



UNIVERSITAS INDONESIA

**VARIASI KOMPOSISI DAN SUMBER NUTRISI BAGI MISELIUM PADA PROSES
PELAPUKAN PELEPAH KELAPA SAWIT UNTUK MENDEGRADASI LIGNIN
DENGAN *Pleurotus ostreatus***

SKRIPSI

NADIA CHRISAYU NATASHA

0806460534

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JANUARI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**VARIASI KOMPOSISI DAN SUMBER NUTRISI BAGI MISELIUM PADA PROSES
PELAPUKAN PELEPAH KELAPA SAWIT UNTUK MENDEGRADASI LIGNIN
DENGAN *Pleurotus ostreatus***

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

NADIA CHRISAYU NATASHA

0806460534

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
DEPOK
JANUARI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Nadia Chrisayu Natasha

NPM : 0806460534

Tanda Tangan : 

Tanggal : 24 Januari 2012

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul

**VARIASI KOMPOSISI DAN SUMBER NUTRISI BAGI MISELIUM PADA PROSES
PELAPUKAN PELEPAH KELAPA SAWIT UNTUK MENDEGRADASI LIGNIN
DENGAN *Pleurotus ostreatus***

Oleh :

Nadia Chrisayu Natasha

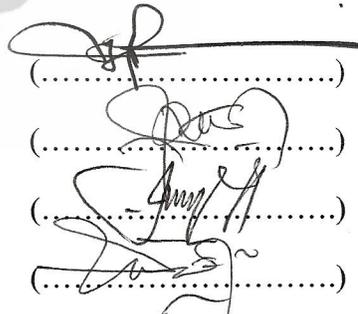
0806460534

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Kimia pada Program Studi Teknologi Bioproses, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ing. Ir. Misri Gozan, M. Tech
Penguji I : Ir. Rita Arbianti, M.Si
Penguji II : Dr. Eng. Muhamad Sahlan, M. Eng
Penguji III : Ir. Eva Fathul Karamah, M.T

(.....)
(.....)
(.....)
(.....)



Ditetapkan di : Depok, Jawa Barat, Indonesia

Tanggal : 20 Januari 2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus karena atas berkat dan rahmatNya saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Dimana skripsi ini saya buat untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik Departemen Teknik Kimia dalam jurusan Teknologi Bioproses pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dalam pembuatan skripsi ini tentunya tidak lepas dari bantuan berbagai macam pihak baik dari dosen pembimbing, orangtua, dan juga teman-teman saya. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu saya yang selalu memberikan semangat, mendengarkan cerita dan keluhan saya, mendoakan, memberikan saran, selalu menemani saya dalam melakukan penelitian ini serta membantu dalam mencari bahan – bahan yang digunakan dalam skripsi saya.
2. Mahargarani selaku kakak saya yang selalu menemani saya untuk tidak tidur serta mendoakan saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi saya ini.
3. Dr. Ing. Ir Misri Gozan, M.Tech selaku dosen pembimbing saya yang telah banyak sekali memberikan saran, tenaga, pikiran, ataupun bantuan lainnya dalam melakukan penyusunan skripsi saya.
4. Ibu Ir. Rita Arbianti, M.Si selaku pembimbing akademis saya selama perkuliahan saya.
5. Bapak Abdul Haris selaku kepala laboratorium BP3 Lemigas yang sudah mau menerima dan mengizinkan saya melakukan penelitian di Lemigas.
6. Ibu Devitra, Pak Sanusi, dan pihak – pihak lemigas yang sudah membantu saya baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Catur Vinaya, Ester Kristin, Pauline Leon Artha dan Kristina Yohana selaku teman kelompok kecil saya yang selalu mendoakan dan memberikan semangat.
8. Teman-teman satu bimbingan saya Dini Asyifa, Florensia Indan Stepani, Agung Marssada, Chandra Paska Bakti, dan juga Aditya Rinus Putra yang sudah berjuang bersama-sama dengan saya.
9. Semua teman-teman satu jurusan di Teknologi Bioproses 2008 yang sudah memberikan dorongan, semangat ataupun bersusah-susah bersama.
10. Teman – teman saya yang menghibur waktu saya sedang stress dan bingung. Trimakasih banyak Dini Asyifa, Destya Nilawati, Nindya Sani Widhyastuti, dan Ester Kristin.

11. Fika Andriani selaku sahabat saya yang sudah mau memberikan waktu untuk menemani saya dalam mengerjakan skripsi ini dan juga memberikan sarannya.
12. Indrianti Pramadewi, Republik Daudi Parthu, Merisa Bestari Faiz, Desi Anggarawati, dan Mirza Maulana yang sudah bersedia menemani saya lembur di laboratorium lantai 4. Dan sudah bersedia juga menemani saya naik turun ke lantai 3 dan lantai 4. Trimakasih banyak teman – teman.
13. Kak Kubil dan Kak Edi selaku informan, penyedia jamur dan bibit jamur serta yang membantu saya dalam memberikan masukan – masukan untuk menumbuhkan miselium.
14. Pihak lain yang sudah membantu saya namun tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya hanya bisa berdoa semoga Tuhan membalas segala kebaikan pihak-pihak yang membantu saya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk dunia pendidikan serta teknologi.

Depok, 24 Januari 2012

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nadia Chrisayu Natasha
NPM : 0806460534
Program Studi : Teknologi Bioproses
Departemen : Teknik Kimia
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demikian demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia *Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)* atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**Variasi Komposisi dan Sumber Nutrisi Bagi Miselium Pada Proses Pelapukan Pelepah
Kelapa Sawit Untuk Mendegradasi Lignin Dengan *Pleurotus ostreatus***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/ formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok, Jawa Barat, Indonesia

Pada tanggal : 24 Januari 2012

Yang menyatakan


(Nadia Chrisayu Natasha)

vi

Universitas Indonesia

ABSTRAK

Nama : Nadia Chrisayu Natasha

Program Studi : Teknologi Bioproses

Judul : Variasi Komposisi dan Sumber Nutrisi Bagi Miselium Pada Proses Pelapukan Pelepah Kelapa Sawit Untuk Mendegradasi Lignin Dengan *Pleurotus ostreatus*

Lignoselulosa merupakan sebuah komponen organik yang jumlahnya berlimpah dan merupakan sumber utama dalam menghasilkan gula dari hasil fermentasi dengan adanya peristiwa pendegradasian lignoselulosa oleh selulase. Pelepah kelapa sawit yang merupakan salah satu tanaman mengandung lignoselulosa akan digunakan sebagai substrat dalam penelitian ini. Pada penelitian ini, pelepah kelapa sawit akan didegradasi oleh *Pleurotus ostreatus* dan diberikan perlakuan yang berbeda yakni menggunakan bervariasi komposisi serta sumber nutrisi untuk pertumbuhan miseliumnya. Jenis nutrisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah dedak serta beras jagung. Hasil penelitian ini menunjukkan kandungan pelepah kelapa sawit awal adalah lignin 60,56%, selulosa 16%, dan hemiselulosa 17,73%. Setelah diberikan perlakuan, hasil pendegradasian terbaik adalah menggunakan dedak 0,6 gram dan CaCO_3 0,4 gram yaitu 22,01% untuk kadar lignin dan 32,74% untuk kadar selulosa.

Kata kunci :

Selulosa, Lignin, Lignoselulosa, *Pleurotus ostreatus*, dan jagung.

ABSTRACT

Name : Nadia Chrisayu Natasha

Study Program : Bioprocess Technology

Title : Variation of Composition and Sources of Nutrition For Mycellium in Midrib of Palm Oil Weathering Processes to Degrade Lignin With *Pleurotus ostreatus*

Lignocellulose is an abundant amount of organic components and the main source of sugar produced from the fermentation by lignocellulose degradation by cellulase. Midrib of palm oil which is one of lignocellulosic-containing plant will be used as a substrate in this study. In this study, the midrib of palm oil will be degraded by *Pleurotus ostreatus* and given a different treatment that uses varying composition and source of nutrients for miselium growth. Types of nutrients used in this study were rice bran and corn. The results of this study indicate the content of the initial palm midrib is 60.56% lignin, 16% cellulose, and hemicellulose 17.73%. After giving a treatment, the best degradation is using rice bran 0.6 grams and 0.4 grams of CaCO₃ 22.01% for lignin and 32.74% for cellulose.

Key words :

Cellulose, Lignin, Lignocellulose, *Pleurotus ostreatus*, and corn.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
DEWAN PENGUJI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Lignoselulosa.....	4
2.1.1. Selulosa	7
2.1.2. Hemiselulosa	7
2.1.3. Lignin	8
2.2. Kelapa Sawit.....	9
3.2.1. Persebaran Kelapa Sawit	11
3.2.2. Manfaat dan Potensi Kelapa Sawit.....	11
3.2.3. Pelepah Kelapa Sawit	12
2.3. Jagung	13
2.4. Dedak (<i>Rice Bran</i>).....	15

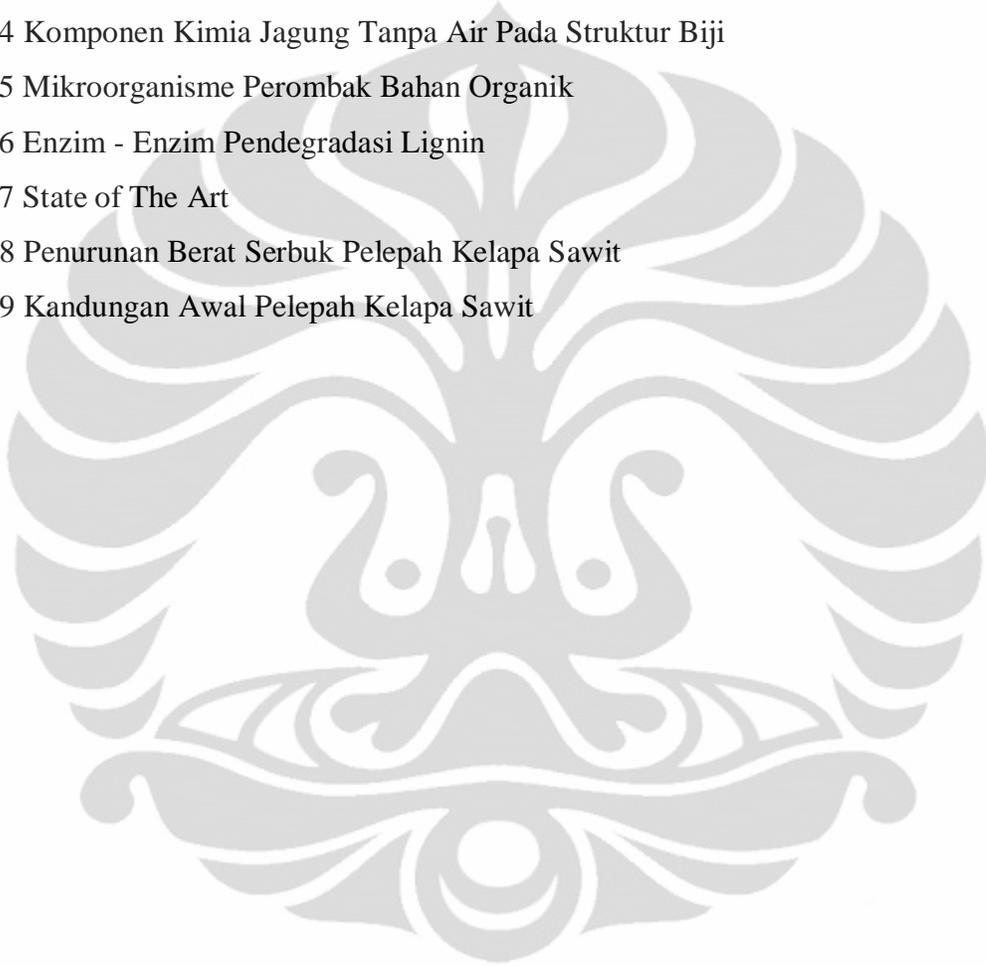
2.5. Biodekomposisi Lignoselulosa	15
2.6. <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jamur Tiram).....	19
2.7. Pendegradasian Lignin	23
2.8. Penggunaan <i>Pleurotus ostreatus</i> Dalam Pendegradasian Lignin.....	25
2.9. State of The Art	26
BAB III METODE PENELITIAN	28
2.1. Rancangan Penelitian	28
3.2. Model dan Variabel dalam Penelitian	29
3.2.1. Model Penelitian	29
3.2.2. Variabel dalam Penelitian	29
3.3. Alat dan Bahan	30
1.4. Teknik Pengumpulan serta Analisis Data	30
1. Persiapan Pelelah Kelapa Sawit.....	30
2. Pelapukan Pelelah Kelapa Sawit (Samsuri, 2006).....	31
3. Pengujian Kadar Lignin dan Selulosa (Metode Chesson).....	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1. Hasil Pengurangan Ukuran Pelelah Kelapa Sawit	34
4.2. Pembibitan Jamur Pelapuk Putih (F0)	35
4.3. Pembiakan Jamur Pelapuk Putih (F1).....	39
4.4. Kultivasi Jamur Pada Sampel.....	40
4.5. Analisis Kadar Lignin dan Selulosa.....	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komposisi Dari Residu Lignoselulosa (Sánchez, 2008).....	4
Gambar 2 Produk Tambahan Dari Limbah Lignoselulosa (Anindyawati, 2010).....	6
Gambar 3 Struktur Selulosa.....	7
Gambar 4 Struktur Hemiselulosa.....	8
Gambar 5 Lignin (Hammel., 1997).....	9
Gambar 6 Pelepah Kelapa Sawit	12
Gambar 7 Bagian - Bagian Beras Serta Komposisi Nutrisinya (Anonim, 2012)	15
Gambar 8 Pertumbuhan Miselium Dalam Kayu (Murtihapsari, 2008).....	17
Gambar 9 <i>Pleurotus ostreatus</i> (Jamur Tiram).....	20
Gambar 10 Siklus Hidup <i>Pleurotus ostreatus</i> (http://doitnow.ws/?p=156).....	22
Gambar 11 Skema Pendegradasi Lignin (Martinez et al., 2005).....	24
Gambar 12 Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	28
Gambar 13 Kurva Penurunan Berat Serbuk Pelepah Kelapa Sawit	34
Gambar 14 – 16 Tabung a hingga Tabung c	35
Gambar 17 – 19 Tabung d hingga Tabung f.....	36
Gambar 20 – 22 Tabung g hingga Tabung i.....	36
Gambar 23 – 25 Tabung j hingga Tabung l.....	36
Gambar 26 – 27 Tabung m hingga Tabung n.....	37
Gambar 28 – 29 Tabung o hingga Tabung p.....	38
Gambar 30 Pertumbuhan Miselium Jamur F1.....	39
Gambar 31 Grafik Hubungan Antara Kadar Lignin Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak dan Jagung	46
Gambar 32 Grafik Hubungan Antara Kadar Lignin Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak.....	47
Gambar 33 Grafik Hubungan Antara Kadar Selulosa Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak dan Jagung.....	48
Gambar 34 Grafik Hubungan Antara Kadar Selulosa Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Kandungan Lignoselulosa dari Beberapa Limbah Pertanian	5
Tabel 2 Peran Indonesia dalam Produksi Minyak Sawit Dunia Tahun 1993-2008	10
Tabel 3 Komposisi Nutrisi Pelepah Kelapa Sawit	13
Tabel 4 Komponen Kimia Jagung Tanpa Air Pada Struktur Biji	14
Tabel 5 Mikroorganisme Perombak Bahan Organik	16
Tabel 6 Enzim - Enzim Pendegradasi Lignin	19
Tabel 7 State of The Art	27
Table 8 Penurunan Berat Serbuk Pelepah Kelapa Sawit	34
Table 9 Kandungan Awal Pelepah Kelapa Sawit	46



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lignoselulosa merupakan sebuah komponen organik yang jumlahnya berlimpah dan terdiri dari tiga polimer yaitu selulosa (35% - 50%), hemiselulosa (20% - 35%) dan lignin (10% - 25%) (Saha, 2004). Komponen ini merupakan sumber utama dalam menghasilkan gula dari hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi dengan adanya peristiwa pendegradasian lignoselulosa oleh selulase. Dalam proses pendegradasian, substrat harus melalui beberapa tahapan diantaranya adalah delignifikasi dan depolimerisasi. Lignoselulosa ini biasa ditemukan pada berbagai macam jenis limbah pertanian mulai dari jerami, bonggol jagung, kulit kacang – kacangan hingga kelapa sawit. Limbah – limbah lignoselulosa tersebut kemudian dapat dijadikan sebagai suatu produk yang diperoleh melalui proses yang berbeda – beda seperti bioetanol yang dihasilkan melalui proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan, pupuk organik yang dihasilkan melalui humifikasi, biodiesel yang dihasilkan melalui adanya reaksi transesterifikasi, dan lain sebagainya

Tanaman kelapa sawit yang menjadi salah satu tanaman mengandung lignoselulosa merupakan sebuah tanaman yang biasa digunakan di bidang industri untuk menghasilkan minyak masak, minyak industri serta bahan bakar (biodiesel). Indonesia merupakan Negara eksporter produk kelapa sawit dan turunannya terbesar setelah Malaysia yaitu hingga mencapai 32,64% terhadap ekspor dunia (Departemen Pertanian). Di Indonesia, produksi kelapa sawit terjadi peningkatan tiap tahunnya yakni pada tahun 2004 produksi kelapa sawit nasional sebanyak 10,83 juta ton, namun pada 2009 telah meningkat menjadi 20,7 juta ton begitu juga luas areal pertanaman naik dari 5,28 juta hektare (ha) menjadi 7,51 juta ha dan produktivitas dari 2,83 ton menjadi 3,56 ton/ha (matanews.com.2010).

Banyaknya penggunaan tanaman kelapa sawit menyebabkan banyaknya limbah yang dihasilkan yang masih dapat dimanfaatkan. Pelepah kelapa sawit (PKS) merupakan salah satu jenis limbah dari tanaman kelapa sawit yang dihasilkan dengan jumlah yang melimpah yaitu sebuah Pabrik Kelapa Sawit yang berkapasitas 60 ton tandan/jam dapat menghasilkan limbah 100 ton/hari. Sedangkan untuk pelepahnya sendiri, produksi pelepah sebanyak 22 batang per pohon per tahun dimana berat daging pelepah sekitar 2,2 kg dan biomasa pelepah sawit sebanyak

mencapai 6,3 ton per ha per tahun (Departemen Pertanian). Pelepah kelapa sawit ini mempunyai komposisi 14,8% lignin; 62,3% α -Cellulose; 24,2% Hemicellulose; 1,8% Extractive; 11,672 Cellulose (dry ton) (Goh et al., 2010).

Jumlah kadar lignin pelepah kelapa sawit yang cukup besar ini, yakni sekitar 14,8%, menyebabkan sulitnya pemanfaatan selulosa untuk proses selanjutnya. Hal ini dikarenakan kandungan lignin dalam pelepah kelapa sawit yang dapat mempersulit kerja enzim berikatan dengan selulosa, sehingga proses hidrolisis selulosa tidak dapat berjalan. Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah cara untuk menghilangkan ikatan yang terbentuk antara lignin dan selulosa. Ada beberapa cara yang dapat ditempuh untuk menghilangkan ikatan tersebut, salah satunya adalah menggunakan bantuan mikroorganisme melalui proses biodelignifikasi.

Beberapa jenis mikroorganisme yang dapat digunakan adalah jamur pelapuk putih dan jamur pelapuk coklat yang berasal dari kelas *Basidiomycetes*, jamur pelapuk lunak yang berasal dari kelas *Ascomycetes* dan jamur noda biru. Jamur yang akan digunakan kali ini adalah jamur *Pleurotus ostreatus* yang merupakan salah satu spesies jamur pelapuk putih yang berasal dari kelas *Basidiomycetes*. Jamur jenis ini digunakan karena jamur ini mudah ditemukan di Indonesia serta biaya yang diperlukan untuk mendapatkannya tidak semahal jamur pelapuk putih jenis lainnya. Dalam proses pelapukan pelepah kelapa sawit, miselium jamur membutuhkan nutrisi yang menunjang pertumbuhannya diantaranya adalah sumber karbon yang berasal dari karbohidrat, nitrogen dalam ammonium, dan juga kalsium (Ca) untuk menetralkan asam oksalat yang dikeluarkan oleh miselium (Redaksi Agromedia, 2009).

Pada umumnya, ada dua formula yang sering digunakan sebagai media pembiakan setelah jamur dibiakkan di medium PDA yaitu media jagung dan media serbuk kayu. Media jagung adalah campuran antara jagung, dekstrosa, dan gips. Sedangkan formula serbuk kayu menggunakan campuran serbuk kayu, kalsium karbonat, kalsium sulfat, dan biji – bijian. Untuk formula serbuk kayu, jenis substrat yang dimasukkan sebagai sumber karbohidrat dalam proses pelapukan ini terdapat berbagai variasi kombinasi bahan yang digunakan sebagai substrat miselium. Oleh sebab itu dalam penelitian kali ini akan dilakukan perbedaan komposisi dan jenis nutrisi yang dimasukkan untuk mengetahui nutrisi yang paling optimum untuk memungkinkan jamur melapukan pelepah kelapa sawit dalam waktu yang singkat serta menghasilkan selulosa dalam jumlah besar.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk melapukan pelepah kelapa sawit menggunakan *Pleurotus ostreatus* dengan bantuan nutrisi tambahan maka perumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan jagung dan dedak serta komposisinya dalam proses pendegradasian lignin serbuk pelepah kelapa sawit?
2. Berapa banyak jumlah selulosa yang dihasilkan dengan adanya penambahan kedua jenis sumber nutrisi tersebut?

1.3. Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui pengaruh komposisi nutrisi pada pelapukan pelepah kelapa sawit untuk memutuskan ikatan lignin dan selulosa.

1.4. Batasan Masalah

Batasan – batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Jenis jamur pelapuk putih yang digunakan adalah jamur *Pleurotus ostreatus* yang berasal dari Leuwiliang.
2. Serbuk kayu yang digunakan dalam formula nantinya akan diganti dengan pelepah kelapa sawit.

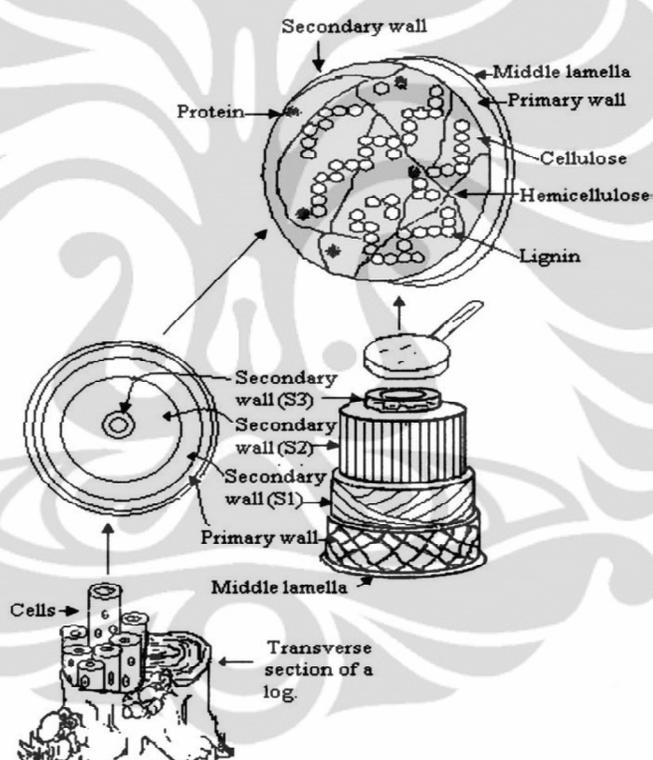
1.5. Manfaat Penelitian

Tanaman kelapa sawit merupakan sebuah tanaman yang biasa digunakan di berbagai macam bidang industri. Banyaknya penggunaan tanaman kelapa sawit menyebabkan banyaknya limbah yang dihasilkan yang masih dapat dimanfaatkan. Pelepah kelapa sawit (PKS) merupakan salah satu jenis limbah dari tanaman kelapa sawit yang dihasilkan dengan jumlah melimpah. Kadar lignin pelepah kelapa sawit yang cukup besar, yaitu sebesar 14,8%, menyebabkan sulitnya pemanfaatan selulosa. Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut dibutuhkan sebuah cara untuk menghilangkan ikatan yang terbentuk antara lignin dan selulosa. Oleh sebab itu melalui penelitian ini secara tidak langsung dapat membantu menemukan solusi agar proses penghilangan ikatan lignoselulosa dapat berlangsung dengan cepat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lignoselulosa

Lignoselulosa merupakan komponen organik utama biomassa yang terdiri dari tiga polimer dimana komponen terbesarnya adalah selulosa yaitu sebanyak 35% - 50% kemudian hemiselulosa sebanyak 20% - 35% dan yang terakhir adalah lignin yaitu sebanyak 10% - 25% (Saha, 2004). Ketiga komponen tersebut akan tergambar pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1 Komposisi Dari Residu Lignoselulosa (Sánchez, 2008)

Selulosa yang merupakan komponen terbesar dalam lignoselulosa, berikatan kuat dengan hemiselulosa dan juga lignin. Selulosa dan hemiselulosa merupakan makromolekul yang disusun dari jenis gula yang berbeda, sedangkan lignin adalah polimer aromatik yang disintesis dari fenilpropanoid (Carmen, 2008). Lignoselulosa ini merupakan sumber utama dalam menghasilkan gula dari hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi serta memiliki kemampuan untuk didegradasi oleh selulase. Namun karena komponen yang

terkandung dalam lignoselulosa ini sangat kompleks hingga dalam penggunaannya sebagai substrat harus melalui beberapa tahapan diantaranya adalah delignifikasi untuk melepas selulosa dan hemiselulosa yang berikatan dengan lignin, depolimerisasi untuk mendapatkan gula bebas dan fermentasi gula heksosa dan pentose untuk mendapatkan produksi bahan bakar cair.

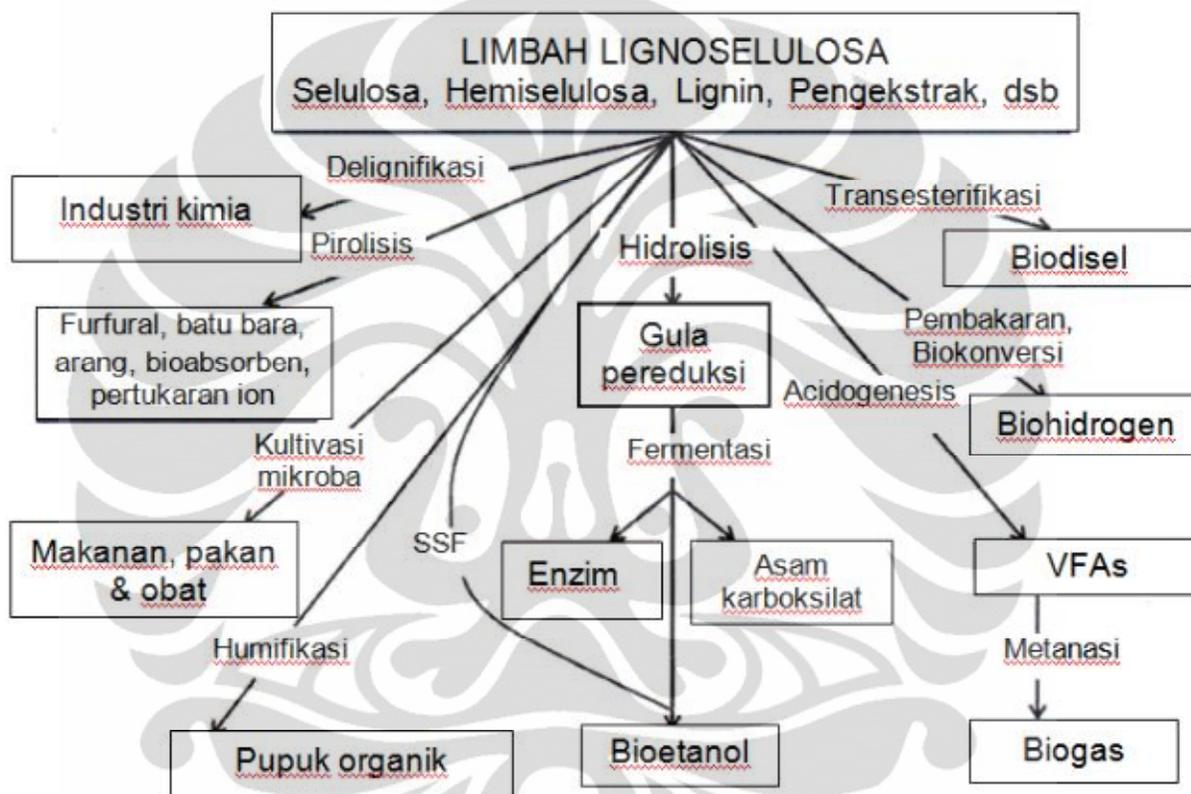
Lignoselulosa ini dapat didegradasi dengan enzim selulase. Enzim ini dapat diperoleh dari sekelompok bakteri, Jamur, ataupun khamir. Mikroba yang umumnya digunakan untuk menghasilkan selulase adalah *Trichoderma reesei* (Sim and Oh, 1993), *Scopulariopsis brevicaulis* TOF 1212 (Nakatani *et. al.*, 1998) dan *Ruminococcus albus* (Ohara, *et al.*, 1998). Saat ini, lignoselulosa bukan hanya dapat didegradasi oleh bakteri, Jamur, ataupun khamir namun dia juga dapat didegradasi oleh berbagai macam jamur pelapuk kayu seperti jamur pelapuk coklat, jamur pelapuk putih, jamur pelapuk lunak, *blue-stain*.

Komponen organik ini dapat diperoleh dari berbagai limbah pertanian seperti tangkai kayu, jerami padi, daun, rumput dan lain sebagainya.

Tabel 1 Kandungan Lignoselulosa dari Beberapa Limbah Pertanian (R.L, et al., 2003)

No	Bahan Lignoselulosa	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
1	Tangkai kayu keras	40 - 55	24 - 40	18 - 25
2	Tangkai kayu lunak	45 - 50	25 - 35	25 - 35
3	Kulit kacang - kacang	25 - 30	25 - 30	30 - 40
4	Bonggol jagung	45	35	15
5	Kertas	85 - 99	0	0 - 15
6	Jerami Gandum	30	50	15
7	Buangan Sampah	60	20	20
8	Daun	15 - 20	80 - 85	0
9	Bagas Segar	33,4	30	18,9
10	Rumput	25 - 40	25 - 50	10 - 30

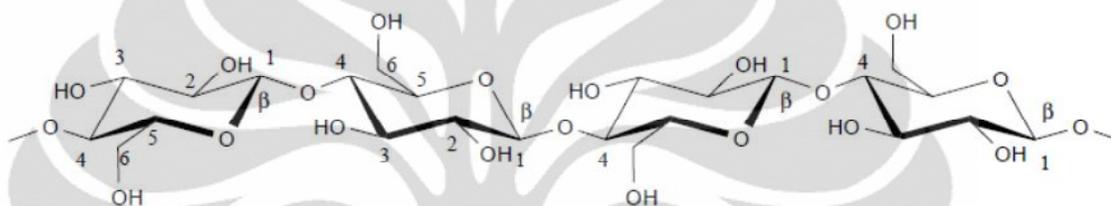
Limbah – limbah lignoselulosa tersebut kemudian dapat dijadikan sebagai suatu produk yang diperoleh melalui proses yang berbeda – beda seperti bioetanol yang dihasilkan melalui proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan, pupuk organik yang dihasilkan melalui humifikasi, biodiesel yang dihasilkan melalui adanya reaksi transesterifikasi, dan lain sebagainya yang akan digambarkan di bawah ini.



Gambar 2 Produk Tambahan Dari Limbah Lignoselulosa (Anindyawati, 2010)

2.1.1. Selulosa

Selulosa yang merupakan sebuah senyawa organik berformula $(C_6H_{10}O_5)_n$ adalah sebuah polimer rantai lurus yang tersusun atas sub unit D-glukosa terhubung oleh ikatan β -1,4 glycosidic membentuk dimer selubiosa (Gambar 3). Rantai panjang ini terhubung dengan adanya ikatan hydrogen dan gaya van der Waals. Sekitar 33% dari keseluruhan zat yang ada di tumbuh – tumbuhan adalah selulosa. Untuk tanaman kapas, kandungan selulosanya adalah 90% sedangkan untuk kayu 40% - 50%.



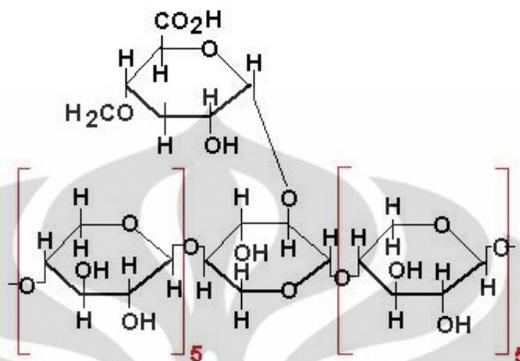
Gambar 3 Struktur Selulosa

Karakteristik dari senyawa ini diantaranya adalah tidak berasa, tidak berbau, hidrofilik, tidak larut dalam air, dan biodegradable. Selulosa lebih suka membentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra molekuler. Mikrofibril selulosa ini terdiri dari dua tipe yaitu kristalin dan amorf. Selulosa dapat diubah secara kimia menjadi glukosa dengan mencampurkannya dengan asam pada suhu tinggi. Untuk keperluan industri, selulosa dapat diperoleh dari pulp kayu dan kapas yang mana dapat diubah menjadi *cellophane*, sebuah lapisan tipis yang transparan, *rayon*, sebuah serat yang sudah lama digunakan dalam tekstil sejak awal abad 20. Keberadaan selulosa di tumbuh – tumbuhan inilah yang menyebabkan tumbuh – tumbuhan bersifat biodegradable.

2.1.2. Hemiselulosa

Hemiselulosa adalah sebuah polisakarida dengan berat molekul yang lebih kecil dari selulosa. Senyawa ini terbentuk dari D-xilosa, D-manosa, D-galaktosa, D-glukosa, L-arabinosa, 4-O-metil-glukuronik, D-galakturonik (Carmen, 2008). Perbedaan antara selulosa dan hemiselulosa adalah hemiselulosa mempunyai cabang – cabang dengan

rantai samping pendek yang terdiri dari gula yang berbeda. Untuk struktur hemiselulosa lebih jelasnya akan tergambar pada Gambar 4 di bawah ini.

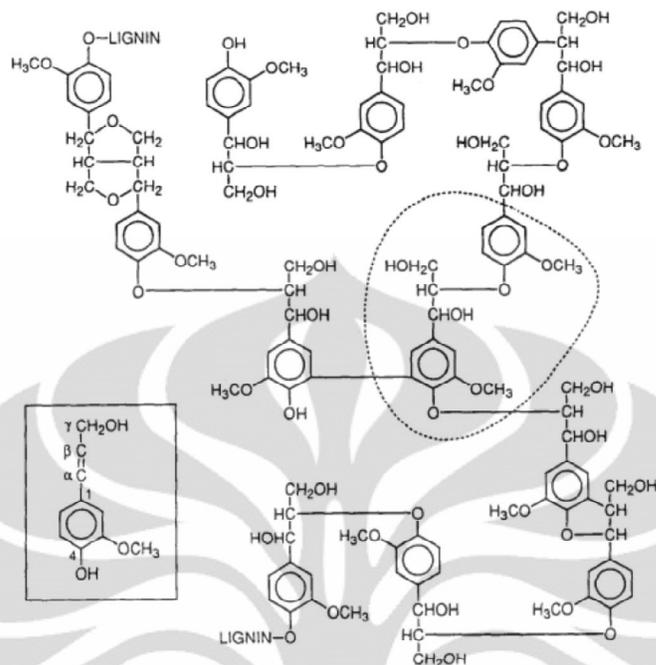


Gambar 4 Struktur Hemiselulosa

Senyawa ini terikat dengan polisakarida, protein dan lignin serta lebih mudah larut dibandingkan dengan selulosa (Trisanti, 2009). Hemiselulosa bersifat hidrofilik sehingga berfungsi sebagai perekat antar selulosa yang menunjang kekuatan fisik serat sehingga dengan hilangnya hemiselulosa akan menyebabkan terjadinya lubang diantara fibril dan kurangnya ikatan antar serat (Trisanti, 2009).

2.1.3. Lignin

Lignin adalah molekul yang sangat kompleks terdiri dari unit – unit *phenylpropane* yang terhubung dalam struktur tiga dimensi yang sangat sulit dibiodegradasi (Gambar 5). Pada umumnya, lignin mengandung tiga jenis alkohol aromatic yaitu *coniferyl*, *sinapyl*, dan *p-coumaryl* (Howard et al., 2003). Lignin ini berikatan baik dengan hemiselulosa dan selulosa, membentuk sebuah lapisan pembatas yang tidak dapat dilalui di dinding sel tanaman. Lignin hadir di tanaman untuk memberikan perlindungan terhadap serangan mikroba dan tekanan oksidatif. Lignin terbentuk melalui polimerisasi tiga dimensi derivat dari sinamil alkohol terutama ρ – kumaril, coniferil, serta sinafil alkohol (Perez et al. 2002). Kehadiran lignin dalam tanaman akan mempersulit terjadinya hidrolisis dikarenakan adanya ikatan arilalkil dan ikatan eter.



Gambar 5 Lignin (Hammel., 1997)

Ada banyak cara untuk mendegradasi lignin seperti secara fisik, kimia maupun biologi. Namun, mendegradasi menggunakan jamur pelapuk putih lebih efektif dikarenakan struktur molekul lignin yang acak dan berat molekulnya yang tinggi menyebabkan proses ini membutuhkan enzim ekstraseluler dimana enzim ini terdapat pada jamur pelapuk putih.

2.2. Kelapa Sawit

Kelapa sawit merupakan sebuah tanaman yang biasa digunakan di bidang industri untuk menghasilkan minyak masak, minyak industri serta bahan bakar (biodiesel). Kelapa sawit merupakan tanaman yang berbentuk pohon yang tingginya dapat mencapai hingga 24 meter. Tanaman kelapa sawit ini memiliki akar serabut yang mengarah ke bawah dan ke samping serta mempunyai beberapa akar napas yang tumbuh mengarah ke samping atas untuk sistem aerasinya. Seperti jenis palma lainnya, daunnya tersusun majemuk menyirip. Daun berwarna hijau tua dan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Batang tanaman ini diselubungi bekas pelepah hingga umur 12 tahun. Setelah umur 12 tahun pelepah yang mengering akan terlepas sehingga penampilan menjadi mirip dengan kelapa. Buah sawit mempunyai warna bervariasi dari hitam, ungu, hingga merah tergantung bibit yang digunakan. Buah bergerombol dalam tandan yang

muncul dari tiap pelapah. Minyak dihasilkan oleh buah. Kandungan minyak bertambah sesuai kematangan buah. Setelah melewati fase matang, kandungan asam lemak bebas (FFA, *free fatty acid*) akan meningkat dan buah akan rontok dengan sendirinya. (tanamansawit.com)

Indonesia merupakan Negara eksporter produk kelapa sawit dan turunannya terbesar setelah Malaysia yaitu hingga mencapai 32,64% terhadap ekspor dunia (Departemen Pertanian). Selain itu Indonesia juga merupakan Negara yang menghasilkan minyak kelapa sawit kedua dunia setelah Malaysia (tanamansawit.com). Produksi kelapa sawit di Indonesia terjadi peningkatan tiap tahunnya yakni pada tahun 2004 produksi kelapa sawit nasional sebanyak 10,83 juta ton, namun pada 2009 telah meningkat menjadi 20,7 juta ton begitu juga luas areal pertanaman naik dari 5,28 juta hektare (ha) menjadi 7,51 juta ha dan produktivitas dari 2,83 ton menjadi 3,56 ton/ha (matanews.com.2010). Tanaman kelapa sawit ini dapat menghasilkan keuntungan besar dikarenakan hampir diseluruh bagian tanaman ini dapat dimanfaatkan mulai dari kebutuhan pangan, bahan bakar nabati, serta kebutuhan ole-chemical hingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian).

Dengan sangat berpotensi tanaman kelapa sawit ini, maka peranan agribisnis ini sangat penting artinya untuk bangsa ini (Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian). Peran Indonesia dalam memproduksi minyak sawit dunia dapat ditunjukkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2 Peran Indonesia dalam Produksi Minyak Sawit Dunia Tahun 1993-2008 (Oil World dan MPOB, diolah (ditjenbun.deptan.go.id))

Uraian		Malaysia	Indonesia	Nigeria	Thailand	Columbia	Lainnya	Dunia
1993	Prod (000 ton)	7.403	3.421	645	297	324	1.716	13.806
	Pangsa (%)	53,6	24,8	4,7	2,2	2,3	12,4	100
2000	Prod (000 ton)	10.842	7.000	740	525	524	2.196	21.827
	Pangsa (%)	49,7	32,1	3,4	2,4	2,4	10,0	100
2007	Prod (000 ton)	15.823	17.373	835	1.020	732	2.890	38.673
	Pangsa (%)	40,9	44,9	2,2	2,6	1,9	7,5	100

	(%)							
2008	Prod (000 ton)	17.735	19.200	860	1.160	800	3.149	42.904
	Pangsa (%)	41,3	44,7	2,0	2,7	1,9	7,4	100
Pert (%/th)		6,0	10,4	1,9	9,5	6,2	4,3	7,9

3.2.1. Persebaran Kelapa Sawit

Berdasarkan data Asosiasi Petani Kelapa Sawit Indonesia (Apkasindo), luas kebun kelapa sawit Indonesia di 2010 secara keseluruhan adalah seluas 7,796 juta hektare yang dibagi menjadi 3 berdasarkan kepemilikannya, yaitu perkebunan negara, swasta, dan rakyat (PTPN4 2009). Pembagian luas lahan kelapa sawit di Indonesia tersebut diantaranya (PTPN4 2009):

- Perkebunan Negara seluas 676 ha (8,47%)
- Perkebunan Swasta seluas 3,5 juta ha (43,88%)
- Perkebunan Rakyat seluas 3,8 juta ha (47,65%)

Prospek kegunaan kelapa sawit sangat terlihat yaitu dengan terjadinya peningkatan produksi kelapa sawit juga terlihat dengan jelas yaitu pada tahun 2004 produksi kelapa sawit nasional sebanyak 10,83 juta ton, namun pada 2009 telah meningkat menjadi 20,7 juta ton begitu juga luas areal pertanaman naik dari 5,28 juta hektare (ha) menjadi 7,51 juta ha dan produktivitas dari 2,83 ton menjadi 3,56 ton/ha (Departemen Pertanian, 2010).

3.2.2. Manfaat dan Potensi Kelapa Sawit

Kelapa sawit ini memiliki banyak sekali potensi serta kegunaan yang terlihat dari hampir seluruh bagian kelapa sawit dapat dimanfaatkan. Minyak sawit merupakan salah satu dari bagian kelapa sawit yang dapat digunakan sebagai bahan baku minyak makan, margarin, sabun, kosmetik, industri baja, kawat, dan lain sebagainya. Hal yang menyebabkan minyak sawit dapat digunakan untuk bervariasi kegunaan adalah adanya keunggulan sifat yang dimiliki minyak sawit yaitu tahan oksidasi dengan tekanan tinggi, mampu melarutkan bahan kimia yang tidak larut oleh bahan pelarut lainnya, mempunyai

daya melapis yang tinggi dan tidak menimbulkan iritasi pada tubuh dalam bidang kosmetik. (tanamansawit.com)

Bagian dari kelapa sawit yang sering digunakan dalam dunia industri adalah buahnya. Bagian daging buah menghasilkan minyak kelapa sawit mentah yang diolah menjadi bahan baku minyak goreng dan berbagai jenis turunannya. Ampas dari tumbuhan kelapa sawit ini pun dapat dimanfaatkan yaitu untuk menjadi makanan ternak sedangkan tempurungnya dapat digunakan sebagai bahan bakar dan arang. (tanamansawit.com).

3.2.3. Pelepah Kelapa Sawit

Pelepah kelapa sawit merupakan bagian dari daun tanaman kelapa sawit yang berwarna hijau (lebih muda dari warna daunnya). Produksi pelepah sebanyak 22 batang per pohon per tahun dimana berat daging pelepah sekitar 2,2 kg dan biomasa pelepah sawit sebanyak mencapai 6,3 ton per ha per tahun (Departemen Pertanian). Pelepah kelapa sawit meliputi helai daun, setiap helainya mengandung lamina dan midrib, ruas tengah, petiol dan kelopak pelepah. Helai daun berukuran 55 cm hingga 65 cm dan mencakup dengan lebar 2,5 cm hingga 4 cm. Setiap pelepah mempunyai lebih kurang 100 pasang helai daun. Jumlah pelepah yang dihasilkan meningkat 30-40 batang ketika berumur 3-4 tahun. (Warta penelitian dan pengembangan Pertanian, 2003)



Gambar 6 Pelepah Kelapa Sawit

Pelepah kelapa sawit biasanya digunakan sebagai bahan pakan untuk hewan ternak. Kandungan dari pelepah kelapa sawit yang mempunyai serat (NDF dan ADF) yang tersedia dalam volume besar inilah yang menjadi salah satu faktor penting untuk pelepah kelapa sawit dapat dijadikan bahan baku pakan ternak. Komposisi lain yang ada dalam pelepah kelapa sawit hingga pelepah kelapa sawit cocok untuk sumber pakan ternak adalah :

Tabel 3 Komposisi Nutrisi Pelepah Kelapa Sawit (Departemen Pertanian)

Nutrisi	Komposisi
Bahan Kering	27,3%
Bahan Organik	90,3%
Abu	9,7%
Protein Kasar	3,5%
NDF	71,9%
ADF	43,4%
Energi Kasar	4.020 Kkal/kgBK
Energi Cerna	2.028 Kkal/kgBK

Selain dapat digunakan sebagai komposisi pakan ternak, pelepah kelapa sawit juga dapat digunakan untuk memproduksi butanol ataupun etanol. Hal tersebut mungkin terjadi karena pelepah kelapa sawit mempunyai komposisi lain selain yang sudah disebutkan di atas yaitu 14,8% lignin; 62,3% α -Cellulose; 24,2% Hemicellulose; 1,8% Extractive; 11,672 Cellulose (dry ton); 4534 Hemicellulose (dry ton) (Goh et al., 2010).

2.3. Jagung

Jagung adalah salah satu tanaman pangan yang dibutuhkan selain tanaman padi dan gandum. Kandungan utama yang ada dalam jagung adalah karbohidrat sekitar sebanyak 60% (IPTEK) dan mudah dicerna karena jagung memiliki kandungan serat kasar yang relative rendah. Jagung memiliki kandungan lemak 3% lebih banyak dibandingkan dengan sorgum, gandum, dan beras. Kandungan protein dalam jagung hanya sedikit yaitu sekitar 8,5%. Jenis protein yang terkandung dalam jagung ini adalah albumin, globulin, prolemin, glutelin, dan nitrogen non – protein. Berikut terdapat penyebaran komponen kimia jagung tanpa air pada struktur biji.

Tabel 4 Komponen Kimia Jagung Tanpa Air Pada Struktur Biji (IPTEK)

Bagian Biji	Kernel (%)	Pati (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Gula (%)	Abu (%)
Endosperma	82,3	86,4	9,4	0,8	0,6	0,3
Lembaga	11,3	8,2	18,8	34,5	10,8	10,1
Kulit ari	5,3	7,3	3,7	1,0	0,3	0,8
Tip cap	0,8	5,3	9,1	3,8	1,6	1,6

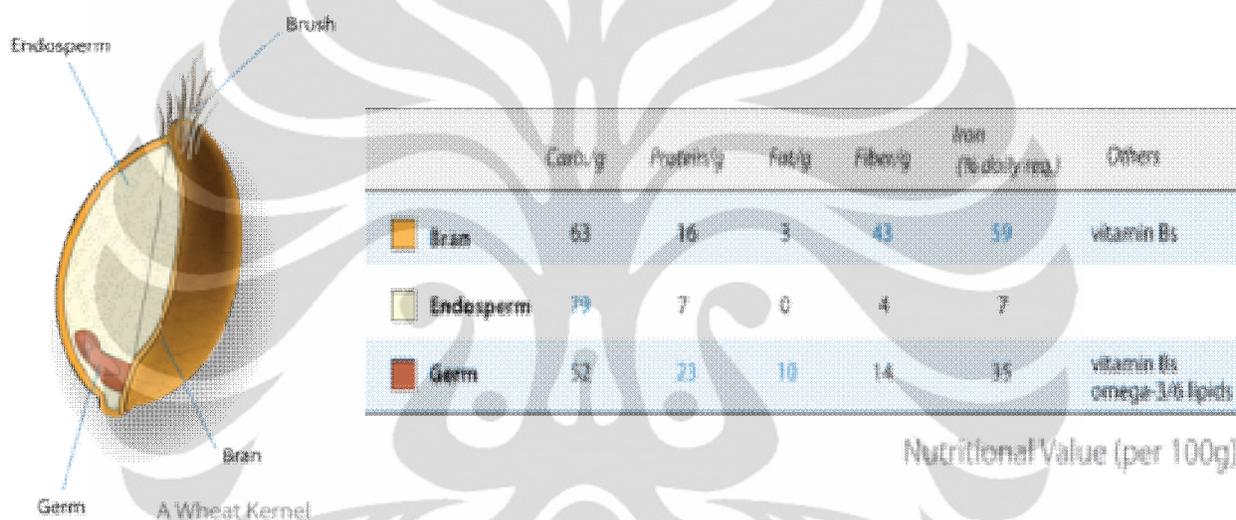
Sedangkan untuk kandungan gizi yang terkandung dalam 100 gr jagung adalah sebagai berikut (Nursiam, 2009) :

- Kalori : 355 gr
- Protein : 9,2 gr
- Lemak : 3,9 gr
- Karbohidrat: 73,7 gr
- Kalsium : 10 mg
- Fosfor : 256 mg
- Besi : 2,4 mg
- Vitamin A : 510 SI
- Vitamin B1 : 0,38 mg
- Air : 12 gr

Selain dijadikan sumber karbohidrat, jagung juga ditanam untuk makanan ternak, diambil minyaknya, bahan baku industri dan dibuat sebagai tepung. Selain itu jagung juga dapat dijadikan penghasil bahan farmasi setelah tanaman ini mengalami perekayasaan genetika. Hingga saat ini, produsen jagung terbesar adalah Amerika Serikat (mencapai 38.85% dari total produksi dunia), kemudian diikuti oleh Cina 20,97%, Brazil 6,45%, Mexico 3,16%, India 2,34%, Afrika Selatan 1,61%, Ukraina 1,44%, dan Canada 1,34%. Pada tahun 2008 – 2009, total produksi jagung mencapai 791,3 juta MT (<http://www.grains.org/corn>).

2.4. Dedak (*Rice Bran*)

Dedak adalah produk sampingan dari proses penggilingan beras. Dedak ini terdiri dari lapisan luar butiran beras serta sejumlah lembaga. Dalam proses penggilingan, dedak dihasilkan dari proses penggilingan pertama. Dedak mengandung nilai gizi yang lebih tinggi daripada beras. Karbohidrat utama yang terkandung dalam dedak padi adalah hemiselulosa, selulosa, pati, serta β – glucan. Dalam dedak beras ini juga ditemukan banyak sekali vitamin B kompleks, besi, aluminium, kalsium, magnesium, mangan, fosfor, seng serta antioksidan potensial seperti oryzanol dan vitamin E (Febrinda, 2010).



Gambar 7 Bagian - Bagian Beras Serta Komposisi Nutrisinya (Anonim, 2012)

2.5. Biodekomposisi Lignoselulosa

Biodekomposisi merupakan salah satu bentuk penguraian yang sangat penting untuk mengubah beberapa jenis struktur polimer dari kayu menjadi partikel atau struktur yang lebih sederhana. Proses dekomposisi ini disebabkan oleh mikroorganisme perombak bahan organik seperti jamur ataupun bakteri yang menggunakan tanaman mengandung lignin sebagai makanannya. Mikroorganisme ini merupakan sebuah activator biologis yang menjadi parameter utama dalam proses pengomposan. Jenis – jenis bakteri serta fungi yang dapat merombak bahan organik adalah sebagai berikut :

Tabel 5 Mikroorganisme Perombak Bahan Organik (Departemen Pertanian)

	Bakteri	Fungi
Mesofil		
	<i>Pseudomonas sp</i>	<i>Alternaria sp</i>
	<i>Achromobacter sp</i>	<i>Cladosporium sp</i>
	<i>Bacillus sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>
	<i>Flavobacterium sp</i>	<i>Mucor sp</i>
	<i>Clostridium sp</i>	<i>Humicola sp</i>
	<i>Streptomyces sp</i>	<i>Penicillium sp</i>
Termofil		
	<i>Bacillus sp</i>	<i>Aspergillus sp</i>
	<i>Streptomyces sp</i>	<i>Mucor pusillus</i>
	<i>Thermoactinomyces sp</i>	<i>Chaetomium thermophile</i>
	<i>Thermus sp</i>	<i>Humicola lanuginosa</i>
	<i>Thermonospora sp</i>	<i>Absidia ramosa</i>
	<i>Microplysora sp</i>	<i>Sprotricum thermophile</i>
		<i>Torula thermophile</i> (yeast)
		<i>Thermoascus aureanticus</i>

Interaksi antara kayu serta lingkungannya, baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam perusakan kayu. Lingkungan biotik dapat mempengaruhi ketahanan kayu dikarenakan organisme perusak berinteraksi dengan kayu yang menjadikannya sebagai sumber bahan makanan ataupun tempat perlindungannya. Sedangkan lingkungan abiotik mampu mempengaruhi ketahanan kayu karena adanya interaksi fisik, mekanis ataupun kimia yang dapat merubah komposisi kimia dalam kayu. Perusakan kayu akibat factor abiotik dapat dilihat dari unsur kayu yang mengalami perubahan warna setelah digunakan dalam jangka waktu tertentu.

2.5.1. Organisme Perusak Kayu

2.5.1.1. Bakteri Perusak Bahan Organik

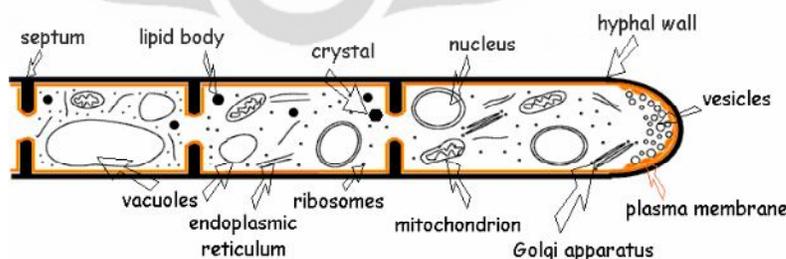
Bakteri ini dapat ditemukan di tempat yang mengandung senyawa organik berasal dari sisa tanaman yang sudah mati. Bakteri ini berukuran $1\mu\text{m} - \leq 1000\mu\text{m}$ dan sebagian bakteri hidup secara aerob dan anaerob. Bakteri yang mempunyai kemampuan memutuskan ikatan rantai karbon penyusun lignin, selulosa, dan hemiselulosa merusak

kayu dalam lebih lambat dibandingkan dengan senyawa polisakarida yang lebih sederhana (amilum, disakarida, monosakarida).

Pendegradasian kayu yang diakibatkan oleh bakteri sangat terbatas dikarenakan bakteri berkembang biak dengan cara pembelahan sel namun bakteri ini tidak dapat bergerak di dalam kayu. Bakteri kayu ini bisa ditemukan di rongga – rongga noktah kayu serta di dalam sel – sel parenkim dengan membentuk koloni yang mengandalkan protein sebagai makanannya.

2.5.1.2. Fungi Perusak Bahan Organik

Fungi ini dapat ditemukan di setiap tempat dalam berbagai bentuk, ukuran dan warna. Fungi mempunyai kemampuan mengurai sisa – sisa tanaman yang lebih baik dibanding bakteri dengan pertumbuhan miselium fungi dalam kayu akan tergambar pada Gambar 8. Salah satu jenis fungi yang digunakan untuk mengurai sisa – sisa tanaman adalah makrofungi dari kelas *Basidiomycetes*. Makrofungi tersebut menghasilkan spora dalam bentuk payung, kuping, koral, atau bola. Pertumbuhan miselium dari fungi kelas tersebut lebih mudah menembus dinding sel tubular yang merupakan penyusun utama jaringan kayu. Pertumbuhan miselium – miselium ini menyebabkan keluarnya enzim pengurai bahan organik seperti β – glukosidase, lignin peroksidase, manganese peroksidase, dan lakase. Selain mengurai sisa – sisa tanaman, fungi tersebut juga menghasilkan zat beracun yang dapat dipakai untuk mengontrol pertumbuhan organisme pengganggu.



Gambar 8 Pertumbuhan Miselium Dalam Kayu (Murthihapsari, 2008)

Jenis – jenis jamur yang biasa merusak kayu dapat dikelompokkan sebagai :

- *Brown – rot*

Jamur ini adalah jenis jamur berasal dari kelas *Basidiomycetes*, yang mendegradasi polisakarida kayu dan juga menyebabkan perubahan dan degradasi tertentu pada lignin. Akibat dari kehadiran jamur jenis ini adalah kayu menjadi coklat dan rapuh, dan umumnya menyerang kayu lunak.

- *Soft – rot*

Soft – rot adalah kelompok jamur yang termasuk dalam kelas *Ascomycetes* yang dapat mendegradasi polisakarida serta lignin. Laju pendegradasian jamur jenis ini tergantung pada jenis jamur *soft – rot* yang digunakan. Jamur ini merupakan mikrofungi yang menyerang lapisan S₂ dinding sel yang perkembangannya dipengaruhi oleh kadar air yang tinggi.

- *Blue – stain*

Blue – stain merupakan salah satu jenis jamur pewarna kayu yang menimbulkan perubahan warna kayu dari warna aslinya yang dihasilkan dari adanya pertumbuhan jamur pada kayu atau perubahan kimia sel atau isi sel. Jamur yang berasal dari kelas *Ascomycetes* ini hidup pada sisa – sisa protein dalam sel – sel parenkim terutama kayu lunak yang dapat mendegradasi polisakarida dengan cara terbatas. *Blue – stain* menyebabkan kayu menjadi warna biru dan hitam yang menandakan adanya endapan hitam dalam miselium.

- *White – rot fungi*

White – rot fungi atau jamur pelapuk putih adalah jamur yang termasuk dalam kelas *Basidiomycetes* yang mampu mendegradasi lignin dan juga polisakarida dan mengakibatkan kayu menjadi putih dan lunak. Jamur jenis ini pada umumnya suka dengan jenis kayu yang keras. Jamur pelapuk putih ini memiliki kemampuan untuk menguraikan lignin dan mengubahnya menjadi air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂) serta jamur ini lebih suka mengonsumsi lignin daripada selulosa.

Jamur jenis ini ada yang memiliki kemampuan mendegradasi lignin secara selektif ataupun non – selektif. Jamur pelapuk putih selektif akan mendegradasi lignin dan hemiselulosa lebih banyak dibandingkan selulosa sedangkan jamur pelapuk putih non – selektif akan mendegradasi semua komponen lignoselulosa dalam jumlah yang sama (Rayner dan Boddy 1988; Blanchette 1995; Hatakka 2001). *White – rot fungi* dapat menghasilkan enzim – enzim yang mampu mendegradasi lignin, seperti :

Tabel 6 Enzim - Enzim Pendegradasi Lignin

Enzim	Tipe Enzim	Peran dalam Degradasi	Kerja Bersama Dengan
LiP	Peroksidase	Degradasi unit non - fenolik	H ₂ O ₂
MnP	Peroksidase	Degradasi unit fenolik dan non - fenolik dengan lipid	H ₂ O ₂ , lipid
<i>Laccase</i>	Fenol oksidase	Oksidasi unit fenolik dan unit non - fenolik dengan mediator	O ₂ , mediator : 3 - hidroxybenzotriazole
Lain - lain	Oksidase penghasil H ₂ O ₂	Produksi H ₂ O ₂	Peroksidase

2.6. *Pleurotus ostreatus* (Jamur Tiram)

Pleurotus ostreatus atau yang biasa dikenal dengan jamur tiram adalah jamur yang biasa dikonsumsi masyarakat yang berasal dari kelompok *Basidiomycetes* yang telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Jamur ini mempunyai ciri – ciri berwarna putih dan memiliki tudung yang berbentuk setengah lingkaran mirip cangkang tiram dengan bagian tengah agak cekung. Nama *Pleurotus ostreatus* ini mencirikan bentuk dari jamur tersebut yakni, tangkai yang tumbuh menyamping (bahasa Latin : *pleurotus*) dan bentuknya yang seperti tiram (*ostreatus*) (Gambar 9).



Gambar 9 *Pleurotus ostreatus* (Jamur Tiram)

Bagian tudung dari jamur tersebut memiliki diameter 5 – 20 cm yang bertepi tudung mulus sedikit berlekuk. Selain itu, jamur ini juga mempunyai miselium yang berwarna putih yang dapat tumbuh dengan cepat. Jamur tiram ini biasa ditemui pada daerah sejuk yang berada pada permukaan batang pohon yang sudah melapuk dalam keadaan menumpuk antar tubuh buahnya. Karena jamur ini termasuk ke dalam jamur kayu, maka media yang umumnya digunakan untuk membiakkannya adalah serbuk gergaji kayu yang merupakan limbah dari penggergajian kayu.

Ciri fisik jamur *Pleurotus ostreatus* yang lebih lengkapnya adalah :

- a. Permukaan tudung agak licin, mengkilap, dan berminyak jika dalam keadaan lembap.
- b. Batang terletak pada samping tudung, ukurannya 1 – 3 cm, berwarna putih dan halus.
- c. Daging buah berwarna putih pucat. Bila semakin tua makan daging buah menjadi semakin keras.
- d. Bilah jamur tersusun agak rapat, berwarna putih ketika muda dan berwarna krem kekuningan saat semakin tua.
- e. Tubuh buah membentuk rumpun dan memiliki banyak cabang yang menyatu pada batangnya.
- f. Inti plasma dan spora jamur berbentuk sel – sel lepas atau bersambungan.

Jamur tiram merupakan tanaman makroskopik yang tidak berklorofil namun memiliki inti, berspora, serta merupakan sel – sel lepas atau bersambungan yang membentuk hifa. Hifa jamur

ini terdiri atas sel – sel yang berinti satu dan haploid. Hifa jamur ini kemudian akan menyatu dan membentuk jaringan atau biasa dikenal dengan miselium. Pada awal perkembangan miselium, jamur melakukan penetrasi dengan bantuan enzim pemecah selulosa, hemiselulosa, dan juga lignin yang disekresi oleh jamur melalui ujung lateral benang – benang miselium dengan melubangi dinding sel kayu. Enzim tersebut kemudian mencerna senyawa kayu yang dilubangi sekaligus memanfaatkannya sebagai sumber makanan.

2.6.1. Siklus Hidup *Pleurotus ostreatus*

Pada umumnya jamur berkembang biak secara dua tahap yaitu :

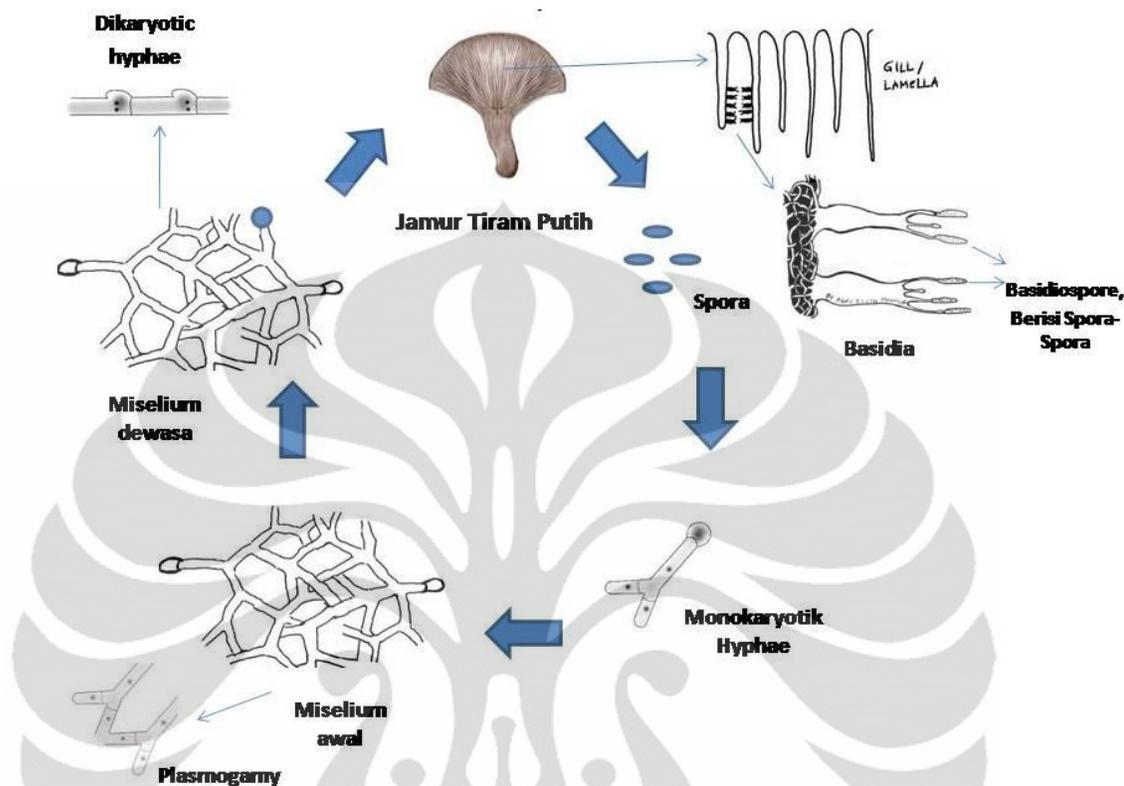
a. Tahap aseksual

Dalam tahap ini berarti miselium berkembang melalui tiga tahapan. Tahapan pertama adalah **miselium primer**, yaitu miselium yang tumbuh dari perkecambahan basidiospora. Miselium ini hanya memiliki satu inti (monokarion) dan bersifat infertile. Tahapan kedua adalah **miselium sekunder**, yaitu miselium yang terbentuk dari penggabungan miselium primer dengan tipe berbeda. Dan tahapan terakhir adalah **miselium tersier**, yaitu miselium yang terbentuk dari tubuh buah terutama dari jaringan tudung, tangkai atau lamella.

b. Tahap seksual

Reproduksi ini terjadi ketika adanya kontak gametangium dan konjugasi. Melalui kontak ini menyebabkan terjadinya menyatunya sel dari dua individu yang melewati dua tahapan yaitu plasmogami dimana terjadinya peleburan sitoplasma dan kariogami merupakan tahap peleburan inti. Pasangan inti nantinya akan membelah dalam waktu yang tak tentu dan akhirnya akan membentuk sel diploid yang akan melakukan pembelahan meiosis dan menjadi sel baru.

Pleurotus ostreatus yang dewasa mempunyai sekat – sekat yang di dalamnya terdapat basidia di bagian bawah tudungnya. Di ujung basidia tersebut terdapat kantung berisi banyak spora (Basidiospora) yang berfungsi untuk berkembang biak.



Gambar 10 Siklus Hidup *Pleurotus ostreatus* (<http://doitnow.ws/?p=156>)

Untuk mengembangbiakkannya, sesuai dengan yang digambarkan pada Gambar 10 di atas, bagian bawah tudung (basidia) yang mengandung banyak spora tersebut dipindahkan ke sebuah media. Setelah dipindahkan ke media, basidiospora tersebut akan bergerminasi kemudian hifa monokaryotik akan mulai tumbuh dengan mengambil nutrisi – nutrisi yang terdapat dalam medium tersebut. Kemudian hifa tersebut akan membentuk cabang yang berasal dari pembentukan dua nucleus. Percabangan tersebut akan ditutupi oleh septum. Kumpulan dari hifa tersebut dikenal sebagai miselium yaitu jaringan yang sambung menyambung berwarna putih. Tahap selanjutnya kemudian miselium tersebut akan menjadi miselium dewasa. Dalam tingkatan ini, hifa – hifa mengalami tahap plasmogami, kariogami, dan meiosis hingga terbentuk bakal *Pleurotus ostreatus* dengan syarat lingkungan sekitarnya mempunyai suhu 10 - 20⁰C, kelembaban 85% - 90%, cahaya yang cukup, serta CO₂ < 1000 ppm.

2.6.2. Lingkungan Hidup *Pleurotus ostreatus*.

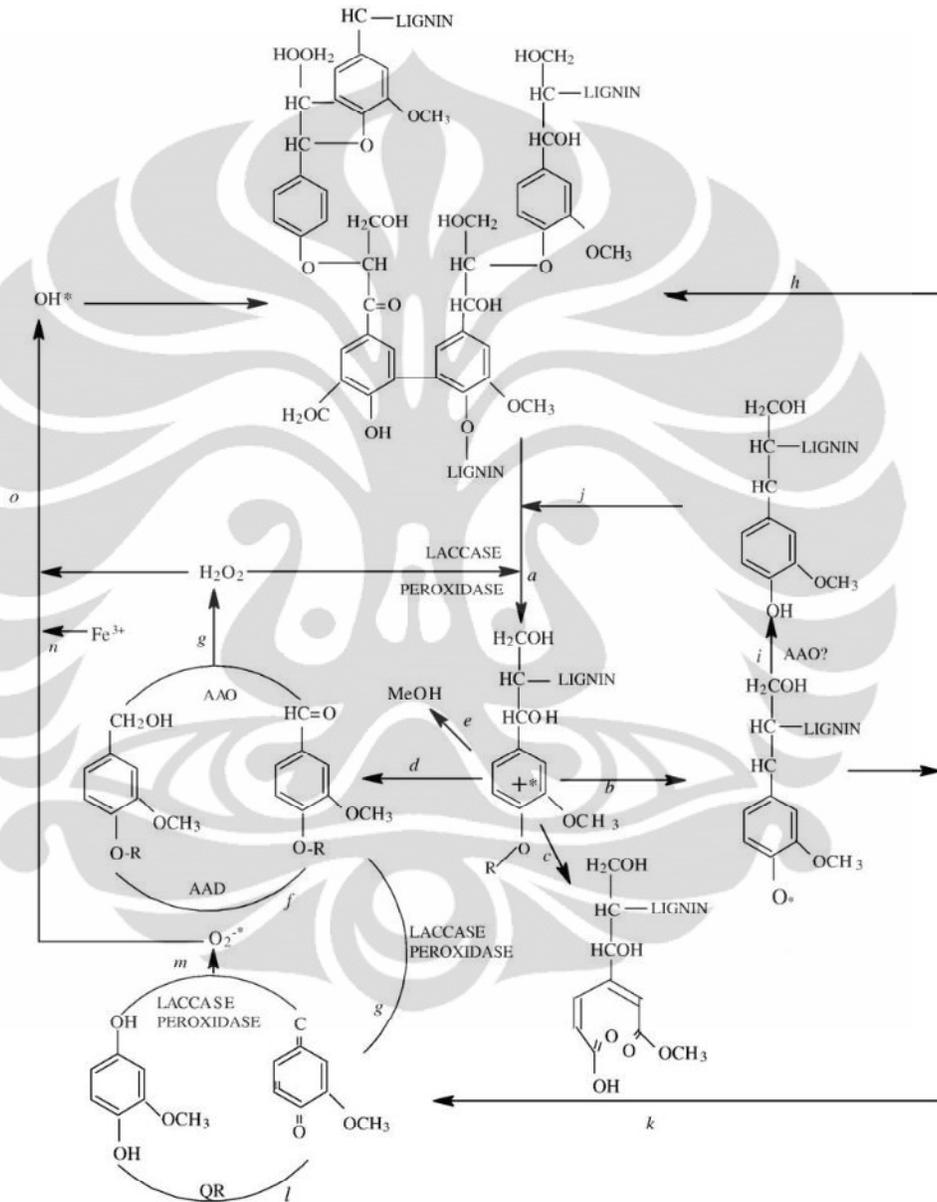
Faktor – faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan jamur ini adalah air, pH, substrat, kelembaban, suhu udara, serta sumber nutrisi. Air dibutuhkan oleh *Pleurotus ostreatus* untuk kelancaran transportasi antar sel yang menjamin tumbuh dan berkembangnya miselium dalam membentuk buah sekaligus menghasilkan spora. Jamur tiram ini tumbuh pada tempat – tempat yang mengandung nutrisi berupa senyawa karbon, nitrogen, vitamin, dan mineral. Karbon diperlukan untuk sumber energi untuk pertumbuhan jamur, nitrogen dalam bentuk nitrat, ion ammonium, nitrogen organik ataupun nitrogen bebas diperlukan untuk sintesis protein, purin dan pirimidin. Vitamin diperlukan untuk katalisator dan juga coenzim. Jenis – jenis vitamin yang dibutuhkan dalam pertumbuhan jamur ini adalah vitamin B₁, B₇, inositol, pyridoxine, B₃, dan B₅.

Unsur mineral yang diperlukan dalam pertumbuhan jamur ini meliputi unsur makro berupa K, P, Mg, Ca, dll dan juga unsur mikro berupa Zn, Cu, dll. Unsur P ini nantinya akan berperan dalam penyusunan membran plasma, molekul organik seperti ATP, dan asam nukleat. Unsur K berperan dalam aktivitas enzim metabolisme karbohidrat dan keseimbangan ionik. Miselium jamur akan tumbuh optimal pada suhu 25⁰C – 30⁰C, dalam keadaan gelap, kelembaban udara antara 65% - 70%, kandungan CO₂ 15% - 20% dari volume udara dan kondisi asam (pH 5,5 – 6,5). Sedangkan untuk tubuh buah jamur akan tumbuh dalam keadaan agak terang, kondisi keasamaan sekitar 6,8 – 7,0 dan kelembaban udara 80% - 85%.

2.7. Pendegradasian Lignin

Jamur mendegradasi lignin menjadi produk yang larut dalam air dan CO₂ (Boyle et al. 1992). Jamur tersebut kemudian akan mengeluarkan enzim – enzim pendegradasi lignin yang bekerja secara bergantian. LiP merupakan katalis utama dalam proses ligninolisis oleh Jamur karena mampu memecah unit non fenolik yang menyusun sekitar 90 persen struktur lignin (Srebotnik et al. 1994). LiP dan MnP mempunyai mekanisme yang berbeda dalam proses ligninolisis (Broda et al. 1996). MnP mengoksidasi Mn²⁺ menjadi Mn³⁺ yang berperan sebagai dalam pemutusan unit fenolik lignin. LiP mengkatalis oksidasi senyawa aromatik non fenolik. LiP yang diaktivasi oleh H₂O₂ dapat mengoksidasi senyawa fenolik dan non fenolik dengan

mediator veratryl alcohol (Have dan Fransesen 2001). Berikut akan digambarkan skema pendegradasi lignin oleh enzim – enzim yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih secara lengkap.



Gambar 11 Skema Pendegradasi Lignin (Martinez et al., 2005)

2.8. Penggunaan *Pleurotus ostreatus* Dalam Pendegradasian Lignin

Penggunaan *Pleurotus ostreatus* sudah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai macam jenis media pelapukan seperti (Elisashvili, et al., 2007) yang menggunakan jamur *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus dryinus*, dan *P. tuberregium* untuk melapukan *wheat straw*, penggunaan *Pleurotus ostreatus* dalam mendegradasi *creosote-treated wood* (Galli, et al., 2008), pengaruh inokulasi *Pleurotus ostreatus* dalam degradasi kayu (Piškur, et al., 2011) dan lain sebagainya.

Pendekomposisian dari tiap penelitian di atas diberikan metode perlakuan yang berbeda yaitu dengan meletakkan proses inokulasi di bawah kondisi yang gelap tanpa diberikan pengadukan kemudian mengukur kadar pH, kandungan nitrogen dan karbon, serta kadar ligninnya dan proses inokulasi yang diletakkan dalam kondisi gelap dengan diaduk secara berkala kemudian mengukur aktivitas enzim.

Untuk setiap perlakuan yang diberikan, kedua peneliti di bawah ini akan memberikan hasil yang berbeda untuk kadar akhir lignin yang dihasilkan yaitu :

1. Pengaruh inokulasi *Pleurotus ostreatus* dalam degradasi kayu (Piškur, et al., 2011)

Dalam penelitian ini, parameter – parameter yang diukur adalah pH, kadar karbon, nitrogen, Fe, lignin dan lain sebagainya. Pengambilan sampel dilakukan mulai dari bulan ke – 0, bulan ke – 6, dan bulan ke – 17. Dari hasil percobaan ini, nilai yang didapat dari kandungan potongan kayu setelah diberikan *Pleurotus ostreatus* adalah pada bulan ke – 6 yang semula kadar lignin sebanyak $21,4 \pm 0,4\%$ terjadi penurunan menjadi $19,4 \pm 0,4\%$ dan pada bulan ke - 17 yang semula kadar lignin sebanyak $23,3 \pm 2,1\%$ terjadi penurunan menjadi $22,0 \pm 0,6\%$.

2. Efek dari co-cultivation spesies *Pleurotus* dalam menghasilkan enzim lignoselulotik dan penguasaan jamur (Carabajal, et al., 2011)

Kondisi penginkubasian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dalam keadaan gelap dan suhu lingkungan 25°C . Setelah diinkubasi, jumlah ligninnya diukur dan hasilnya adalah jumlah lignin substrat dari sebelum diberikan perlakuan sebesar $0,35 \pm 0,04$ (g/g^{-1} residu kering) berkurang menjadi $0,25 \pm 0,02$ (g/g^{-1} residu kering).

Dari kedua hasil tersebut akan menjadi acuan bagi penulis dalam mengetahui apakah penelitian yang penulis lakukan ini memberikan hasil yang lebih baik atau tidak.

2.9. State of The Art

Kemampuan jamur pelapuk putih (*white – rot fungi*) dalam pendegradasian biomassa lignoselulosa sudah terbukti ditunjukkan dengan adanya banyak peneliti yang menggunakan berbagai macam jenis jamur pelapuk putih dan juga berbagai macam jenis media pelapukan seperti (Elisashvili, et al., 2007) yang menggunakan jamur *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Pleurotus dryinus*, dan *P. tuberregium* untuk melapukan *wheat straw* dan dedaunan, penggunaan *Lentinula edodes* dan *Bjerkandera adusta* untuk mendegradasi kayu (Kaal, et al., 1995).

Pada umumnya kayu didegradasi oleh *white – rot fungi* untuk memutuskan ikatan lignoselulosa yang ada dalam biomassa. Dalam pemutusan ikatan tersebut maka jumlah lignin, yang dapat menghambat proses hidrolisis, yang terkandung dalam biomassa akan berkurang. Berikut akan diberikan ringkasan penelitian – penelitian yang sudah pernah ada dan juga letak penelitian yang dilakukan yaitu dengan menggunakan pelepah kelapa sawit sebagai biomassa serta *Pleurotus ostreatus* untuk mendegradasi pelepah kelapa sawit.

Tabel 7 State of The Art

Kayu	Carabajal et al., 2011	Kaal et al., 1995	Fernandes et al., 2004			Carabajal et al., 2011	Carabajal et al., 2011	Carabajal et al., 2011									Kaal et al., 1995
	Piškur et al., 2011																
	Galli et al., 2008																
Rice Straw				Karunanandaa et al., 1995	Karunanandaa et al., 1995	Karunanandaa et al., 1995											
creosote-treated wood									Galli et al., 2008								
Wheat Straw	Elisashvili et al., 2007	Elisashvili et al., 2007												Elisashvili et al., 2007	Elisashvili et al., 2007		
Daun Pepohonan	Elisashvili et al., 2007	Elisashvili et al., 2007												Elisashvili et al., 2007	Elisashvili et al., 2007		
Pelepah Kelapa Sawit	Current Research																
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	

Keterangan :

a. <i>Pleurotus ostreatus</i>	f. <i>Pleurotus sajor-caju</i>	k. <i>T. versicolor</i>	p. <i>Bjerkandera adusta</i>
b. <i>Lentinula edodes</i>	g. <i>Pleurotus sapidus</i>	l. <i>Daedalea quercina</i>	
c. <i>Phellinus flavomarginatus</i>	h. <i>Pleurotus djamor</i>	m. <i>Armillaria mellea</i>	
d. <i>Cyathus stercoreus</i>	i. <i>Auricularia auricula-judae</i>	n. <i>Pleurotus dryinus</i>	
e. <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	j. <i>Auricularia polytrica</i>	o. <i>P. tuberregium</i>	

BAB III

METODE PENELITIAN

2.1. Rancangan Penelitian

Untuk melapukan pelepah kelapa sawit menggunakan *Pleurotus ostreatus* yang akan dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode yang sudah pernah dilakukan sebelumnya (Samsuri, 2006) namun disertai dengan berbagai modifikasi yang mengikuti tahapan-tahapan yang tertera dalam diagram alur berikut ini :



Gambar 12 Diagram Alir Prosedur Penelitian

3.2. Model dan Variabel dalam Penelitian

3.2.1. Model Penelitian

Dalam melapukan pelepah kelapa sawit, tahap pertama yang dilakukan adalah pengurangan ukuran pelepah kelapa sawit menggunakan blender hingga ukurannya menjadi homogen. Kemudian meletakkannya dalam oven hingga kadar air dalam pelepah kelapa sawit hilang. Sebelum melapukan pelepah kelapa sawit, jamur *Pleurotus ostreatus* perlu dipreculture terlebih dahulu yakni dengan meletakkannya dalam medium PDA 100%.

Sebelum dilakukan proses pelapukan, kadar awal lignin dan selulosa pelepah kelapa sawit diukur terlebih dahulu menggunakan metode chesson untuk mengetahui seberapa besar pengurangan lignin serta penambahan jumlah selulosa nantinya setelah dilapukan. Untuk proses pelapukan, *Pleurotus ostreatus* dibantu oleh nutrisi yang berasal dari jagung beras, dedak, kalsium karbonat, kalsium sulfat dengan memvariasikan komposisinya. Setelah itu kadar lignin dan gula kemudian diukur kembali secara berkala untuk mengetahui kondisi optimum pelapukannya.

Jagung beras serta dedak disini akan bermanfaat sebagai sumber makronutrien dan juga mikronutrien untuk pertumbuhan miselium nantinya seperti K, P, Mg, Ca, Zn, Cu, serta vitamin B. Sedangkan CaCO_3 digunakan untuk menetralsir asam oksalat yang dikeluarkan oleh miselium dalam proses pelapukan.

3.2.2. Variabel dalam Penelitian

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah :
 - Sumber nutrisi
 - Komposisi Nutrisi

- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah :
 - Jumlah Lignin yang terdegradasi
 - Jumlah selulosa yang dihasilkan
 - Durasi pelapukan

3.3. Alat dan Bahan

a. Alat

- Blender : Untuk memotong-motong pelepah kelapa sawit menjadi ukuran 0.250 mm
- Labu Erlenmeyer : Tempat terjadinya pelapukan pelepah kelapa sawit.
- Autoclave : Tempat terjadinya proses produksi dengan pemberian atau perlakuan tekanan dan suhu tinggi.
- Oven : Tempat mengeringkan pelepah kelapa sawit hingga kadar airnya hilang.
- *Stirrer* : Tempat pengadukan sampel agar tercampur sempurna
- *Laminar Air Flow* : Tempat pemindahan bahan – bahan dalam kondisi steril.

b. Bahan

- Pelepah Kelapa Sawit : Sebagai bahan baku produksi biobutanol (sumber α -Cellulose)
- Jamur *Pleurotus ostreatus* : digunakan pada proses pelapukan pelepah kelapa sawit untuk menghilangkan senyawa lignin
- Kalsium Karbonat : Untuk sumber kalsium bagi pertumbuhan miselium.
- Jagung beras dan dedak : sebagai sumber karbohidrat bagi pertumbuhan miselium.
- Potato – Dextrose Agar (PDA) : Sarana pembiakan jamur *Pleurotus ostreatus*.

1.4. Teknik Pengumpulan serta Analisis Data

1. Persiapan Pelepah Kelapa Sawit

Tujuan dari langkah ini adalah mengurangi ukuran pelepah kelapa sawit hingga didapatkan ukuran yang hampir homogen. Untuk mencapai tujuan tersebut dapat dilakukan dengan mengikuti tahapan – tahapan seperti di bawah ini :

- Pelepah kelapa sawit dimasukkan ke dalam pamarut kelapa sampai menjadi serat – serat terpisah

- Serat – serat terpisah tersebut kemudian diblender untuk menghasilkan ukuran yang lebih homogen.
- Menyaring dengan nash ukuran 0,250 mm sehingga mendapatkan serbuk pelepah kelapa sawit yang berukuran hampir homogen.
- Dikeringkan dengan oven selama 1 jam pada suhu 105⁰ C sampai berat tidak berubah.

2. Pelapukan Pelepah Kelapa Sawit (Samsuri, 2006).

Tujuan dari melapukkan pelepah kelapa sawit adalah untuk memutuskan ikatan lignin dengan selulosa yang dapat menghambat peristiwa penghidrolisisan selulosa. Tahapan – tahapan yang dapat dilakukan untuk mencapai tujuan ini adalah sebagai berikut :

2.a. Pembibitan Jamur Pelapuk Putih (F0)

- Pembuatan 500 ml medium PDA 100%
- Mensterilisasi medium PDA pada suhu 121⁰C selama 15 – 20 menit di dalam autoclave
- Mempreculture jamur *Pleurotus ostreatus* pada PDA 100%
Bagian jamur yang dipreculture adalah bagian daging jamur yang terletak antara tangkai dan tudung jamur.
- Mengkondisikan pada suhu 25⁰C – 26⁰C selama 1 – 2 minggu

2.b. Pemiakan Jamur Pelapuk Putih (F1)

- Melakukan persiapan jagung sebelum dimasukkan terlebih dahulu yakni :
 - Mencuci jagung beras sebanyak ± 2 ons kemudian tiriskan selama 1 jam.
 - Mengukus jagung beras selama 1,5 jam, angkat kemudian dinginkan
- Mencampurkan jagung tersebut dengan 5 gram Kalsium Karbonat (CaCO₃)
- Memasukkan campuran jagung dan CaCO₃ ke dalam botol kemudian sterilkan di dalam autoclave pada suhu 121⁰C, tekanan 1,1 atm selama 1 jam.
- Masukkan miselium jamur pelapuk putih (bibit F0) ke dalam botol kemudian tutup rapat dan diamkan hingga botol dipenuhi oleh miselium jamur selama 2 minggu.

2.c. Kultivasi Jamur Pada Sampel

- Siapkan media berupa campuran 20 gram serbuk pelepah kelapa sawit, dedak, kalsium karbonat, dan jagung beras.
- Mencampurkan dedak, serbuk pelepah kelapa sawit, dan kalsium karbonat.
- Menambahkan air secukupnya kemudian didiamkan selama dua hari.

Perendaman ini dilakukan bertujuan untuk menghilangkan getah ataupun minyak yang masih terkandung dalam serbuk pelepah kelapa sawit sekaligus untuk membuat serbuk pelepah kelapa sawit menjadi lebih lunak sehingga mudah untuk digunakan oleh jamur.

Pesiapan sebelum jagung dimasukkan :

- Mencuci jagung beras kemudian tiriskan selama 1 jam.
- Mengukus jagung beras selama 1,5 jam, angkat kemudian dinginkan
- Masukkan jagung ke botol beserta dedak, serbuk pelepah kelapa sawit dan kalsium karbonat yang sudah disimpan selama 2 hari.
- Sterilkan selama ± 8 jam
- Inokulasikan bibit F1 ke botol berisi medium jagung, serbuk pelepah kelapa sawit, dedak, kalsium karbonat, dalam keadaan steril.
- Simpan di dalam incubator.

Catatan : Variasi komposisi substrat yang akan digunakan sesuai dengan tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Variasi Nutrisi Yang Ditambahkan Untuk Melapukan Pelepah Kelapa Sawit

Variabel	Variasi A (gram)					Variasi B (gram)				
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
Jagung	0	10	15	20	25	0	0	0	0	0
Dedak	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
Kalsium Karbonat	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Pelepah Kelapa Sawit	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Keterangan : **Variasi A** : dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan jagung, sebagai nutrisi, serta komposisinya dalam pertumbuhan miselium.

Variasi B : dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan dedak, tanpa disertai adanya penambahan jagung beras, sebagai nutrisi tambahan, serta komposisinya dalam pertumbuhan miselium.

3. Pengujian Kadar Lignin dan Selulosa (Metode Chesson)

Tujuan dari dilakukan tahap ini adalah untuk mengetahui jumlah lignin yang terdegradasi oleh *Pleurotus ostreatus* serta jumlah selulosa yang dihasilkan dari pelapukan serbuk pelepah kelapa sawit.

- Satu g (a) sampel kering ditambahkan 150 mL H₂O. Direfluks pada suhu 100°C dengan water bath selama 1 jam. Hasilnya disaring, residu dicuci dengan air panas (300 mL). Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai konstan kemudian ditimbang (b).
- Residu ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N kemudian direfluks dengan water bath selama 1 jam suhu 100°C. Hasilnya disaring sampai netral (300 mL) dan dikeringkan (c).
- Residu kering ditambahkan 10 mL H₂SO₄ 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks pada water bath selama 1 jam pada pendingin balik. Residu disaring dan dicuci dengan H₂O sampai netral (400 mL) kemudian dipanaskan dengan oven dengan suhu 105°C dan hasilnya ditimbang (d)

Perhitungan untuk mencari kadar selulosa adalah :

$$Kadar\ selulosa = \frac{c - d}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan untuk mencari kadar lignin adalah :

$$Kadar\ lignin = \frac{d}{a} \times 100\% \quad (2)$$

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

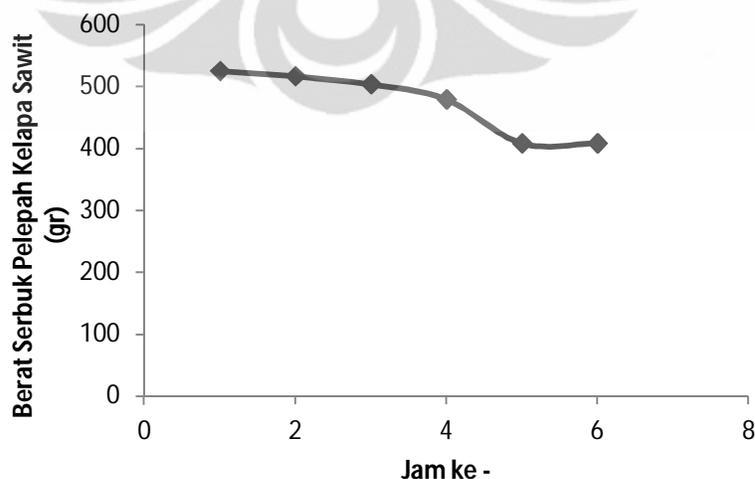
4.1. Hasil Pengurangan Ukuran Pelepah Kelapa Sawit

Berat akhir dari pelepah kelapa sawit yang sudah diblender adalah 524,8 gram sebelum pelepah kelapa sawit dikeringkan dengan oven pada suhu 105⁰C. Namun setelah dimasukkan ke oven berkali – kali, berat serbuk pelepah kelapa sawit mengalami penurunan dimana penurunan yang dialami adalah sebagai berikut :

Table 8 Penurunan Berat Serbuk Pelepah Kelapa Sawit

Jam ke -	Berat (gram)
1	525
2	516,5
3	503,6
4	479,3
5	408,3
6	408,3

Dan kurva penurunan berat serbuk pelepah kelapa sawit berdasarkan tabel di atas adalah :



Gambar 13 Kurva Penurunan Berat Serbuk Pelepah Kelapa Sawit

Berat serbuk pelepah kelapa sawit mengalami penurunan saat dikeringkan dalam oven karena berat awal serbuk pelepah kelapa sawit sudah termasuk dalam kadar air, minyak ataupun getah yang masih terdapat dalamnya. Sehingga saat dipanaskan dengan oven, jumlah air, minyak serta getah yang ada menguap dan berat serbuk sebanyak 408,2935 gram adalah berat serbuk pelepah kelapa sawit tanpa adanya kandungan air, minyak ataupun getah. Pengeringan ini juga dilakukan bertujuan untuk mencegah terjadinya penghambatan pertumbuhan miselium jamur *Pleurotus ostreatus*.

4.2. Pembibitan Jamur Pelapuk Putih (F0)

Jamur *Pleurotus ostreatus* perlu dibiakkan dalam medium PDA sebelum digunakan untuk memutuskan ikatan lignoselulosa. Penelitian kali ini dilakukan perbedaan konsentrasi medium PDA yakni sebesar 2% dan 100% untuk melihat pertumbuhan medium miselium yang baik. Dalam medium PDA 2%, nantinya akan terlihat miselium putih yang mengapung dalam medium dan menyebabkan medium menjadi keruh. Sedangkan untuk medium PDA 100%, miselium yang berupa benang – benang putih akan tumbuh di permukaan medium. Pengamatan akan pertumbuhan miselium yang dilakukan dalam tahap ini dilakukan selama 2 minggu. Miselium jamur mulai tumbuh setelah hari ke – 5. Hasil dari dilakukannya pembibitan F0 ini adalah :

1. Tabung yang terlihat adanya pertumbuhan miselium



Gambar 14 Tabung a



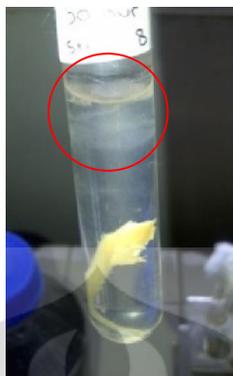
Gambar 15 Tabung b



Gambar 16 Tabung c



Gambar 17 Tabung d



Gambar 18 Tabung e



Gambar 19 Tabung f



Gambar 20 Tabung g



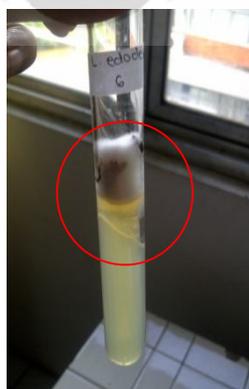
Gambar 21 Tabung h



Gambar 22 Tabung i



Gambar 23 Tabung j



Gambar 24 Tabung k



Gambar 25 Tabung l

Bila melihat tabung a hingga tabung l yang tertera di atas, terlihat adanya benang – benang berwarna putih di atas permukaan medium (tabung k dan l) ataupun mengambang di dalam medium (tabung a hingga tabung j). Hal tersebut disebabkan oleh bagian jamur yang dipindahkan ke media mengandung Basidiospora dan spora – spora tersebut mulai tumbuh dan mengambil nutrisi yang terdapat dalam medium hingga pada akhirnya terbentuknya miselium (kumpulan hifa) berinti satu. Perbedaan banyak tidaknya serta tebal tipisnya miselium yang dihasilkan disebabkan oleh banyak atau tidaknya spora yang terikut dan dipindahkan ke medium. Bila melihat tabung a, b, d, e, f, i, dan j terlihat bahwa hanya sedikit miselium yang dihasilkan contohnya adalah ada yang berupa benang yang sangat tipis (tabung b), dan bahkan hanya menyebabkan medium PDA 2% berwarna keruh (tabung a, f dan tabung i).

Sedangkan untuk tabung c, h, k, dan l terlihat miselium yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan tabung a, b, d, e, f, i dan j. Namun dari keempat tabung tersebut, tabung k adalah tabung yang menghasilkan miselium terbanyak sedangkan untuk tabung l adalah tabung yang menghasilkan miselium yang banyak namun disertai oleh adanya kontaminan. Kehadiran kontaminan ini sangat tidak diinginkan sehingga kemungkinan besar tabung k ini tidak akan digunakan dalam pembibitan selanjutnya.

2. Tabung yang tidak terlihat adanya pertumbuhan miselium

Beberapa tabung dalam percobaan yang tidak terlihat adanya pertumbuhan miselium sama sekali akan terlihat dalam Gambar 26 hingga Gambar 29 di bawah ini :



Gambar 26 Tabung m



Gambar 27 Tabung n



Gambar 28 Jamur o



Gambar 29 Jamur p

Dari keenambelas tabung yang berisi pembiakan *Pleurotus ostreatus*, miselium jamur yang akan digunakan nantinya adalah miselium yang berasal dari medium PDA 100% serta yang banyak mengeluarkan miselium berwarna putih. Jika dilihat dari gambar di atas maka yang akan digunakan dan dibiakan selanjutnya adalah yang berada dalam Gambar 24 yaitu tabung k yang mempunyai ketinggian pertumbuhan miseliumnya $\pm 3,1$ cm. Miselium yang berasal dari medium PDA 100% ini dipilih karena untuk pembiakan dan kemudian menghasilkan F1, medium PDA tersebut harus ikut masuk ke dalam wadah sebagai sumber makanan miselium sebelum miselium tersebut makan makanan utamanya yang bersumber dari karbohidrat dan kalsium. Sehingga meskipun miselium dari medium PDA 2% ada yang berhasil tumbuh akan sulit nantinya jika digunakan untuk menghasilkan F1 dikarenakan oleh medium yang terlalu cair. Selain itu pertimbangan lain digunakannya miselium yang berada pada tabung reaksi 16b adalah untuk mendapatkan bibit F1 yang baik maka diperlukan penggunaan bibit F0 yang baik pula yaitu dengan ciri – ciri miselium tersebut tumbuh pada medium PDA yang terlihat putih dan tebal serta tidak terkontaminasi. Sedangkan untuk tabung yang terkontaminasi seperti yang terlihat pada Gambar 25 yaitu tabung l tidak layak digunakan untuk pembiakan selanjutnya. Dalam tabung reaksi tersebut terlihat adanya miselium berwarna lain yang tampak yaitu miselium berwarna hijau. Kontaminan ini timbul dikarenakan dalam proses inokulasi atau tahap awal untuk pembibitan tidak steril.

4.3. Pemiakan Jamur Pelapuk Putih (F1)

Bibit jamur F0 yang sudah dimasukkan ke dalam medium berupa jagung beras dan kalsium nantinya akan menghasilkan miselium – miselium putih yang memenuhi wadah yang digunakan setelah didiamkan selama 3 minggu. Jika dalam wadah nantinya tidak ditumbuhi miselium – miselium putih, atau dengan kata lain miselium berwarna hijau atau warna lainnya itu berarti terjadi kontaminasi. Kontaminasi ini dapat terjadi karena dalam proses pembibitan, kondisi pekerja, alat dan bahan yang digunakan, lingkungan pembibitan yang tidak steril.

Hasil dari pemiakan jamur pelapuk putih tahap kedua ini adalah :



Gambar 30 Pertumbuhan Miselium Jamur F1

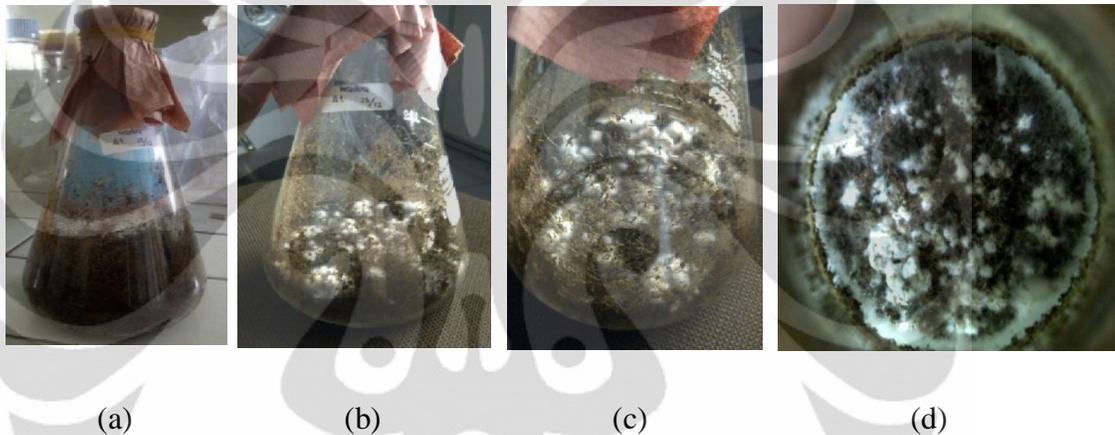
Bibit F1 yang terlihat dalam Gambar 44 di atas lama kelamaan akan memenuhi keseluruhan botol dan kemudian akan digunakan untuk mendegradasi lignin yang terkandung dalam serbuk pelepah kelapa sawit. Untuk proses pendegradasian lignin miselium yang berasal dari bibit F1 ini akan mendapatkan nutrisi tambahan dari sumber serta komposisi yang berbeda yakni hanya menggunakan dedak saja dan menggunakan dedak serta jagung. Bibit F1 yang berisi penuh dengan miselium berwarna putih dapat digunakan untuk lebih dari 20 tabung media yang akan dilapukkan. Hasil dari penambahan bibit F1 ini akan diamati secara kualitatif serta kuantitatif. Pengamatan secara kuantitatif nantinya akan menggunakan metode Chesson dan dilakukan satu minggu setelah bibit F1 dimasukan.

4.4. Kultivasi Jamur Pada Sampel

Miselium jamur F1 tersebut yang dimasukkan ke dalam serbuk pelepah kelapa sawit akan mengakibatkan miselium – miselium tersebut masuk ke dalam butiran – butiran pelepah kelapa sawit yang kemudian berikatan dengan lignin yang ada dan menghancurkannya. Pertumbuhan miselium – miselium ini terjadi secara sedikit demi sedikit selama 1 minggu dengan pertumbuhan yang terjadi adalah sebagai berikut :

- Wadah 1 (A1)

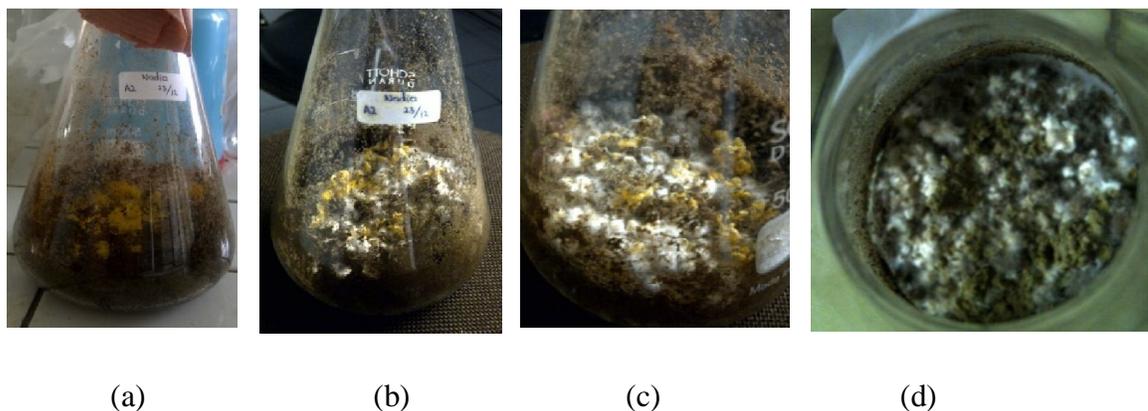
Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah dua hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 2 (A2)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : jagung 10 gram, dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah dua hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 3 (A3)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : jagung 10 gram, dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



(a)

(b)

(c)

(d)

Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 4 (A4)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : jagung 15 gram, dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



(a)

(b)

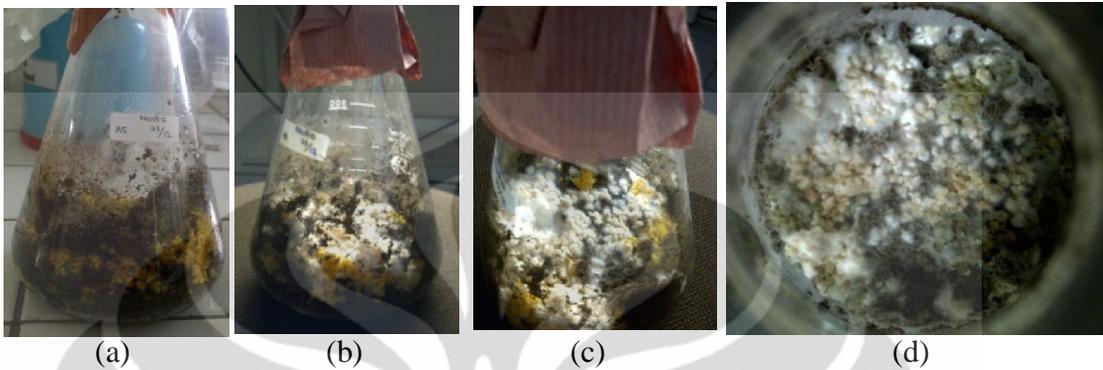
(c)

(d)

Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan

- Wadah 5 (A5)

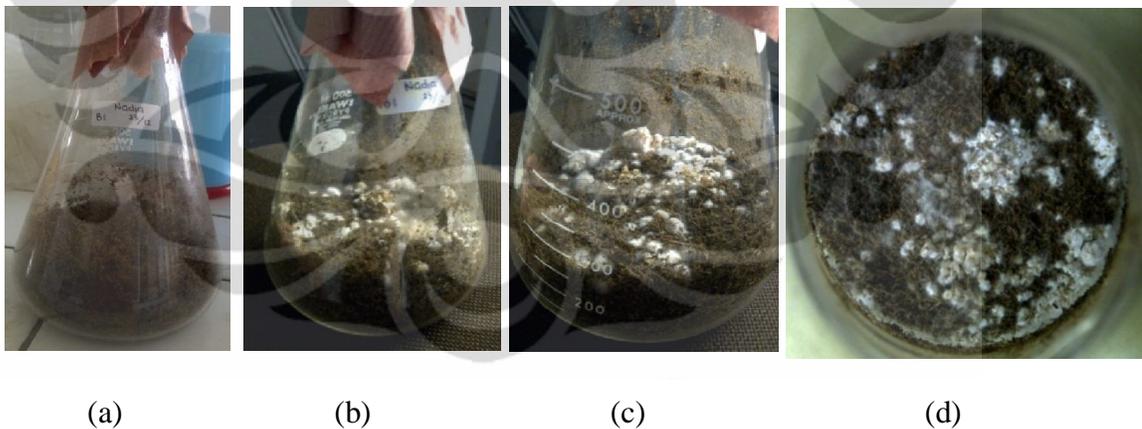
Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : jagung 20 gram, dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 6 (B1)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0,2 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 7 (B2)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0.3 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



(a)

(b)

(c)

(d)

Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 8 (B3)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0,4 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



(a)

(b)

(c)

(d)

Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 9 (B4)

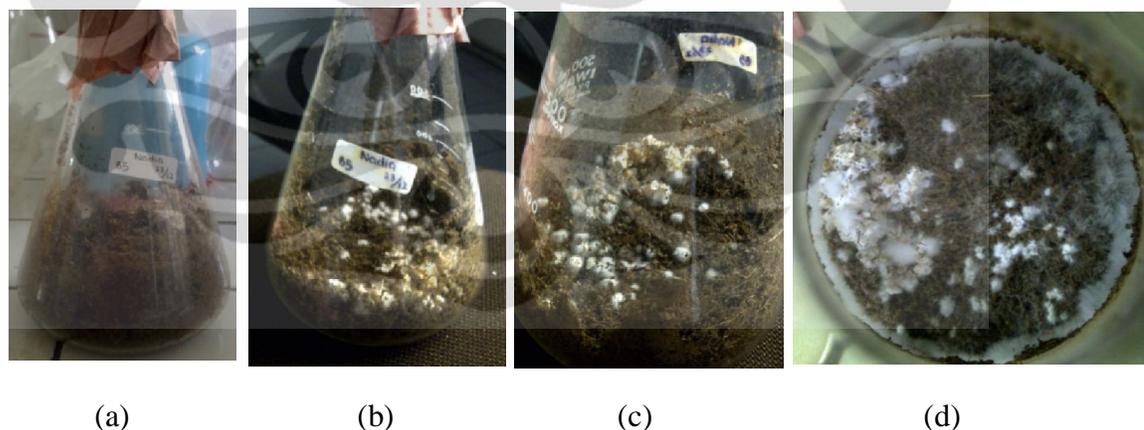
Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0,5 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

- Wadah 10 (B5)

Dengan jenis dan komposisi substrat yang dimasukkan adalah : dedak 0,6 gram, CaCO_3 0,4 dan serbuk pelepah kelapa sawit 20 gram.



Keterangan : (a) Sebelum miselium jamur tumbuh. (b) dan (c) Setelah 2 hari didiamkan. (d) Setelah satu minggu didiamkan.

Dalam wadah – wadah di atas, ada beberapa tabung (tabung A2 – A5) yang terlihat di seluruh permukaannya tidak berwarna putih. Timbulnya warna miselium yang berbeda ini menandakan bahwa dalam pertumbuhan miselium terjadinya kontaminasi yang mungkin saja

disebabkan oleh tidak sterilnya lingkungan pembibitan, alat dan bahan yang digunakan serta kondisi pekerja. Hal lain yang mungkin menyebabkan terjadinya kontaminasi ini adalah pada saat sebelum dimasukkan menjadi nutrisi tambahan, kondisi pengukusan jagung kurang sempurna sehingga masih ada bakteri yang hidup serta pada saat sebelum dimasukkan ke medium, kondisi jagung masih dalam keadaan basah atau belum kering seluruhnya sehingga lama kelamaan jagung tersebut basi sehingga tumbuhlah jamur yang tidak diharapkan. Tidak sempurnanya pengukusan ini diartikan sebagai pengukusan tidak cukup lama untuk mematangkan media sekaligus mematikan mikroba serta jamur pengkontaminasi dan yang kedua adalah suhu pengukusan tidak optimal. Jika suhu tersebut terjadi di bawah suhu optimalnya (90°C) atau tidak stabil maka akan sangat besar kemungkinan terjadinya kontaminasi sekalipun waktu pengukusannya lama.

Timbulnya noda yang berwarna hijau tersebut disebabkan oleh adanya *Trichoderma spp* yang tersebar melalui udara atau terbawa oleh pekerja. Hal ini kemudian menyebabkan pertumbuhan miselium jamur tiram terhambat. Oleh sebab itulah jika dilihat pada tabung A1 hingga A5 pertumbuhan miselium jamur tiram lebih sedikit dibanding tabung B1 hingga B5. Oleh sebab itu, dikarenakan dalam tabung B1 hingga B5 tidak menggunakan nutrisi tambahan maka dalam kelima tabung tersebut tampak pertumbuhan miselium yang baik atau dengan kata lain tidak ada kontaminasi.

Jika mengamati tabung B1 hingga B5 terlihat perbedaan pertumbuhan miselium baik di permukaan serbuk pelepah kelapa sawit hingga di pinggir wadahnya. Dalam kelima wadah tersebut, dalam wadah B1 terlihat miselium belum tumbuh secara merata di permukaan media sedangkan mulai dari wadah B2 hingga wadah B5 terlihat miselium sudah memenuhi permukaan media bahkan hingga di pinggiran wadah pun sudah terlihat adanya miselium tersebut. Namun, untuk wadah A2 hingga A5 pertumbuhan miselium berwarna putih tampak tidak merata. Yang tampak dalam keempat wadah tersebut adalah noda berwarna hijau (kontaminan) yang hampir mendominasi permukaan media.

4.5. Analisis Kadar Lignin dan Selulosa

Kadar kandungan lignin, selulosa serta hemiselulosa yang terkandung dalam pelepah kelapa sawit sebelum dilakukan perlakuan dengan *Pleurotus ostreatus* adalah :

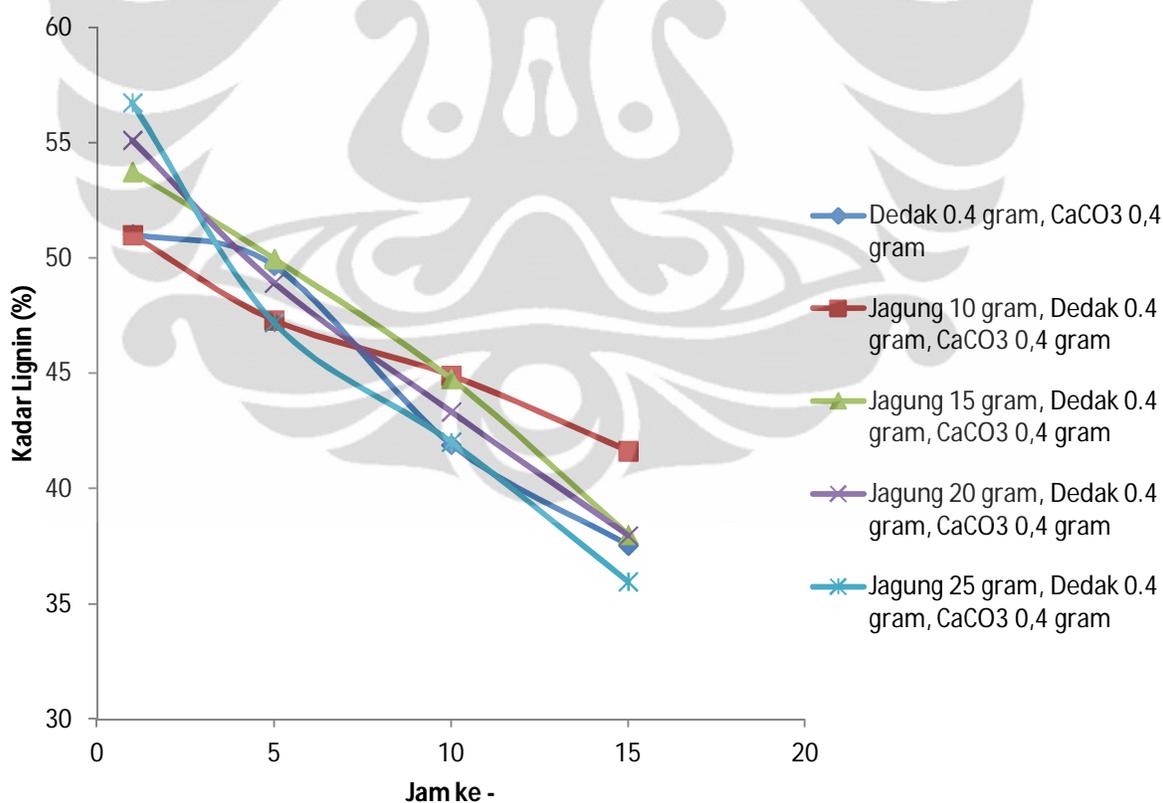
Tabel 9 Kandungan Awal Pelepah Kelapa Sawit

Kandungan	Kadar (%)
Selulosa	16,00
Hemiselulosa	17,73
Water soluble	5,69
Lignin	60,56
Total	100

Dengan memberikan perlakuan terhadap pelepah kelapa sawit yang disertai dengan beragam substrat dan komposisinya, maka hasil pendegradasian lignin dan kadar selulosa akhir yang diperoleh adalah :

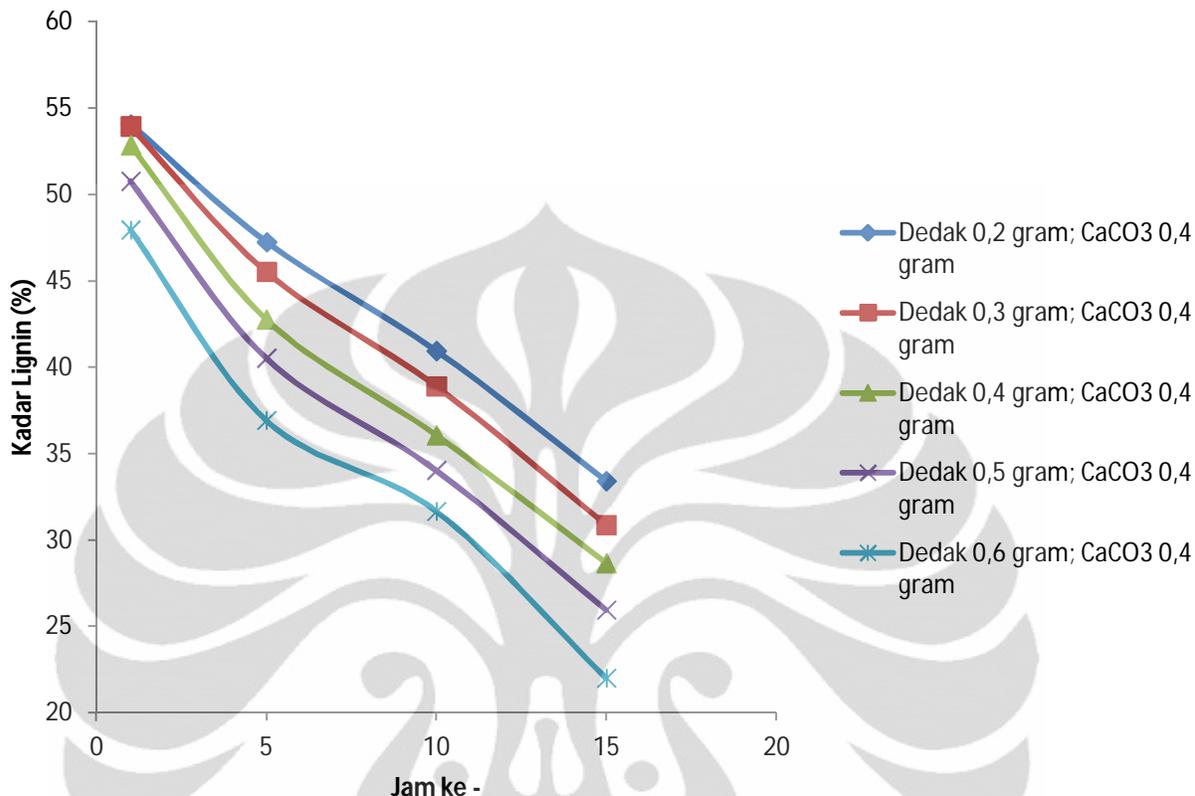
- Lignin

- Dengan penggunaan nutrisi jagung, dedak, CaCO_3



Gambar 31 Grafik Hubungan Antara Kadar Lignin Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak dan Jagung

b. Dengan penggunaan nutrisi dedak dan CaCO_3

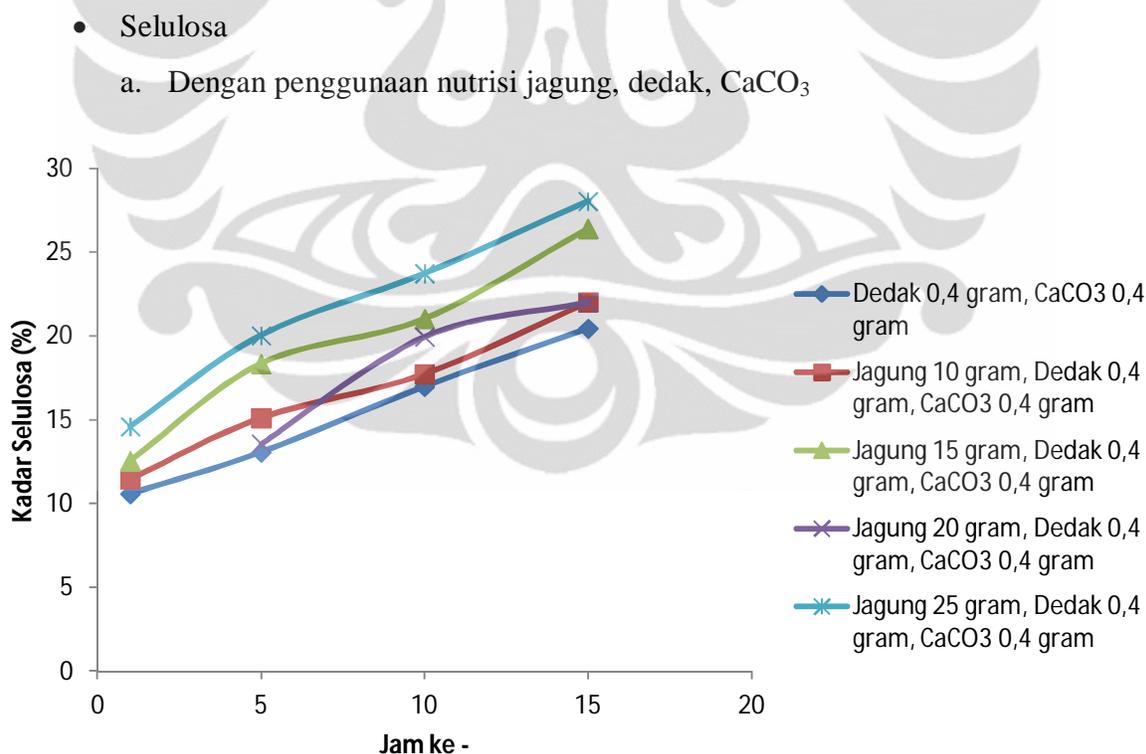


Gambar 32 Grafik Hubungan Antara Kadar Lignin Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak

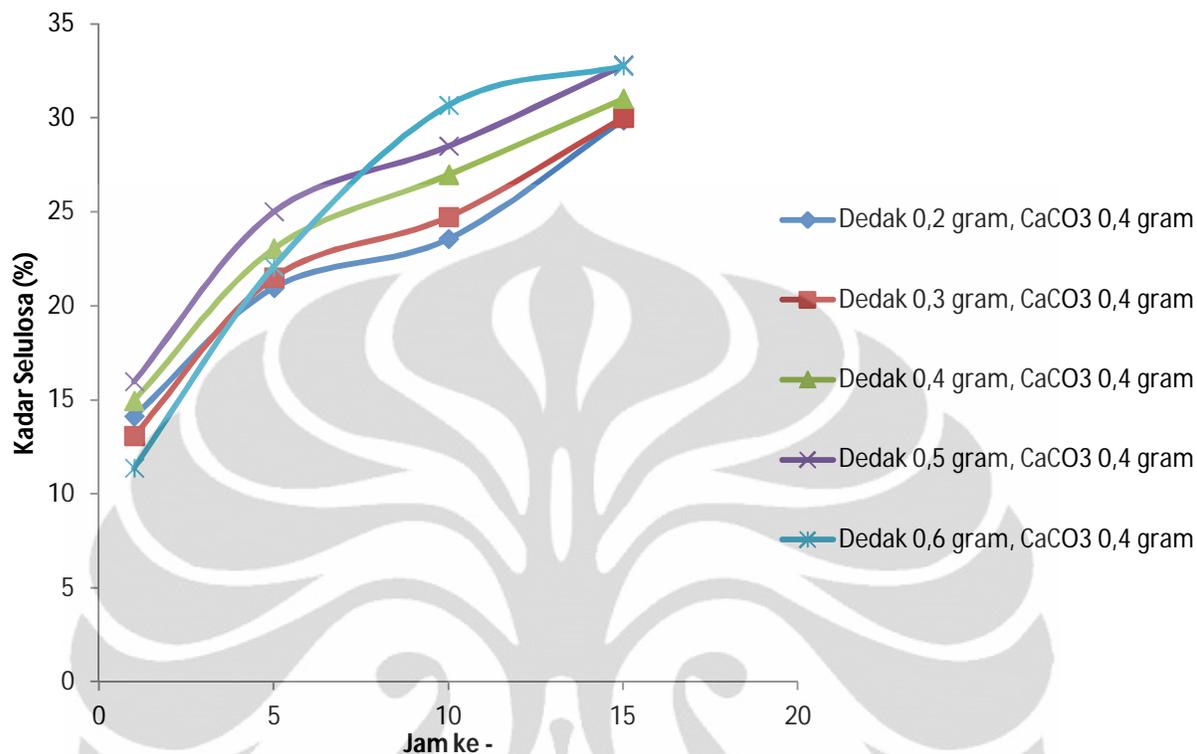
Dari hasil kurva di atas, terdapat penurunan kadar lignin dimana pada kurva B yang menghasilkan pendegradasian lignin terbesar. Hal tersebut disebabkan oleh adanya proses oksidatif dari miselium *Pleurotus ostreatus* yang masuk ke dalam pori – pori kayu kemudian menghasilkan enzim – enzim pendegradasi lignin seperti LiP, MnP, *laccase*, dan juga menghasilkan selulase, xilanase, serta hemiselulase (Hattaka., 1994). yang dapat mengurangi kandungan metoksi, fenolik, dan alifatik lignin, memecah cincin aromatic serta membentuk kelompok karbonil baru (Kirk dan Farrell., 1987; Hatakka., 2001). Dari adanya proses oksidatif tersebut, terjadinya produksi karbon dioksida. LiP dan MnP ini akan bekerja secara berurutan dalam mendegradasi lignin. Pertama LiP akan mengoksidasi non fenolik lignin, dimana MnP akan menghasilkan Mn^{3+} yang berfungsi sebagai penyebab terjadinya proses oksidasi dalam bagian fenolik atau non – fenolik lignin (Sánchez, 2008). Selanjutnya *laccase* yang adalah

tembaga biru akan mempercepat pengoksidasian electron baik yang ada di fenolik dan juga substrat. Ketiga enzim ini kemudian akan menyebabkan terjadinya peningkatan senyawa aromatic yang radikal.

Dari kurva A, komposisi yang paling baik untuk pendegradasian lignin terbanyak adalah dengan menggunakan jagung sebanyak 25 gram, dedak 0,4 gram dan CaCO_3 sebanyak 0,4 gram yaitu kadar lignin yang belum terdegradasi adalah 35,96 %. Sedangkan dari kurva B, komposisi yang paling baik untuk pendegradasian lignin terbanyak adalah dengan dedak 0,6 gram dan CaCO_3 dimana kadar lignin yang belum terdegradasi sebanyak 22,01%. Dan dapat disimpulkan dari semua komposisi yang digunakan, dengan menggunakan dedak saja sebagai nutrisi utamanya sudah memberikan pendegradasian lignin serta pertumbuhan miselium yang baik. Hal tersebut terlihat dari grafik dimana pada tahap awal pengujian, kadar lignin yang belum terdegradasi jika hanya menggunakan dedak sebesar < 55% sedangkan jika menggunakan sumber nutrisi tambahan yaitu jagung, kadar lignin yang belum terdegradasi masih sebesar < 58%.



Gambar 33 Grafik Hubungan Antara Kadar Selulosa Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak dan Jagung

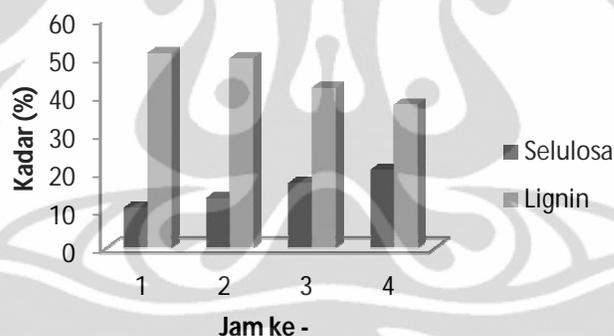
b. Dengan penggunaan nutrisi dedak dan CaCO_3 

Gambar 34 Grafik Hubungan Antara Kadar Selulosa Terhadap Waktu Dengan Variasi Komposisi Dedak

Dari hasil kedua grafik di atas terjadi peningkatan kadar selulosa. Peningkatan ini terjadi karena ikatan antara lignin dan selulosa (ikatan lignoselulosa) sudah terputus dan lignin sudah terdegradasi sehingga kadar akhir selulosanya terjadi peningkatan. Dari kedua variasi yang dilakukan terlihat bahwa kadar selulosa terbanyak dihasilkan pada media yang menggunakan dedak saja sebagai nutrisi tambahannya. Hal ini mungkin saja terjadi karena di dalam dedak terdapat sekumpulan nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan miselium seperti B1, magnesium, fosfor, kalsium dan lain sebagainya. Dan juga miselium susah untuk menyerap nutrisi yang berasal dari jagung dikarenakan jagung terlalu keras untuk diserap oleh miselium. Kemungkinan yang terakhir yang mungkin saja terjadi adalah di dalam wadah yang mengandung dedak saja tidak terdapat miselium pengganggu (kontaminan) sehingga pertumbuhan miselium *Pleurotus ostreatus* tidak terganggu.

Namun, jika berdasarkan teori yang ada seharusnya kadar selulosa terbanyak dihasilkan jika menggunakan jagung ditambah dedak sebagai sumber nutrisinya meskipun miselium susah untuk menyerap nutrisi yang terkandung dalam jagung. Hal tersebut mungkin terjadi karena sumber nutrisi yang dibutuhkan oleh miselium menjadi 2 macam yaitu dedak dan juga jagung. Namun, dikarenakan kehadiran kontaminan inilah yang menjadi alasan utama pertumbuhan miselium terhambat sehingga kadar selulosa yang dihasilkan pun menjadi berkurang juga. Dari kesepuluh jenis variasi, komposisi yang menjanjikan untuk proses pendegradasi lignin, penghasil selulosa terbanyak serta paling ekonomis tanpa takut terjadinya kontaminasi adalah dengan menggunakan dedak 0,6 gram dan CaCO_3 0,4 gram dimana hasil akhir selulosa yang diberikan adalah 32,74%.

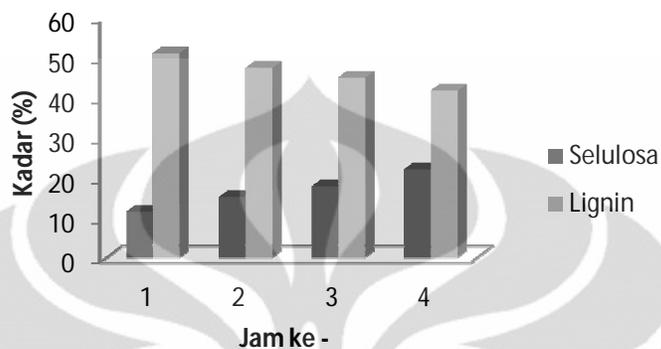
- Diagram Perbandingan Kadar Selulosa dan Kadar Lignin
 1. Komposisi yang digunakan adalah Dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (A1)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	4,34
Lignin	6,41

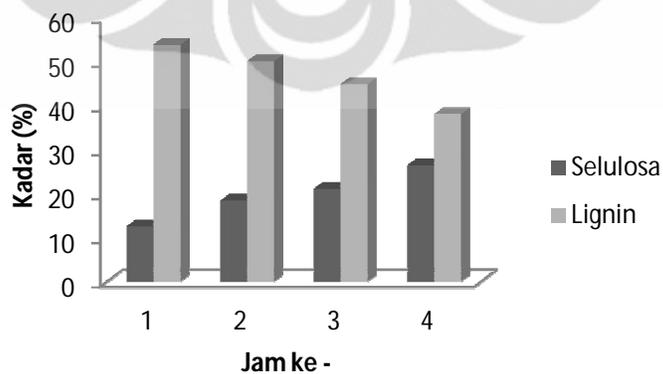
2. Komposisi yang digunakan adalah Jagung 10 gram, dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (A2)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	4,45
Lignin	3,95

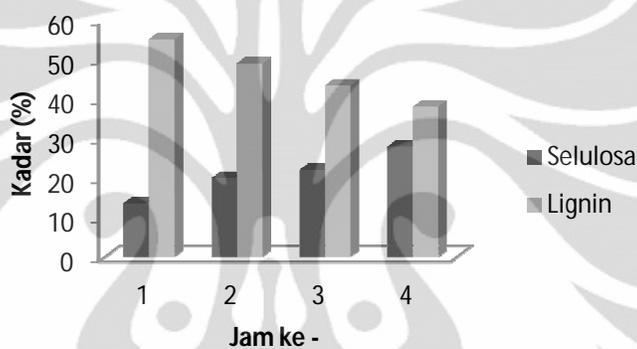
3. Komposisi yang digunakan adalah Jagung 15 gram, dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (A3)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	5,77
Lignin	6,82

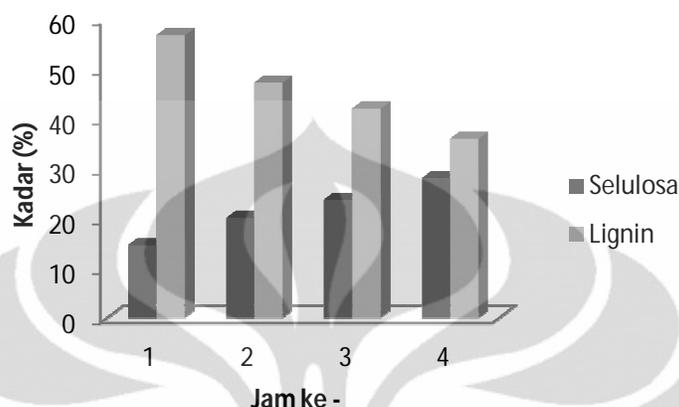
4. Komposisi yang digunakan adalah Jagung 20 gram, dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (A4)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	5,92
Lignin	7,37

5. Komposisi yang digunakan adalah Jagung 25 gram, dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (A5)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

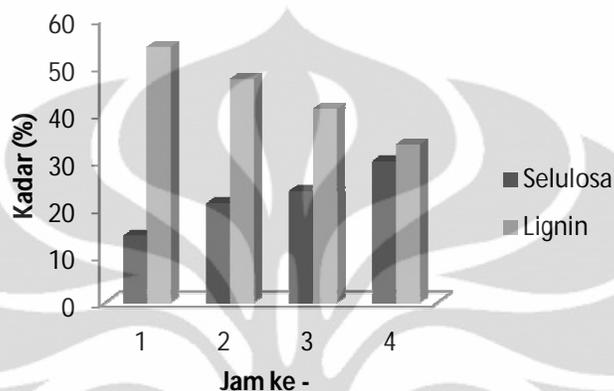
	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	5,70
Lignin	8,80

Dari kelima diagram di atas terlihat bahwa tidak adanya perbedaan kadar lignin dan selulosa yang signifikan. Hal tersebut terlihat dari ketinggian batang diagram pada kelimanya. Hal ini menandakan bahwa dengan menggunakan jagung sebagai tambahan nutrisi belum optimum dalam pendegradasian lignin. Selain itu juga dengan menambahkan jagung membuat kemungkinan dalam proses pendegradasian lignin menjadi terhambat dikarenakan adanya kemungkinan tumbuhnya miselium lain akibat tidak sempurnanya pengukusan jagung.

Dan jika dilihat lagi dari nilai standar deviasi yang dihasilkan, perubahan yang dihasilkan baik untuk selulosa dan lignin untuk tiap komposisi yang dimasukan tidak terlalu jauh seperti halnya untuk komposisi A1 dan A2, standar deviasi yang dihasilkan oleh A1 pada kandungan selulosa adalah 4,34 dan A2 adalah 4,45. Dengan selisih yang dihasilkan hanya 0,11 sehingga kesimpulannya adalah penggunaan jagung sebagai nutrisi

tambah belum memberikan hasil yang optimum dalam mendegradasi lignin yang mungkin diakibatkan oleh kehadiran kontaminan.

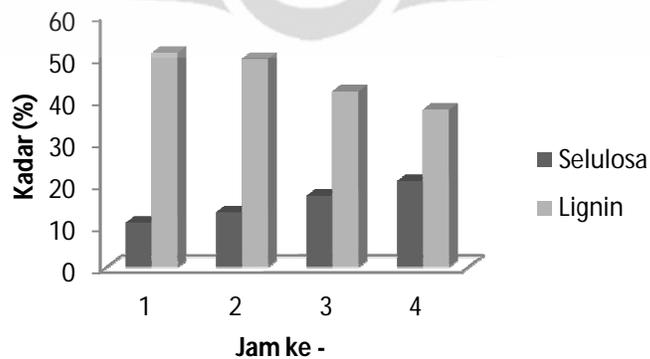
1. Komposisi yang digunakan adalah dedak 0,2 gram dan CaCO_3 0,4 gram (B1)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	6,52
Lignin	8,82

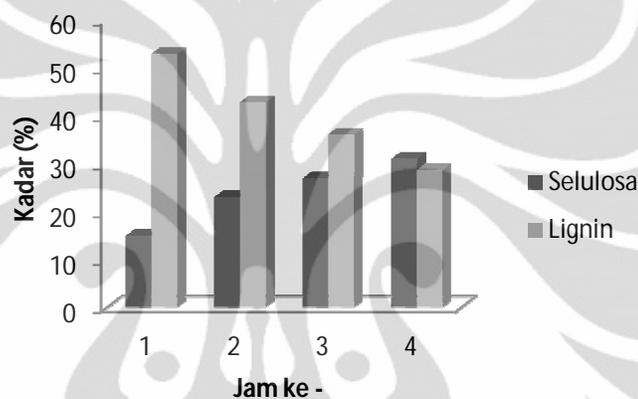
2. Komposisi yang digunakan adalah dedak 0,3 gram dan CaCO_3 0,4 gram (B2)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	7,09
Lignin	9,80

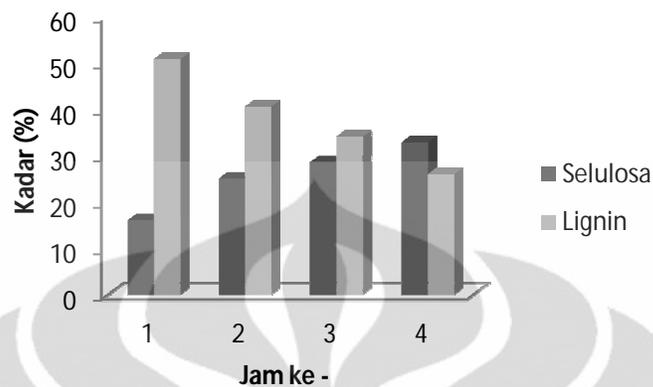
3. Komposisi yang digunakan adalah Dedak 0,4 gram dan CaCO_3 0,4 gram (B3)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	6,85
Lignin	10,28

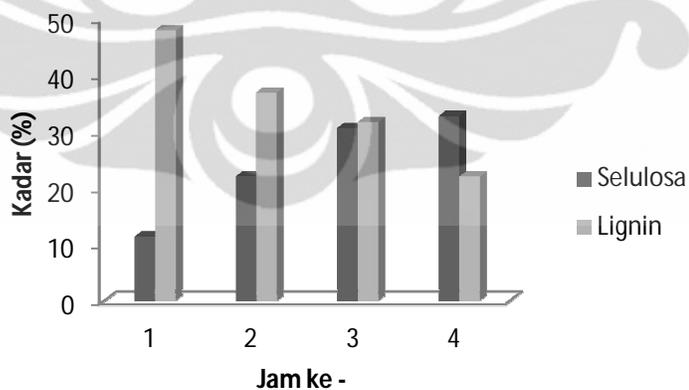
4. Komposisi yang digunakan adalah Dedak 0,5 gram dan CaCO_3 0,4 gram (B4)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	7,15
Lignin	10,49

5. Komposisi yang digunakan adalah Dedak 0,6 gram dan CaCO_3 0,4 gram (B5)



Dengan nilai standar deviasi untuk lignin dan selulosanya adalah :

	Nilai Standard Deviasi
Selulosa	9,73
Lignin	10,82

Dari kelima diagram di atas, terlihat perubahan kadar lignin serta selulosa yang signifikan. Hal ini mulai ditunjukkan pada diagram B3 hingga diagram B5, kadar selulosa pada jam ke – 4 mulai melebihi kadar ligninnya. Sehingga hal tersebut menandakan media yang hanya menggunakan dedak sebagai nutrisi miselium lebih berpotensi dibandingkan menggunakan jagung sebagai tambahannya. Ini terjadi karena bila hanya menggunakan dedak, kemungkinan untuk terjadinya kontaminasi berkurang.

Jika dilihat kembali pada nilai standar deviasi masing – masing komposisi, terlihat perbedaan yang dihasilkan seperti halnya untuk komposisi B1 dan B2, standar deviasi yang dihasilkan oleh B1 pada kandungan selulosa adalah 6,52 sedangkan untuk B2 adalah 7,09. Dengan selisih yang dihasilkan tersebut sebesar 0,57 terlihat bahwa dengan menggunakan dedak saja sudah memberikan hasil yang baik untuk mendegradasi lignin dan kemudian menghasilkan selulosa.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dengan mengamati dan berdasarkan dari data – data baik kualitatif dan kuantitatif, maka kesimpulan yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Kadar lignin terbaik yang belum terdegradasi oleh miselium dari wadah B5 adalah 22,5% dengan kadar selulosa yang dihasilkan adalah 32,5%.
2. Miselium jamur yang dikatakan miselium yang baik adalah jika miselium yang tumbuh berwarna putih dan bukan miselium yang berwarna lainnya. Karena jika yang tumbuh berwarna lain seperti warna hijau berarti timbulnya kontaminasi namun miselium tersebut masih layak digunakan jika hanya bertujuan untuk menumbuhkan jamur bukan pembibitan.
3. Dari gambar kurva pendegradasian lignin, nutrisi yang paling baik digunakan adalah menggunakan dedak dan CaCO_3 . Namun, jika sesuai teori yang ada sebuah jamur membutuhkan karbohidrat yang terkandung dalam biji – bijian sehingga ada kemungkinan penambahan jagung yang memberikan pendegradasian terbaik. Dikarenakan adanya kontaminasi ini mungkin yang menjadi penyebab terjadinya penghambatan pertumbuhan miselium sehingga mengenai hal ini perlu diteliti lebih lanjut.

5.2. Saran

Saran – saran yang dapat digunakan untuk memperbaiki penelitian ini kedepannya adalah sebagai berikut :

1. Adanya penggunaan kontrol yang hanya berisi sumber nutrisi dan serbuk pelepah kelapa sawit untuk mengetahui adanya noda hijau adalah benar sebuah kontaminan karena ketidaksempurnaan pengukusan jagung.
2. Pengeringan serbuk pelepah kelapa sawit coba untuk tidak perlu dilakukan karena nantinya serbuk pelepah kelapa sawit akan ditambah air juga sehingga jika dilakukan hanya akan menghabiskan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaskaveg, J.E., R.L. Gilbertson and M.R. Dunlap. 1995. Effects of incubation time and temperature on in vitro selective delignification of silver leaf oak by *Ganoderma colossum*. *Appl. Environ. Microbiol.* **61**:138-144.
- Anindyawati. (2010). "Potensi Selulase Dalam Mendegradasi Lignoselulosa Limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik." LIPI : Bogor.
- Anindyawati. (2009). "Prospek Enzim dan Limbah Lignoselulosa Untuk Produksi Bioetanol." LIPI : Bogor.
- Anonim [Online]. - Wikipedia, January 13, 2012. - January 15, 2012. - <http://en.wikipedia.org/wiki/Bran>.
- BALDRIAN* Petr Wood-inhabiting ligninolytic basidiomycetes in soils: Ecology and constraints for applicability in bioremediation [Journal]. - Czech Republic : Elsevier, 2008.
- Barbara Piškur, Marko Bajc, Robert Robek, Miha Humar, Iztok Sinjur, Ales Kadunc, Primož Oven, Gregor Rep, Samar Al Sayegh Petkovsek, Hojka Kraigher, Dusan Jurc, Franc Pohleven. Influence of *Pleurotus ostreatus* inoculation on wood degradation [Journal]. - Slovenia : Elsevier, 2011. - Vol. 102.
- Blanchette R.A. 1995. Degradation of lignocelluloses complex in wood. *Can. J. Bot.* **73** (Suppl.1):S999-S1010.
- Blanchette R.A., K.R. Cease and A.R. Abad. 1991. An evaluation of different forms of deterioration found in archaeological wood. *Int. Biodeter.* **28**:3-22.

- Boyle C.D., B.R. Kropp and I.D. Reid. 1992. Solubilization and mineralization of lignin by white rot fungi. *Appl. Environ. Microbiol.* **58**:3217-3224.
- Broda P., P.R.J. Birch, P.R. Brooks and P.F.G.Sims. 1996. Lignocellulose degradation by *Phanerochaete chrysosporium*: gene families and gene expression for a complex process. *Molecul. Microbiol.* **19**(5):923-932.
- Djarajah Ir. Abbas Siregar Djarajah dan Nunung Marlina Budi Daya Jamur Tiram, Pembibitan, Pemeliharaan, dan Pengendalian Hama Penyakit [Book]. - Jogjakarta : Kanisius, 2001.
- Dürre, P. (2007). "Biobutanol: An attractive biofuel." *Biotechnology Journal* **2**(12): 1525-1534.
- Elisashvili Vladimir, Michel Penninckx, Eva Kachlishvili, Nino Tsiklauri, Eka Metreveli, Tamar Kharziani, Giorgi Kvesitadze. *Lentinus edodes* and *Pleurotus* species lignocellulolytic enzymes [Journal]. - Brussels : Elsevier, 2007. - Vol. 99.
- E. Galli, E. Brancaloni, F. Di Mario, E. Donati, M. Frattoni, C. M. Polcaro, P. Rapana. Mycelium growth and degradation of creosote-treated wood by basidiomycetes [Journal]. - Roma : Elsevier, 2008. - Vol. 72.
- Goh, C. S., K. T. Tan, et al. (2010). "Bio-ethanol from lignocellulose: Status, perspectives and challenges in Malaysia." *Bioresource Technology* **101**(13): 4834-4841.
- Hammel K.E. 1997. Fungal Degradation of Lignin. Di Dalam: Cadisch G, Giller KE, Editor. *Driven By Nature: Plant Litter Quality And Decomposition*. London: CAB International. hlm. 33-45.
- Hatakka A. 1994. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. *FEMS Microbiol. Rev.* **13**: 125-135.

- Hatakka A. 2001. Biodegradation of lignin. In: Steinbüchel A. [ed] Biopolymers. Vol 1: Lignin, Humic Substances and Coal. Germany: Wiley VCH. pp. 129-180.
- Have R.T and M.C.R. Franssen. 2001. on a revised mechanism of side product in the lignin peroxidase catalyzed of veratryl alcohol. FEBS Letters. 487:313-317.
- Howard R.L, Abotsi E, Jansen van Rensburg E.L, and Howard S. Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production [Journal]. - Sovenga : [s.n.], 2003. - Vol. 2.
- Lia Fernandes, Clarice Loguercio-Leite, Elisa Esposito, Marcelo Menezes Reis. In vitro wood decay of *Eucalyptus grandis* by the basidiomycete fungus *Phellinus flavomarginatus* [Journal]. - Brazil : Elsevier, 2004. - Vol. 55.
- Maira Cairabajal, Laura Levin, Edgardo Alberto, Bernardo Lechner. Effect of co-cultivation of two *Pleurotus* species on lignocellulolytic enzyme [Journal] // International Biodeterioration & Biodegradation. - 2011. - pp. 71 - 76.
- Murthihapsari Bio-dekomposisi Kayu Keras. - Bogor : [s.n.], 2008.
- Nursiam Intan [Online] // Word Press. - December 2009. - Januari Sunday, 2012. - <http://intannursiam.wordpress.com/2009/12/01/kandungan-nutrisi%20jagung-kedelaidedakonggok/>.
- Perez J., J. Munoz-Dorado, T. de la Rubia and J. Martinez. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int. Microbiol.* **5**:53-63.
- Rayner A.D.M., Boddy L. 1988. Fungal decomposition of wood. Great Britain: John Wiley & Sons.

- Saha, B.C. 2004. *Lignocellulose Biodegradation and Application in Biotechnology*. US Government Work. American Chemical Society. 2-14.
- M. Samsuri, M. Gozan, R. Mardias, M. Baiquni, H. Hermansyah, A. Wijanarko, B. Prasetya, dan M. Nasikin (2007). "Pemanfaatan Selulosa Bagas Untuk Produksi Etanol Melalui Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Dengan Enzim Xylanase." *Teknologi* Volume 11, No. 1.
- Sánchez Carmen Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi [Journal]. - Tlaxcala : Elsevier, 2008. - Vol. 27.
- Srebotnik E., K.A. Jensen and K.E. Hammel. 1994. Fungal degradation of recalcitrant nonphenolic lignin structure without lignin peroxidase. *Proc Natl Acad Sci* 91:12794-12797.
- Tuor, Winterhalter U. and K. Fiechter A. Enzymes of white-rot fungi involved in lignin degradation and ecological determinants for wood decay [Journal]. - Switzerland : Elsevier, 1994. - Vol. 41.