayu lapuk eukaliptus dan air limbah cair pulp kemudian diinokulasi dengan metode gores di atas media PDA. Setelah diinkubasi, diamati koloni jamur sampai setiap cawan petri terdiri dari satu koloni jamur pelapuk putih. Koloni jamur pelapuk putih yang sudah dimurnikan kemudian, dipindahkan ke tabung reaksi yang berisi medium PDA miring dan disimpan sebagai stok kultur untuk persiapan uji selanjutnya (Ujiani, 2009).

### Skrining Jamur Pelapuk Putih

Skrining jamur pelapuk putih menggunakan uji Bavendam, disebut uji Bavendam karena uji reaksi oksidasi dengan menggunakan media PDA yang mengandung asam galat ataupun tanin yang dilakukan pertama kali oleh Bavendam pada tahun 1928 terhadap cendawan penyebab busuk pangkal pada tumbuhan berkayu. Metode uji ini sangat sederhana, mudah, cepat dan akurat (Rosa *et al.*, 2013). Semua isolat jamur pelapuk putih yang diperoleh dari hasil isolasi kemudian diuji Bavendam, untuk menentukan isolat unggul. Isolat dapat dikatakan unggul apabila memiliki ukuran diameter terpanjang dari isolat lainnya dan intensitas warna coklat yang terbentuk lebih gelap sampai pada tingkat warna coklat kehitaman.

Pemilihan isolat terbaik dilakukan dengan cara perangkingan dari ukuran diameter zona coklat terpanjang dan intensitas warna coklat tertinggi. Isolat jamur dengan rangking teratas dipilih sebagai isolat yang terbaik dan dilakukan pengujian kemampuan degradasi lignolitiknya. Pembentukan endapan coklat pada isolat jamur merupakan hasil sekresi enzim lignolitik oleh karena kemampuan isolat jamur dalam menggunakan tanin sebagai sumber karbon, dan diasumsikan sebagai hasil dari aktifitas polifenol menjadi kuinon yang menghasilkan polimer yang berwarna gelap (Silaban *et al.*, 2015).

### Karakterisasi Isolat Jamur

Karakterisasi isolat jamur dilakukan secara makroskopik terlebih dahulu dengan melihat diameter zona coklat isolat. Pengamatan makroskopis isolat jamur berdasarkan warna dan permukaan koloni (granular; seperti tepung; menggunung; licin; ada atau tidak tetes-tetes eksudat) Pengamatan selanjutnya dengan mikroskopik dilakukan pada isolat jamur yang ditumbuhkan dengan teknik *slide culture* (Silawati, 2013). Metode *slide culture* dilakukan dengan alat dan bahan yang terdiri dari gelas objek, batang penahan gelas objek, gelas penutup dan kapas yang telah disterilkan sebelumnya. Media ditetaskan secukupnya pada gelas objek kemudian jamur dititikan pada medium.

Gelas objek ditutup dengan gelas penutup dan diletakkan didalam cawan petri yang diberi kapas dan diberi batang gelas sebagai penahan. Kapas ditetesi sedikit akuades steril dan diletakkan pada bagian kiri kanan gelas objek dalam cawan petri untuk menjaga kelembaban di dalam cawan petri. Cawan petri kemudian dibungkus kertas dan diinkubasi selama 3–5 hari. Identifikasi jamur didasarkan pada karakter morfologi isolat jamur dibandingkan dengan buku acuan berjudul *Morphology and Taxonomy of Fungi* (Bessey, 1950).

### **Uji Kemampuan Lignolitik Isolat Jamur Pelapuk Putih pada Tanin**

Uji kemampuan lignolitik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan isolat jamur dalam mendegradasi lignin. Dua puluh sembilan isolat jamur yang diperoleh, diuji kemampuan lignolitiknya pada medium selektif pendegradasi lignin dengan uji Bavendam. Isolat jamur pelapuk putih diuji kemampuan degradasi tanin secara kualitatif, yaitu berdasarkan atas luas pembentukan zona warna coklat dengan cara menginokulasi isolat dalam media PDA dengan penambahan tanin 0,5% dari jumlah media PDA yang digunakan.

Setelah diinkubasi, diamati zona warna coklat dan diameter koloni serta intensitas warna coklat yang terbentuk, kemudian dilakukan perangkian dengan mengukur diameter zona coklat untuk memilih beberapa koloni unggul. Pengujian kemampuan lignolitik menggunakan medium selektif yaitu media PDA yang dimodifikasi dengan penambahan tanin dengan konsentrasi yang berbeda yaitu 0,5 %, 1%, 1,5% dan 2%. Tanin dalam penelitian ini digunakan sebagai pendekatan dalam proses degradasi lignin, karena tanin memiliki struktur molekul yang hampir sama dengan struktur molekul lignin.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Isolat Jamur Pelapuk Putih**

Jumlah isolat jamur yang berhasil diisolasi secara keseluruhan adalah 29 isolat, yang terdiri dari tujuh isolat jamur diperoleh dari limbah *deep tank*, lima isolat dari limbah *primary tank*, lima isolat dari limbah *secondary tank* dan 12 isolat dari batang kayu lapuk eukaliptus. Masing-masing isolat kemudian diberi nama sesuai dengan huruf awal atau singkatan dari sumber substratnya yaitu limbah *deep tank* (LD), Limbah *primary tank* (LP), Limbah *secondary tank* (LS) dan batang kayu lapuk eukaliptus). Dua puluh sembilan isolat yang diperoleh diberi kode isolat LD01, LD02, LD03, LD04, LD05, LD06, LD07, LP01, LP02, LP03, LP04, LP05, LS01, LS02, LS03, LS04, LS05, BE01.1, BE01.2, BE01.3, BE01.4, BE02.1, BE02.2, BE02.3, BE02.4, BE02.5, BE03.1, BE03.2 dan BE03.3. Dari 29 isolat jamur didapatkan lima isolat unggul.

### **Morfologi Makroskopik Isolat Jamur Pelapuk Putih**

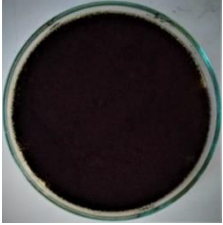
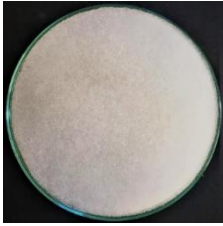



Adapun pengamatan makroskopik morfologi kelima isolat unggul yang diisolasi dari limbah cair pulp dan batang kayu lapuk eukaliptus dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui kelima isolat jamur unggul yang diisolasi dari limbah cair pulp dan kayu lapuk eukaliptus memiliki morfologi yang beragam dan ada juga isolat yang serupa dilihat dari segi warna dan bentuk permukaan koloni, yaitu pada isolat jamur yang berasal dari limbah cair pulp (LD07) dan isolat jamur yang berasal dari batang kayu lapuk eukaliptus (BE01.3) yang memiliki warna koloni putih dan bentuk permukaan koloni menggunung seperti kapas. Walaupun bahan yang diisolasi berasal dari sumber yang berbeda, isolat jamur pelapuk putih memiliki morfologi yang serupa.

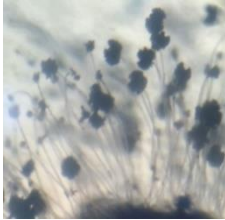


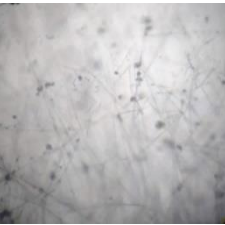
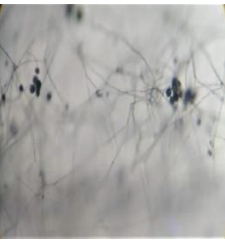
### **Morfologi Mikroskopik Jamur Pelapuk Putih**

Adapun pengamatan mikroskopik morfologi kelima isolat unggul yang diisolasi dari limbah cair pulp dan batang kayu lapuk eukaliptus dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 1. Morfologi makroskopik lima isolat jamur yang unggul

Isolat Jamur	Gambar Isolat	Jenis Pengamatan	
		Warna Koloni	Bentuk Permukaan Koloni
LD06		Hitam Pekat	Merata dan berbutir
LD07		Putih	Menggunung seperti kapas
BE01.3		Putih	Menggunung seperti kapas
BE01.4		Putih Kehijauan	Merata dan bersekat
BE02.2		Putih Kehijauan	Merata dan bersekat

Tabel 2. Morfologi mikroskopik lima isolat jamur yang unggul

Isolat Jamur	Gambar	Bentuk hifa dan spora	Genus Jamur
LD06		Hifa bersepta dan konidia berwarna hitam dan bulat	Isolat LD06 digolongkan dalam genus <i>Aspergillus</i> dilihat dari hifa yang bersepta dan sporanya berbentuk bulat dan diproduksi secara tunggal.
LD07		Hifa bersepta dan memiliki banyak cabang	Secara mikroskopik isolat LD07 digolongkan dalam genus <i>Phanerochaete</i> dimana isolat ini memiliki hifa bersepta, memiliki <i>clam connection</i> , sporanya diproduksi tunggal dan mengelompok pada bagian ujung hifa, hal ini sesuai dengan pernyataan dari Zmitrovich <i>et al.</i> (2006).
BE01.3		Hifa tidak bersepta	Secara mikroskopik isolat BE01.3 digolongkan dalam genus <i>Exidia</i> dikarenakan isolat ini memiliki hifa tidak bersepta dan memiliki <i>clam connection</i> (sambungan apit) yang merupakan ciri-ciri dari basidiomycetes yang bertujuan memiliki inti sel dalam proses perkembangan hifa (Thompson and Gloria, 1965).
BE01.4		Hifa bersepta dan konidia berbentuk bulat	Secara mikroskopik isolat BE02.2 digolongkan dalam genus <i>Phanerochaete</i> dimana isolat ini memiliki hifa bersekat (septa), memiliki <i>clam connection</i> , sporanya diproduksi tunggal dan mengelompok pada bagian ujung hifa, hal ini sesuai dengan pernyataan dari Zmitrovich <i>et al.</i> (2006).
BE02.2		Hifa bersepta dan konidia berbentuk bulat	Dilihat dari ciri hifa dan sporanya isolat BE02.2 digolongkan dalam genus <i>Phanerochaete</i> dimana isolat ini memiliki hifa bersekat (septa), memiliki <i>clam connection</i> , sporanya diproduksi tunggal dan mengelompok pada bagian ujung hifa, hal ini sesuai dengan pernyataan dari Zmitrovich <i>et al.</i> (2006).

### Kemampuan Lignolitik Jamur Pelapuk Putih

Uji kemampuan lignolitik bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan isolat jamur dalam mendegradasi lignin. Semua isolat jamur yang diperoleh, diuji kemampuan lignolitiknya pada medium selektif pendegradasi lignin dengan uji

Bavendam. Uji Bavendam menggunakan tanin sebagai pendekatan dalam proses degradasi lignin. Reaksi positif uji Bavendam diperoleh dengan cara melihat ada tidaknya endapan coklat pada media di sekitar koloni yang menunjukkan bahwa jamur tersebut dapat mendegradasi asam tanin sesuai dengan penelitian Musa (2011) apabila pada medianya

terbentuk endapan coklat artinya jamur tersebut bisa mengoksidasi tanin menjadi kuinon sehingga jamur ini bisa dikelompokkan ke dalam jamur pelapuk putih. Lima isolat unggul yang telah didapat dari hasil uji Bavendam kemudian diuji kemampuan lignolitiknya dengan menginokulasikan isolat jamur kedalam media PDA dengan

penambahan tanin dengan konsentrasi yang berbeda.

Zona coklat yang terbentuk pada kelima isolat kemudian diukur diameternya. Selain pengukuran diameter zona coklat diamati juga intensitas warna zona coklat masing-masing isolat. Hasil pengukuran diameter zona coklat dan intensitas warna pada kelima isolat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji kemampuan lignolitik berdasarkan konsentrasi tanin

Konsentrasi Tanin		Kode Isolat				
		LD06	LD07	BE01.3	BE01.4	BE02.2
Tanpa Tanin (0%)	Diameter zona coklat	–	–	–	–	–
	Intensitas warna zona coklat	–	–	–	–	–
Tanin 0,5%	Diameter zona coklat	9,5 cm	4 cm	3 cm	2,5 cm	2,8 cm
	Intensitas warna zona coklat	++	++++	++++	++++	++++
Tanin 1%	Diameter zona coklat	9,5 cm	2,3 cm	2,5 cm	2 cm	2,5 cm
	Intensitas warna zona coklat	++	+++	++++	++++	+++
Tanin 1,5%	Diameter zona coklat	9,5 cm	2 cm	2 cm	1,8 cm	1,5 cm
	Intensitas warna zona coklat	+	+++	+++	+++	+++
Tanin 2%	Diameter zona coklat	9,5 cm	0,8 cm	2 cm	1,8 cm	1,5 cm
	Intensitas warna zona coklat	+	+	+++	++	++

Keterangan :  
 ++++ = coklat kehitaman  
 +++ = coklat sedikit kehitaman  
 ++ = coklat  
 + = coklat muda

Berdasarkan Tabel 3 yang menunjukkan kemampuan lignolitik jamur pelapuk putih berdasarkan konsentrasi tanin, dapat diketahui bahwa setiap isolat jamur pelapuk putih unggul mampu mendegradasi tanin dengan konsentrasi yang berbeda dapat dilihat dari diameter zona coklat dan intensitas warna coklat yang terbentuk pada koloni jamur.

Hal ini sesuai dengan penelitian Musa *et al.* (2011) yaitu apabila media yang tidak terbentuk endapan warna coklat berarti jamur tersebut tidak bisa mendegradasi tanin,

sebaliknya apabila terbentuk endapan warna coklat pada media artinya jamur tersebut bisa mengoksidasi tanin sehingga jamur ini bisa dikelompokkan kedalam jamur pelapuk putih. Pembentukan endapan coklat merupakan hasil sekresi enzim lignolitik oleh karena kemampuan isolat jamur dalam menggunakan tanin sebagai sumber karbon, dan diasumsikan sebagai hasil dari aktifitas polifenol menjadi kuinon yang menghasilkan polimer yang gelap (Prayudyansih *et al.*, 2007).

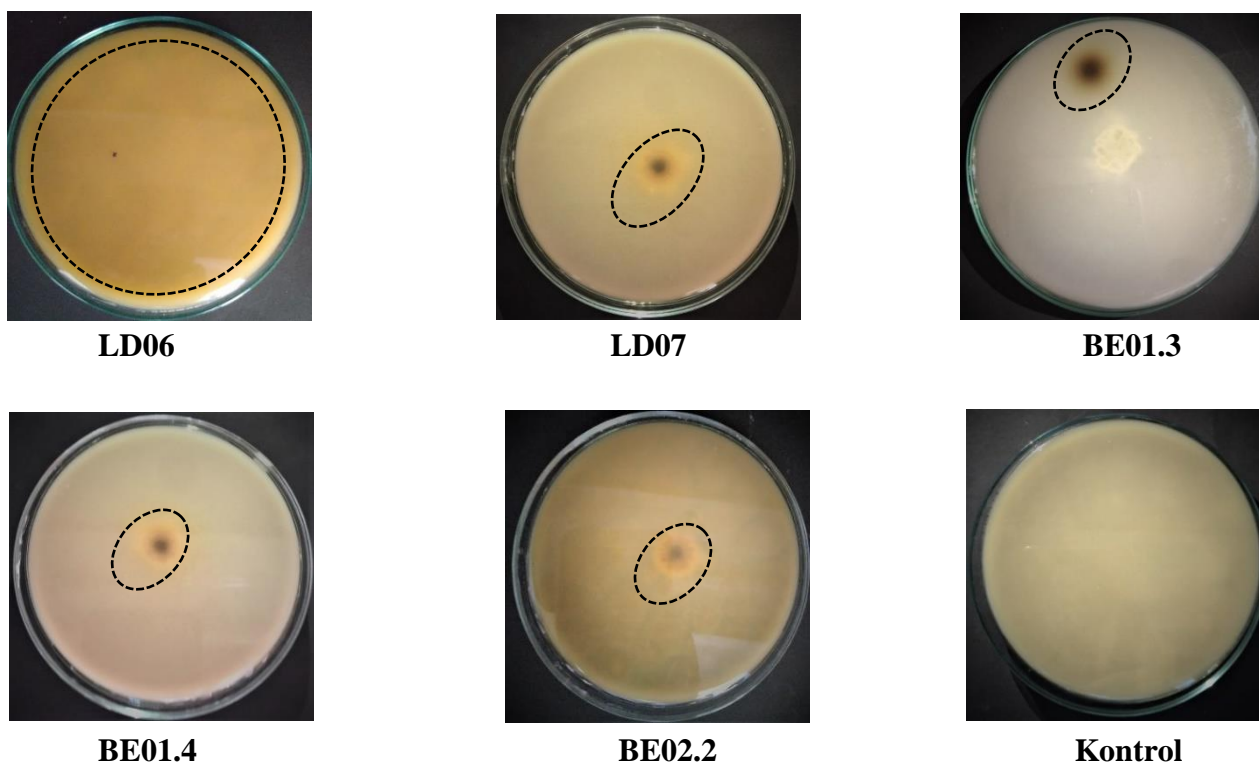
Pada konsentrasi tanin 0% atau tanpa tanin semua isolat jamur tidak membentuk

endapan warna coklat. Tidak terbentuknya endapan warna coklat dikarenakan, tidak ada penambahan tanin pada media inokulasi isolat jamur. Pada konsentrasi tanin 0,5% isolat dengan ukuran diameter zona coklat terpanjang adalah isolat LD06 dengan ukuran diameter zona 9,5 cm dan empat isolat dengan intensitas warna coklat tertinggi yaitu pada tingkat ++++ dengan intensitas warna coklat yang terbentuk lebih gelap yaitu coklat kehitaman. Keempat isolat tersebut ialah isolat LD07, BE01.3, BE01.4 dan BE02.2 dengan ukuran diameter zona warna coklat yang berbeda.

Pada konsentrasi tanin 1% isolat dengan ukuran diameter zona coklat terpanjang adalah isolat LD06 dengan ukuran diameter zona 9,5 cm dan isolat dengan intensitas warna coklat tertinggi adalah isolat BE01.3 dan BE01.4 yaitu pada tingkat ++++ dengan intensitas warna coklat yang terbentuk

lebih gelap yaitu coklat kehitaman. Kedua isolat tersebut memiliki ukuran diameter zona coklat yang berbeda.

Pada konsentrasi tanin 1,5%, isolat dengan ukuran diameter zona coklat terpanjang adalah isolat LD06 dengan ukuran diameter zona 9,5 cm dan empat isolat dengan intensitas warna coklat tertinggi yaitu isolat LD07, BE01.3, BE01.4 dan BE02.2 pada tingkat +++ dengan intensitas warna coklat yang terbentuk agak gelap yaitu coklat sedikit kehitaman. Keempat isolat tersebut memiliki ukuran diameter zona coklat yang berbeda. Pada konsentrasi tanin 2% isolat dengan ukuran diameter zona coklat terpanjang adalah isolat LD06 yaitu ukuran diameter zona 9,5 cm dan isolat dengan intensitas warna coklat tertinggi yaitu isolat BE01.3 pada tingkat +++ dengan intensitas warna coklat yang agak gelap yaitu coklat sedikit kehitaman.



Gambar 1. Uji kemampuan lignolitik dengan penambahan konsentrasi tanin 1%

Pembentukan zona coklat pada media inokulasi isolat jamur disebabkan karena adanya reaksi pengoksidasian fenol yang terdapat pada media oleh jamur dengan bantuan enzim fenol oksidase. Jamur akan

mengeluarkan enzim–enzim tertentu seperti enzim lignin peroksidase (LiP), mangan peroksidase (MnP) dan lakase 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 jamur pelapuk putih.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat penulis ambil dari hasil penelitian ini yaitu;

1. Isolat yang berhasil diisolasi dari limbah cair pulp dan kayu lapuk eukaliptus sebanyak 29 isolat dan isolat jamur yang diperoleh terdapat lima isolat unggul yaitu isolat LD06, LD07, BE01.3, BE01.4 dan BE02.2.
2. Hasil Karakterisasi lima isolat jamur pelapuk putih didapatkan genus jamur *Aspergillus* (LD06), *Phanerochaete* (LD07, BE01.4 dan BE02.2) dan *Exidia* (BE01.3) dimana genusnya termasuk dalam kelas Basidiomycota.
3. Isolat yang mampu mendegradasi lignin tertinggi adalah isolat BE01.3 dimana pada konsentrasi tanin 2% (dalam lampiran 4), diameter zona coklatnya merupakan diameter terbesar kedua setelah isolat LD06 dan intensitas warna coklat tertinggi yaitu pada tingkat +++ dengan intensitas warna coklat yang agak gelap yaitu coklat sedikit kehitaman.

### Saran

Saran yang dapat penulis sampaikan terkait penelitian ini yaitu sebaiknya dilakukan penelitian uji lebih lanjut pada material lignoselulosa misalnya serbuk kayu atau pada lignin murni.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, M., N..H. Nawir., A. Abdullah., dan E. Tambaru. 2013. Isolasi jamur mikroskopik pendegradasi lignin dari beberapa substrat alami. *Jurnal Alam dan Lingkungan*. 4(7) ISSN 1693–3591.
- Bessey, E. 1950. *Morphology and Taxonomy of Fungi* (1st ed). Vikas Publishing

House PVT Ltd. New Delhi.

Jamila., Ismayanto., A, Natsir., dan T, Kuswinanti. 2015. Biodegradasi lignin, selulosa dan hemiselulosa oleh jamur pelapuk putih. *Jurnal UNHAS*. 1(1): 1–10.

Jaya, P.G.P., E.B.M, Siregar., dan M, Anna. 2014. Uji potensi fungsi pelapuk putih pada kayu karet lapuk (*Hevea Brasilliensis Muell.arg*) sebagai pendegradasi lignin. *Peronema Forestry Science Journal*. 4(2): 1–7.

Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. 2016. *Industri Pulp dan Kertas Berpotensi Tumbuh Signifikan*. Kementrian Perindustrian Republik Indonesia. Jakarta.

Kuo, M. 2007. *Exidia glandulosa* (Internet). [Diakses 10 Oktober 2020]. Available From [:https://www.mushroomexpert.com/exidia\\_glandulosa.html](https://www.mushroomexpert.com/exidia_glandulosa.html).

Moreira, M.T., C.Viacava., and G. Vidal. 2004. Fed–batch decolorization of poly r–478 by *Trametes Versicolor*. *Brazilian Archives of biology and technology*. 47(2): 179–183.

Musa, B., B.M.S. Edy., dan A. Nelly. 2011. *Identifikasi Fungi Pelapuk Jaringan Kayu Mati yang Berperan Pada Proses Bidelignifikasi di Taman Hutan Raya Bukit Barisan Kabupaten Karo*. Laporan Penelitian (tidak dipublikasikan). Medan : Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Prasetya, B. 2005. *Mencermati Proses Pelapukan Biomassa untuk Pengembangan Proses dan Produk Ramah Lingkungan (White Biotechnology)*. Jakarta : Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.



- Prayudyaningsih, dkk. 2007. Jamur pendegradasi lignin pada serasah eboni (*Diospyros celebica Bakh.*). Prosiding Ekspose : 81–88.
- Rao, N.S S. 1982. *Biofertilizer in Agroculture*. Oxford & IBH Pulp. CO. New Delhi
- Rao, N. 1982. *Biofertilizer in Agroculture*. Oxford & IBH Pulp CO. New Delhi.
- Rini, D.S. 2002. Minimasi Limbah dalam Industri Pulp and Paper (Internet). [Diakses 10 Oktober 2020]. Available From: [http://www.terranet.or.id/tulisan\\_detil\\_php\\_id=1036](http://www.terranet.or.id/tulisan_detil_php_id=1036).
- Risdianto, S.H., W, Suhardi., Niloperbowo., dan T, Setiadi. 2008. Produksi lakase dan potensi aplikasinya dalam proses pemutihan pulp. *Berita Selulosa*. 43(1): 1–10.
- Rosa, Y., L.A. Manaf., I. Sudirman., dan F. Hazra. 2013. Telaah fisiologi *lentinus sp.* Dengan reaksi oksidasi pada medium agar asam galat, agar asam tanin dan agar tirosin. *Jurnal Penelitian Sains*. 16(1): 1–6
- Silaban, G.O., E.B.M, Siregar., dan L, Hakim. 2015. Uji potensi fungi pelapuk putih asal batang kayu eukaliptus (*Eucalyptus grandis*) sebagai pendegradasi lignin. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 1(1): 1–6.
- Silawati, O. 2013. Pembuatan *Slide Culture* (Internet). [Diakses 04 Desember 2019]. Available From :<https://www.scribd.com/doc/191394145/SLIDE-KULTUR-docx>.
- Subowo, Y.B. 2009. Isolasi dan seleksi jamur aphylophorales pengurai lignin di Hutan Bukit Bangkirai, Kalimantan Timur. *Jurnal Berita Biolog*. 9(6): 1–8.
- Thompson, A., and L. Gloria. 1965. *Laboratory Manual of Tropical Mycology and Elementary Bacterology*. University of Malaya Press. Kuala Lumpur.
- Ujiani, Z.D. 2009. Identifikasi Jamur Pendegradasi Lignin pada Serasah *Bitti Vitex cofassus Reinw.* dari Kabupaten Bulukumba. Skripsi (Tidak Dipublikasikan). Makassar: Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin.
- Valencia, P.E., dan V.I. Meitiniarti. 2017. Isolasi dan karakterisasi jamur ligninolitik serta perbandingan kemampuannya dalam biodelignifikasi. *Scripta Biologica*. 4(3): 171–175.
- Zmitrovich, I. V., V.F. Malysheva., and W.A.A. Spirin. 2006. New morphological arrangement of the *Polyporales I. Phanerochaetinae*. *Mycena*. 6(1): 4–56.