



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH LAMA FERMENTASI DENGAN *Phanerochaete chrysosporium* TERHADAP PERUBAHAN LIGIN , SELULOSA, HEMISELULOSA DAN KECERNAAN SERAT KASAR DARI BUNGKIL INTI SAWIT

SKRIPSI



**NUR AFNI
1110612009**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2015**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

Kami dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang ditulis oleh :

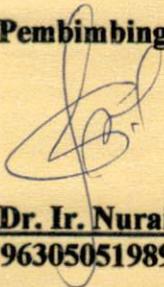
NUR AFNI

Pengaruh Lama Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* Terhadap Perubahan Lignin, Selulosa, Hemiselulosa Dan Kecernaan Serat Kasar Dari Bungkil Inti Sawit

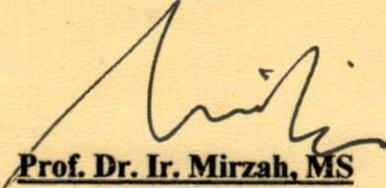
Diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana peternakan

Menyetujui,

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. Nuraini, MS
NIP. 196305051989032002

Pembimbing II

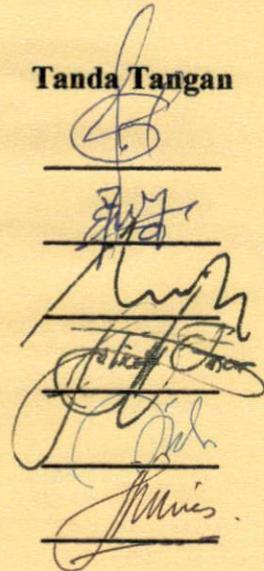

Prof. Dr. Ir. Mirzah, MS
NIP. 131623493

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

Ketua	Prof. Dr. Ir. Nuraini, MS
Sekretaris	Ir. Erpomen, MP
Anggota	Prof. Dr. Ir. Mirzah, MS
Anggota	Dr. Ir. Yuliaty Shafan Nur, MS
Anggota	Dr. Simel Sowmen, S.Pt, MP
Anggota	Ir. Helmi Muis, MP

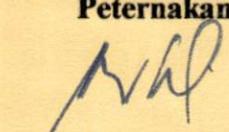


Mengetahui,

**Dekan Fakultas Peternakan
Universitas Andalas**


Dr. Ir. H. Jafrinur, MSP
NIP. 196002151986031005

**Ketua Program Studi
Peternakan**


Dr. Rusfidra, S.Pt, MP
NIP. 132231457

Tanggal Lulus : Kamis, 30 April 2015

PENGARUH LAMA FERMENTASI DENGAN *Phanerochaete chrysosporium* TERHADAP PERUBAHAN LIGNIN, SELULOSA, HEMISELULOSA DAN KECERNAAN SERAT KASAR DARI BUNGKIL INTI SAWIT

Nur Afni¹⁾, Nuraini²⁾, Mirzah²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan
Universitas Andalas, Padang, 2015.

²⁾Bagian Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan
Universitas Andalas, Kampus Limau Manis Padang

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* terhadap perubahan selulosa, lignin, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar dari bungkil inti sawit (BIS). Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan yaitu A (BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* 8 hari), B (BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* 10 hari), C (BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* 12 hari), dan D (BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* 14 hari) dengan 5 kali ulangan. Peubah yang diamati adalah penurunan lignin dan selulosa serta peningkatan hemiselulosa dan pencernaan serat kasar. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan selulosa dan lignin serta peningkatan hemiselulosa dan pencernaan serat kasar. Kesimpulan penelitian ini adalah lama fermentasi BIS selama 12 hari dengan *Phanerochaete chrysosporium* merupakan perlakuan terbaik ditinjau dari segi penurunan selulosa dan lignin serta peningkatan hemiselulosa dan pencernaan serat kasar. Pada kondisi ini diperoleh penurunan selulosa sebesar 42,20% dan lignin sebesar 44,13% serta peningkatan hemiselulosa sebesar 46,64% dan pencernaan serat kasar sebesar 55,52%.

Kata kunci : Bungkil inti sawit, *Phanerochaete chrysosporium*, lama fermentasi, fraksi serat,

KATA PENGANTAR

Puji syukur Allhamdulillah diucapkan atas kehadiran Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-Nyalah sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENGAPUJI LAMA FERMENTASI DENGAN *Phanerochaete chrysosporium* TERHADAP PERUBAHAN LIGNIN, SELULOSA, HEMISELULOSA DAN KECERNAAN SERAT KASAR DARI BUNGKIL INTI SAWIT”** yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk melakukan penelitian di Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.

Dalam penulisan ini, tentunya banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nuraini, MS sebagai pembimbing 1, dan Prof. Dr. Ir. Mirzah, MS sebagai pembimbing II, yang telah membantu memberikan bimbingan, petunjuk dan saran untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak dekan Fakultas Peternakan Universitas Andalas beserta para dosen dan seluruh karyawan/staf pegawai Fakultas Peternakan atas bantuan yang telah diberikan selama penulis mengikuti studi.
3. Khususnya penulis ingin mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setulusnya kepada “Ayahanda dan Ibunda tercinta” abang, kakak, adek, Mak uwo, terima kasih atas perjuangan, kasih sayang dan pengorbanan yang telah diberikan kepada penulis.

4. Ucapan terima kasih kepada semua sahabat “Amel, Aan, Ani, Ica, Ici, Windi, Sari, Oja, Santy, Bg Sukri, Bg Rio, Kak Doharni, Kak Yanti “ yang telah banyak memberikan bantuan, dorongan serta motivasi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan, terutama teman sepenelitian “Indri”.

Semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis dan pembaca. Penulis juga menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik guna menyempurnakan skripsi ini dan karya tulis selanjutnya. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Padang, April 2015

Nur Afni

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Hipotesa Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Potensi Bungkil Inti Sawit Sebagai Pakan Alternatif Ternak	6
2.2 Fermentasi dengan Kapang <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	7
2.2.1 Fermentasi dengan Kapang <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	7
2.2.2 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Kapang <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	11
2.2.2.1. Lama Fermentasi	12
2.3 Pengujian Kualitas Pakan.....	13
2.3.1 Lignin	13

2.3.2 Selulosa.....	14
2.3.3 Hemiselulosa	15
2.3.4 Kecernaan Serat Kasar.....	16

III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	18
3.2.1 Rancangan Percobaan	18
3.2.2 Pelaksanaan Penelitian	19
3.2.2.1 Peremajaan Kapang	19
3.2.2.2 Pembuatan Inokulum <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	20
3.2.2.3 Fermentasi Bungkil Inti Sawit <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	21
3.2.3 Uji Kualitas Produk Fermentasi	23
3.2.3.1 Pengukuran Kandungan Selulosa	23
3.2.3.2 Pengukuran Kandungan Lignin	25
3.2.3.3 Pengukuran Kandungan Hemiselulosa	25
3.2.3.4 Kecernaan Serat Kasar.....	25
3.2.3.5 Analisis Data	26
3.2.4 Waktu dan Tempat Penelitian	27

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Perlakuan Terhadap Penurunan Selulosa.....	28
4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap Penurunan Lignin.....	30
4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Peningkatan Hemiselulosa.....	31

4.4 Pengaruh Perlakuan Terhadap Kecernaan Serat Kasar.....	33
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Analisi Ragam (RAL).....	26
2. Rataan penurunan selulosa (%BK) dari BSIF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	28
3. Rataan penurunan lignin (%BK) dari BSIF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	30
4. Rataan peningkatan hemiselulosa (%BK) dari BSIF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	32
5. Rataan pencernaan serat kasar (%BK) dari BSIF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema Peremajaan Kapang <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	20
2. Prosedur Pembuatan Produk Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan Kapang <i>Phanerochaete chyrosporium</i>	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Data penurunan selulosa BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	43
2. Analisis statistik penurunan selulosa BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	44
3. Data penurunan lignin dari BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	47
4. Analisis statistik penurunan lignin BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	48
5. Data peningkatan hemiselulosa dari BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	51
6. Analisis statistik peningkatan hemiselulosa dari BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	52
7. Data pencernaan serat kasar dari BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	55
8. Analisis statistik pencernaan serat kasar broiler BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	56
9. Jumlah koloni BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	59
10. Foto BISF dengan <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	60
11. Riwayat Hidup.....	61

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam usaha peternakan terutama broiler, pakan sudah menjadi masalah umum yang telah dialami oleh para peternak, terutama karena harga pakan yang tinggi. Menurut Rasyaf (2006) biaya yang dikeluarkan paling tinggi adalah biaya pakan sekitar 60-70% dari total biaya produksi. Penyebab biaya pakan tinggi khususnya di Indonesia, karena sebagian besar bahan pakan berasal dari impor yaitu sebesar 70-80%, sehingga harganya lebih mahal (Hadadi dkk., 2007). Untuk menekan biaya pakan yang tinggi tersebut dilakukan suatu upaya yaitu penggunaan bahan pakan yang lebih murah, tidak bersaing dengan kebutuhan manusia, berlimpah dan masih memiliki nilai nutrisi yang baik (Rahardjo, 2006).

Untuk mengatasi masalah biaya pakan ini salah satu bahan yang dapat dimanfaatkan adalah bungkil inti sawit (BIS). BIS merupakan hasil ikutan pembuatan minyak inti sawit yang diperoleh melalui proses kimia dan mekanik. BIS bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak karena ketersediaannya yang cukup banyak. Menurut data yang dikeluarkan oleh Direktorat Jendral Perkebunan pada tahun 2013, Indonesia merupakan negara penghasil utama kelapa sawit terbesar di dunia, dimana luas perkebunan sawit 10.010.824 Ha, produksinya sebesar 27.746.125 ton dan menghasilkan 2.881.000 ton bungkil inti sawit.

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa kandungan gizi BIS adalah sebagai berikut: Menurut Mirnawati dkk., (2008) yaitu protein kasar 16,07%, serat kasar 21,30%, bahan kering 87,30%, lemak kasar 8,23%, Ca 0,27%, P 0,94%, dan Cu 48,04 ppm. Menurut Harnentis dkk, (2005) protein kasar 28.15%, lemak kasar

7.17%, Ca 0.25% dan P 0.52% serta Cu 28.4 ppm, selulosa 34.10%, hemiselulosa 28.15%, NDF 62,25% dan ADF 34.10%. Menurut Golh (1981) kandungan protein BIS 14-21%, NDF 60-80% dan ADF 35-50%, kemudian ditambahkan oleh Ribeiro *et al.*, (2011) kandungan lignin yaitu 15,72%. Berdasarkan kandungan gizinya, BIS ini berpotensi sebagai bahan pakan ternak, namun nilai manfaatnya sangat rendah hanya dapat dimanfaatkan 10% atau menggantikan bungkil kedele 40% dalam ransum broiler (Rizal, 2000). Hal ini disebabkan BIS mengandung serat kasar yang tinggi, padahal serat kasar tidak bisa dicerna oleh unggas dan bersifat “bulky” yang menyebabkan ayam cepat kenyang, sementara kandungan gizinya belum terpenuhi (Nuraini dan Mahendra, 2002).

Untuk menurunkan kandungan serat kasar BIS terutama lignin dan selulosa diperlukan teknologi yang tepat yaitu dengan menggunakan teknologi fermentasi. Teknologi fermentasi merupakan suatu cara yang dapat memperbaiki nilai gizi pakan menjadi pakan yang berkualitas baik karena rasa, aroma, tekstur, daya cerna, dan daya simpannya lebih baik dari bahan asalnya (Rahman, 1992 dan Fardiaz, 2002). Agar pemanfaatan BIS dalam ransum ternak dapat maksimal, maka dilakukan fermentasi menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium*.

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menghasilkan dua peroksidase ekstraseluler yaitu lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) yang mempunyai peranan penting dalam perombakan lignin (Johjima *et al.*, 1999). Lignin peroksidase (LiP) mengoksidasi senyawa fenolik dan non fenolik dari lignin dengan mediator *veratyl alcohol* yang diaktifasi oleh H_2O_2 (Have dan Fransensen, 2001). Mangan peroksidase (MnP) mampu mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} yang berperan dalam pemutusan unit fenolik lignin (Steffen, 2003).

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* adalah kapang pelapuk putih yang dikenal kemampuannya dalam mendegradasi lignin (Zeng *et al.*, 2010). Kemampuan degradasi lignin dapat dilihat pada aktivitas tertinggi LiP jamur *Phanerochaete chrysosporium* pada masa inkubasi 5 hari sebesar 0,734U/ml dan MnP pada masa inkubasi 15 hari sebesar 0,311U/ml (Supriyanto, 2009). Kemudian dijelaskan juga bahwa beberapa spesies kapang pelapuk putih dari kelas *Basidiomycetes* mampu memecah semua komposisi lignoselulosa. Selain mendegradasi lignin kapang *Phanerochaete chrysosporium* juga mampu mendegradasi selulosa. Degradasi selulosa oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* disebabkan kapang ini menghasilkan enzim selulolitik yang bekerja secara sinergis.

Menurut Nuraini dkk. (2012) fermentasi yang menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan komposisi campuran kulit buah coklat dan ampas tahu dengan lama fermentasi 8 hari dapat menurunkan serat kasar sebesar 32,14% (dari sebelum fermentasi 35,06% menjadi 23,79% sesudah fermentasi), lignin turun sebesar 56,14% (dari sebelum fermentasi 15,39% menjadi 6,75% sesudah fermentasi) dan selulosa turun sebesar 47,55% (dari sebelum fermentasi 12,07% menjadi 6,33% sesudah fermentasi). Hasil penelitian Fibrian (2012) melaporkan bahwa fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan lama fermentasi 10 hari dapat menurunkan kandungan serat kasar 43,89%, diperoleh peningkatan pencernaan serat kasar sebesar 37,06% (dari 31,13% menjadi 19,64%).

Menurut Fadillah dkk. (2008) kandungan lignin dari batang jagung dapat berkurang sebanyak 40,40% dengan bantuan enzim ligninase dan kandungan selulosa berkurang sebanyak 23,03% dengan bantuan enzim selulase yang

dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* dengan lama fermentasi 14 hari. Penelitian Noferdiman dan Yani (2013) menyatakan bahwa lumpur sawit yang difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan dosis inokulum 6% dan lama fermentasi 8 hari dapat menurunkan serat kasar sebesar 40,86%, peningkatan protein kasar sebesar 30,75%, serta menurunkan selulosa dan lignin masing-masing sebesar 39,78% dan 36,40%. Kartiwa (2003) menyatakan bahwa biodelignifikasi bahan lignoselulosa pada kayu sengon oleh jamur *Phanerochaete chrysosporium* mencapai 39,94% setelah mengalami fermentasi selama 12 hari.

Faktor – faktor yang mempengaruhi fermentasi adalah komposisi substrat, dosis inokulum, dan lama fermentasi. Lama fermentasi merupakan salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan fermentasi. Lama fermentasi berkaitan erat dengan waktu yang dapat digunakan mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak, semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak substrat yang digunakan kapang untuk hidupnya (Setyawan, 2005). Lama fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap lignin, selulosa, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar dari bungkil inti sawit belum diketahui. Oleh karena itu perlu dipelajari lama fermentasi dari bungkil inti sawit untuk meningkatkan kualitas gizi BIS ditinjau dari penurunan lignin dan selulosa serta peningkatan helmiselulosa dan pencernaan serat kasar.

1.2 Rumusan Masalah

Apakah lama fermentasi kapang *Phanerochaete chrysosporium* berpengaruh terhadap perubahan lignin, selulosa, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar dari bungkil inti sawit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan melakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* terhadap perubahan lignin, selulosa, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar dari bungkil inti sawit.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan bisa memberikan informasi manfaat kepada masyarakat bahwa kandungan dari bungkil inti kelapa sawit yang di fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* bisa digunakan sebagai salah satu pakan alternatif pada ternak.

1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah lama fermentasi 14 hari dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat menurunkan lignin dan selulosa serta meningkatkan hemiselulosa dan pencernaan serat kasar dari bungkil inti sawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Bungkil Inti Sawit Sebagai Pakan Alternatif Ternak

Kelapa sawit disebut juga dengan (*Elaeis guinensis jacq*) dalam susunan taksonomi tergolong dalam :

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Kelas : Monocotyledoneae

Ordo : Principes

Family : Palmaceae

Genus : *Elaeis*

Spesies : *Elaeis guinensis*

(Tillman dkk., 1991).

Kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) merupakan golongan yang dapat menghasilkan minyak dan tumbuh baik di daerah tropis. Kelapa sawit bukan tanaman asli Indonesia, namun kenyataannya mampu hadir dan berkiprah di Indonesia serta berkembang dengan baik dan produk olahan minyak sawit dapat menjadi salah satu komoditi perkebunan yang handal (Widyastuti, 2000). Di Indonesia penyebaran kelapa sawit meliputi daerah Aceh, pantai timur Sumatra, Jawa, dan Sulawesi.

Menurut Direktorat Jenderal Perkebunan Indonesia (2013) luas tanaman kelapa sawit di Indonesia sebesar 10.010.824 ha, produksinya sebesar 27.746.125

ton dan menghasilkan 2.881.000 ton bungkil inti sawit. Jumlah tersebut cukup besar dan tidak termanfaatkan, sehingga akan menjadi limbah pencemaran bagi lingkungan. Menurut Naipospos (2003) mengatasi masalah makanan ternak yang cukup, baik dari segi kualitas maupun kuantitas dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia dalam hal penyediaan, perlu dilakukan antara lain pemanfaatan limbah / hasil sampingan pertanian maupun hasil sampingan industri pertanian secara optimal.

Dengan teknologi yang ada sekarang ini akan sangat membantu mengoptimalkan pemanfaatan limbah pertanian maupun sampingan agroindustri sebagai pakan alternatif. Kandungan zat-zat makanan BIS menurut Mirnawati dkk. (2008) yaitu protein kasar 16,07%, serat kasar 21,30%, bahan kering 87,30%, lemak kasar 8,23%, Ca 0,27%, P 0,94%, dan Cu 48,04 ppm. Menurut Hernentis dkk., (2005) menyatakan BIS memiliki kandungan selulosa 34,10% dan hemiselulosa 28,15%. Sedangkan kandungan zat gizi BIS menurut Rizal (2000) potensi BIS untuk pakan broiler dapat dipakai sampai 10% atau menggantikan 40% bungkil kedelai.

2.2. Fermentasi dengan Kapang *Phanerochaete chrysosporium*

2.2.1. Fermentasi dengan Kapang *Phanerochaete chrysosporium*

Makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai kandungan gizi yang lebih baik dari bahan asalnya disebabkan mikroorganisme bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna (Supriyati dkk., 1998). Menurut Pasaribu (2007) teknologi fermentasi adalah suatu teknik penyimpanan substrat dengan

penanaman mikroorganisme dan penambahan mineral dalam substrat, dimana diinkubasi dalam waktu dan suhu tertentu.

Fermentasi dengan substrat organik dapat terjadi jika kontak antara mikroorganisme sesuai. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat pemecahan kandungan bahan pangan tersebut yaitu protein, lemak dan polisakarida dapat dihidrolisis sebagai bahan pakan yang dihasilkan mempunyai pencernaan yang tinggi (Hidayat, 2007). Lebih jauh dinyatakan bahwa fermentasi adalah kegiatan mikrobia pada bahan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Dalam fermentasi mikrobia yang umum digunakan adalah bakteri, khamir dan kapang. Kapang adalah multiselular yang bersifat aktif karena mikroorganisme saprofit dan mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Proses fermentasi dapat meningkatkan nilai gizi bahan awal karena dalam proses fermentasi mikroba memecah komponen yang kompleks yang tidak dapat dicerna (Supriyati dkk., 1998).

Fermentasi dapat memecah komponen kompleks yang sulit dicerna seperti selulosa dan hemiselulosa menjadi zat-zat yang lebih sederhana seperti glukosa sehingga mudah dicerna, disamping itu fermentasi dapat mengurangi anti nutrisi dan meningkatkan nilai gizi (Widayati dan Widalestari, 1996). *Phanerochaete chrysosporium* adalah jamur pelapuk putih yang dikenal kemampuannya dalam mendegradasi lignin. Menurut Dhawale dan Kathrina (1993) dan Howard *et al.*, (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunannya secara efektif dengan cara menghasilkan enzim peroksidase ekstraselular yang berupa lignin peroksidase dan mangan peroksidase.

Dari ribuan jamur yang diketahui memiliki kemampuan ligninolitik, *Phanerochaete chrysosporium* merupakan jamur yang paling banyak dipelajari (Howard *et al.*, (2003). *Phanerochaete chrysosporium* memiliki klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Fungi*
Divisio : *Mycota*
Sub Divisio : *Eumycota*
Class : *Bacidiomycetes*
Family : *Phanerochaete*
Genus : *Hymenomycetaceae*
Spesies : *Phanerochaete chrysosporium*

(Herlina, 1998)

Menurut Nuraini (2006) bahwa komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum, dan lama fermentasi mempengaruhi kandungan zat makanan produk fermentasi. Jika komponen substrat tidak dapat memenuhi kebutuhan mikroorganisme maka akan berpengaruh pada hasil fermentasi. Faktor – faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme dan kondisi lingkungan (Pasaribu, 2007). Kondisi optimum untuk pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* adalah dosis inokulum 7% dan lama inkubasi 10 hari yang dapat menurunkan serat kasar lebih tinggi pada substrat kulit buah kopi (Widyanti, 2012).

Hasil penelitian Putra (2012) bahwa fermentasi menggunakan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan komposisi 80% kulit buah coklat dan 20% ampas tahu (C:N= 10:1) dengan dosis inokulum 7% dan lama fermentasi 8 hari

dapat meningkatkan protein kasar sebesar 33,49% dan menurunkan serat kasar sebesar 33,02%. Fibrian (2012) menyatakan bahwa dosis inokulum dan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap peningkatan kandungan gizi dari produk fermentasi campuran kulit buah kopi dan ampas tahu fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium*. Penelitian Noferdiman dan Yani (2013) menyatakan bahwa lumpur sawit yang difermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dengan dosis inokulum 6% dan lama fermentasi 8 hari dapat menurunkan serat kasar sebesar 40,86%, peningkatan protein kasar sebesar 30,75%, serta menurunkan selulosa dan lignin masing-masing 39,78% dan 36,40%.

Kemudian hasil penelitian Fibrian (2012) menyatakan bahwa fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan lama fermentasi 10 hari dapat menurunkan kandungan serat kasar 43,89% (dari sebelum fermentasi 25,08% dan sesudah fermentasi 14,07%), diperoleh peningkatan serat kasar sebesar 43,46%. Kartiwa (2003) menyatakan bahwa biodelignifikasi bahan lignoselulosa pada kayu sengon oleh jamur *Phanerochaete chrysosporium* mencapai 39,94% setelah mengalami fermentasi selama 12 hari. Kemudian Fadillah dkk., (2008) menyatakan kandungan lignin dari batang jagung dapat berkurang sebanyak 81,40% dengan bantuan enzim ligninase dan kandungan selulosa berkurang sebanyak 43,03% dengan bantuan enzim selulase yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* dengan lama fermentasi 14 hari.

Proses fermentasi bahan makanan akan mengalami perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti aroma, tekstur, daya cerna dan daya simpan lebih baik dari bahan asalnya, serta dapat memecah senyawa kompleks menjadi

senyawa sederhana dan serta dapat menurunkan senyawa antinutrisi. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat bahan pangan sebagai akibat pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut, yaitu protein, lemak dan polisakarida dapat dihidrolisis sehingga bahan pakan yang dihasilkan mempunyai daya cerna lebih tinggi. Prinsip dari pengolahan bahan secara fermentasi sebenarnya adalah mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroorganisme yang dibutuhkan sehingga menghasilkan produk baru yang berbeda dengan bahan bakunya. Fermentasi merupakan teknologi pengolahan bahan makanan dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroorganisme (Buckle *et al.*, 1987).

2.2.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Kapang *Phanerochaete chrysosporium*

Faktor-faktor lain yang perlu diperhatikan dalam proses fermentasi adalah substrat (media fermentasi), mikroorganisme dan kondisi lingkungan (Pasaribu, 2007). Komposisi substrat, ketebalan substrat, dosis inokulum dan lama fermentasi mempengaruhi kandungan zat makanan produk fermentasi (Nuraini, 2006).

Jika komponen substrat tidak dapat memenuhi kebutuhan mikroorganisme maka akan berpengaruh terhadap hasil fermentasi. Keberhasilan suatu fermentasi sangat di pengaruhi oleh kandungan nutrisi dalam substrat terutama sumber karbon dan nitrogen. Menurut Griffin (1994) karbon adalah nutrisi yang sangat dibutuhkan kapang baik sebagai sumber energi maupun sebagai molekul dasar untuk biosintesis karena sekitar 50% dari berat kapang terdiri dari karbon. Disamping karbon, kapang juga membutuhkan sumber nitrogen yang digunakan untuk pembentukan asam amino, protein, asam nukleat, chitin dan beberapa

vitamin. Sumber nitrogen dapat diperoleh dari pepton, urea, asam amino, ammonia, nitrat dan lainnya (Singh *et al.*, 1996).

Syarat tumbuh *Phanerochaete chrysosporium* adalah tumbuh subur pada suhu 36-40⁰C dengan suhu optimum 37⁰C, pH berkisar sekitar 4-4,5 dan dalam pertumbuhannya memerlukan kandungan oksigen yang cukup tinggi sehingga cocok digunakan dalam proses fermentasi (Cookson, 1995). Konsentrasi inokulum dan lama fermentasi juga sangat mempengaruhi fermentasi dengan kapang. Pada umumnya konsentrasi inokulum yang diberikan dalam fermentasi dengan kapang dan khamir adalah 3-10% (Crueger dan Haris, 1989).

2.2.2.1 Lama Fermentasi

Lama fermentasi berpengaruh terhadap keberhasilan suatu fermentasi (peningkatan kandungan dan kualitas gizi) dimana cepat lambatnya fermentasi sangat menentukan jumlah enzim yang dihasilkan. Waktu fermentasi dalam memproduksi enzim yang berbeda menghasilkan aktivitas enzim yang berbeda (Suhartono,1998). Lamanya inkubasi fermentasi pada umumnya tergantung pada jenis mikroorganisme dan substrat yang digunakan (Pasaribu, 2007). Cepat lambatnya fermentasi sangat memntukan jumlah enzim yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi yang digunakan akan semakin banyak bahan yang dirombak oleh enzim (Rahayu, 1990). Selanjutnya dengan dijelaskan bahwa bertambahnya waktu fermentasi maka maka ketersediaan nutrien dalam media habis sehingga kapang lama kelamaan akan mati (Fardiaz, 1989).

2.3. Pengujian Kualitas Pakan

2.3.1. Lignin

Lignin merupakan senyawa polimer yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa pada jaringan tanaman, dan tersusun atas kompleks polimer hidrokarbon dengan komponen senyawa alifatik dan aromatik. Lignin menjadi penghalang hidrolisis selulosa, karena lignin berperan sebagai pelindung selulosa terhadap serangan enzim pemecah selulosa (Enari, 1983; Irawandi, 1990). Lignin terdiri dari polimer murni dari tiga *derivat fenilpropana*, *cumaryl alcohol*, *coniferol alcohol* dan *sinapyl alcohol*, molekulnya terbentuk dari beberapa unit *phenyl propanoid* yang tergabung dalam struktur *cross-linked* kompleks (Mc Donald *et al.*, 2002).

Susunan molekul lignin memiliki bobot molekul yang tinggi dengan unit dasar fenilpropana yang dihubungkan dengan ikatan – ikatan karbon (C-C) dan eter (C-O-C) yang relatif stabil. Polimer lignin tidak dapat dikonversikan ke monomernya tanpa mengalami perubahan pada bentuk dasarnya (Casey, 1980). Lignin merupakan salah satu polimer fenilpropanoid yang sulit dirombak, karena strukturnya heterogen dan sangat kompleks. Lebih dari 30% material tumbuhan tersusun oleh lignin, sehingga dapat memberikan kekuatan pada kayu terhadap serangan mikroorganisme (Orth *et al.*, 1993). Lignin sangat tahan terhadap setiap degradasi kimia, termasuk degradasi enzimatik (Tillman *et al.*, 1991).

Lignin yang melindungi selulosa, bersifat tahan terhadap hidrolisis disebabkan oleh adanya ikatan eter. Pada suhu tinggi lignin mengalami perubahan struktur dengan membentuk asam format, metanol, asam asetat, aseton, vanilin dan lain-lain, sedangkan bagian lainnya mengalami kondensasi (Judoamidjojo

dkk., 1989). Setiap jaringan tumbuhan ditemukan lignin, umumnya diantara sel dengan sel tetapi dapat juga ditemukan diluar sel dan pada dinding sel. Pada tanaman, lignin berfungsi menebalkan dinding sel dan menjaga agar tanaman tidak mudah tumbang, serta mengatur aliran cairan, selain itu juga memungkinkan pohon (tanaman) untuk tumbuh tinggi (Mc Crady, 1991).

2.3.2. Selulosa

Selulosa merupakan polisakarida yang terdiri dari rantai lurus unit glukosa yang mempunyai berat molekul tinggi. Selulosa lebih tahan terhadap reaksi kimia dibandingkan dengan glukosa – glukosa lainnya (Tillman *et al.*, 1991). Menurut Mc. Donalt *et al.*, (2002) selulosa terdiri dari dua bentuk yaitu amorf (dihidrolisis akan larut) dan kristal (dihidrolisis utuh dan sebagian akan larut).

Selulosa merupakan zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd *et al.*, 2002). Selulosa juga konstituen utama kayu. Dalam dinding sel kayu, selulosa berfungsi untuk memberi kekuatan. Selulosa merupakan homopolisakarida yang tersusun atas unit-unit β -D-glukopiranososa yang terikat satu sama lain dengan ikatan-ikatan glikosida. Molekul-molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat membentuk ikatan hidrogen intra dan intermolekul (Sjostrom, 1995).

Selulosa dapat dihidrolisis secara kuantitatif menjadi glukosa, hal ini menunjukkan bahwa molekul selulosa terdiri dari satu rangkaian unit glukosa (Casey, 1952). Ada tiga jenis selulosa yaitu α -selulosa, β -selulosa dan γ -selulosa. Alfa selulosa adalah bagian yang tidak larut dalam alkali, β -selulosa adalah bagian

yang larut dalam alkali dan kemudian dapat mengendap jika ditambahkan asam, sedangkan γ -selulosa adalah bagian yang larut dalam alkali dan tetap larut walaupun ditambahkan asam (Fengel dan Wegener, 1995).

Menurut Aziz *et al.*, (2002) bahwa selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf. Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus, lebih jauh dijelaskan bahwa ikatan β -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara dihidrolisis asam atau enzimatis. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez *et al.*, 2002). Kesempurnaan pemecahan selulosa pada saluran pencernaan tergantung pada kesediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase.

2.3.3. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan heteropolisakarida yang berfungsi sebagai bahan pendukung dalam dinding-dinding sel. Hemiselulosa relatif mudah dihidrolisis oleh asam menjadi komponen-komponen monomernya yang terdiri dari D-glukosa, D-manosa, D-galaktosa, D-xilosa, L-arabinosa, dan sejumlah kecil L-ramnosa. Hemiselulosa tersusun oleh gula bermartabat lima dengan rumus $C_5H_{10}O_5$ (*pentosan*) atau gula bermartabat enam $C_6H_{12}O_6$ (*hexosan*). Zat-zat ini berfungsi sebagai bahan bangunan dinding-dinding sel dan juga sebagai bahan zat cadangan (Dumanauw, 2001).

Hemiselulosa selain mengandung pentosa dan xyloza juga mengandung hexosan seperti glukosa dan galaktosa. Hemiselulosa mengacu pada simbiosis dengan selulosa dalam dinding sel tumbuhan, dapat larut dalam larutan alkali

yang mudah terhidrolisis polisakarida tanaman selulosa. Selain tanaman sering mengandung beberapa dua atau tiga kelompok yang terdiri dari hemiselulosa gula, srtuktur kimianya berbeda. Batang pohon, cabang, akar dan kulit dari isi hemiselulosa dan komposisi juga berbeda.

Rantai molekul hemiselulosa jauh lebih pendek bila dibandingkan dengan selulosa, dan dalam beberapa senyawa mempunyai rantai cabang. Kandungan hemiselulosa dalam kayu keras lebih besar dari pada kayu lunak dan komposisi gulanya berbeda (Fengel dan Wegener 1995). Selulosa alami umumnya kuat dan tidak mudah dihidrolisis karena rantai glukosanya dilapisi oleh hemiselulosa dan di dalam jaringan kayu selulosa terbenam dalam lignin membentuk bahan yang kita kenal sebagai lignoselulosa.

2.3.4. Kecernaan Serat Kasar

Kemampuan mencerna makanan atau zat makanan menjadi partikel yang mampu diserap oleh saluran pencernaan disebut dengan daya cerna. Daya cerna adalah zat makanan dalam ransum yang dieksresikan dalam feses, biasanya dinyatakan dalam bahan kering dan apabila dalam persentase disebut dengan koefisien cerna. Komposisi kimia maupun proporsi serat kasar karena kecernaan berhubungan dengan komposisi kimianya (Tillman dkk., 1989).

Menurut Agustin dan Purwanti (2009) pengukuran kecernaan atau daya cerna adalah usaha untuk menentukan jumlah zat makanan yang kecernaan atau terserap dalam saluran penecernaan dan serat kasar yang dapat dicerna oleh unggas adalah 20%-30%. Faktor-faktor yang mempengaruhi daya cerna adalah kandungan serat kasar, suhu, laju pertumbuhan melalui alat pencernaan, bentuk

fisik bahan makanan, komposisi ransum, pengaruh terhadap perbandingan dari zat makanan lainnya (Tillman dkk, 1989).

Menurut Wahyu (2004) serat kasar hanya sedikit yang dapat dicerna oleh hewan monogastrik dan bila serat kasar tinggi dalam ransum akan mempengaruhi efisiensi penggunaan zat-zat makanan lainnya, selain itu efek dari serat kasar yang tidak dapat dicerna dapat membawa zat makanan yang tercerna dari bahan lain keluar melalui feses, sehingga ternak unggas tidak berproduksi dan bertumbuh dengan sempurna. Rendahnya daya cerna serat kasar, karena unggas tidak mempunyai enzim selulosa pada sistem pencernaannya (Wahju, 1997).

III. MATERI DAN METODA PENELITIAN

3.1. Materi Penelitian

Bahan baku yang digunakan adalah bungkil inti sawit (BIS) yang berasal dari Lampasi, Payakumbuh dan kapang yang digunakan adalah *Phanerochaete chrysosporium* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi IPB Bogor, kemudian diremajakan di Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas. Bahan kimia untuk analisis kandungan selulosa, lignin, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar. Ternak percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 21 ekor broiler umur 6 minggu dan 1 ekor untuk kontrol tanpa perlakuan.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan analitik dengan merek Ohaus kapasitas 2610 gram, autoclave, oven, seperangkat peralatan untuk analisis Van Soest, kandang metabolik dan perlengkapannya.

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Data diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Perlakuan lama fermentasi (L) dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* terdiri atas 4 level yaitu:

- L1 = Lama fermentasi 8 hari
- L2 = Lama fermentasi 10 hari
- L3 = Lama fermentasi 12 hari

L4 = Lama fermentasi 14 hari

Peubah yang diamati :

- a. Penurunan lignin dan selulosa (%)
- b. Peningkatan Hemiselulosa (%)
- c. Kecernaan serat kasar

Model matematis percobaan :

Model matematika dari rancangan yang digunakan menurut Steel and Torrie (1991) adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan

μ = Nilai tengah umum

τ_i = Pengaruh perlakuan ke-i

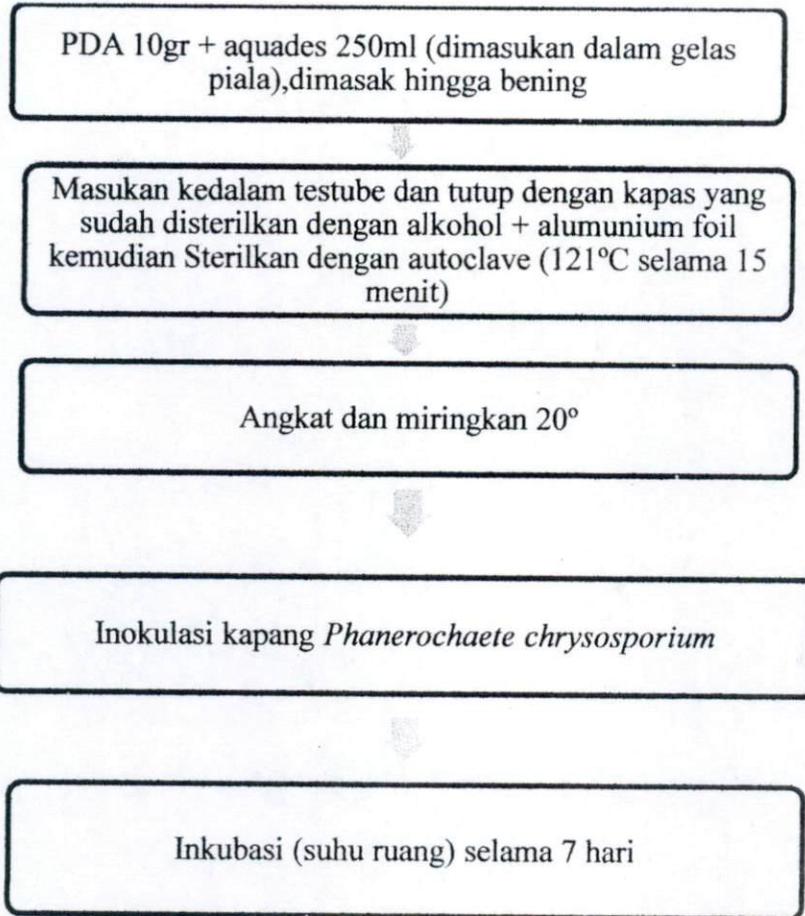
ϵ_{ij} = Pengaruh unit perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

3.2.2 Pelaksanaan penelitian

Kegiatan dalam penelitian ini adalah meliputi peremajaan kapang, pembuatan inokulum, dan fermentasi bungkil inti sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium*. Untuk menguji kualitas produk fermentasi pada ayam broiler dikandang metabolik dengan metode force feeding (pencekokan pakan secara paksa).

3.2.2.1. Peremajaan Kapang

Kapang *Phanerochaete chrysosporium* ditumbuhkan kembali pada medium Potato Dextros Agar (PDA) yang diinkubasi selama 7 hari (Gambar 1).



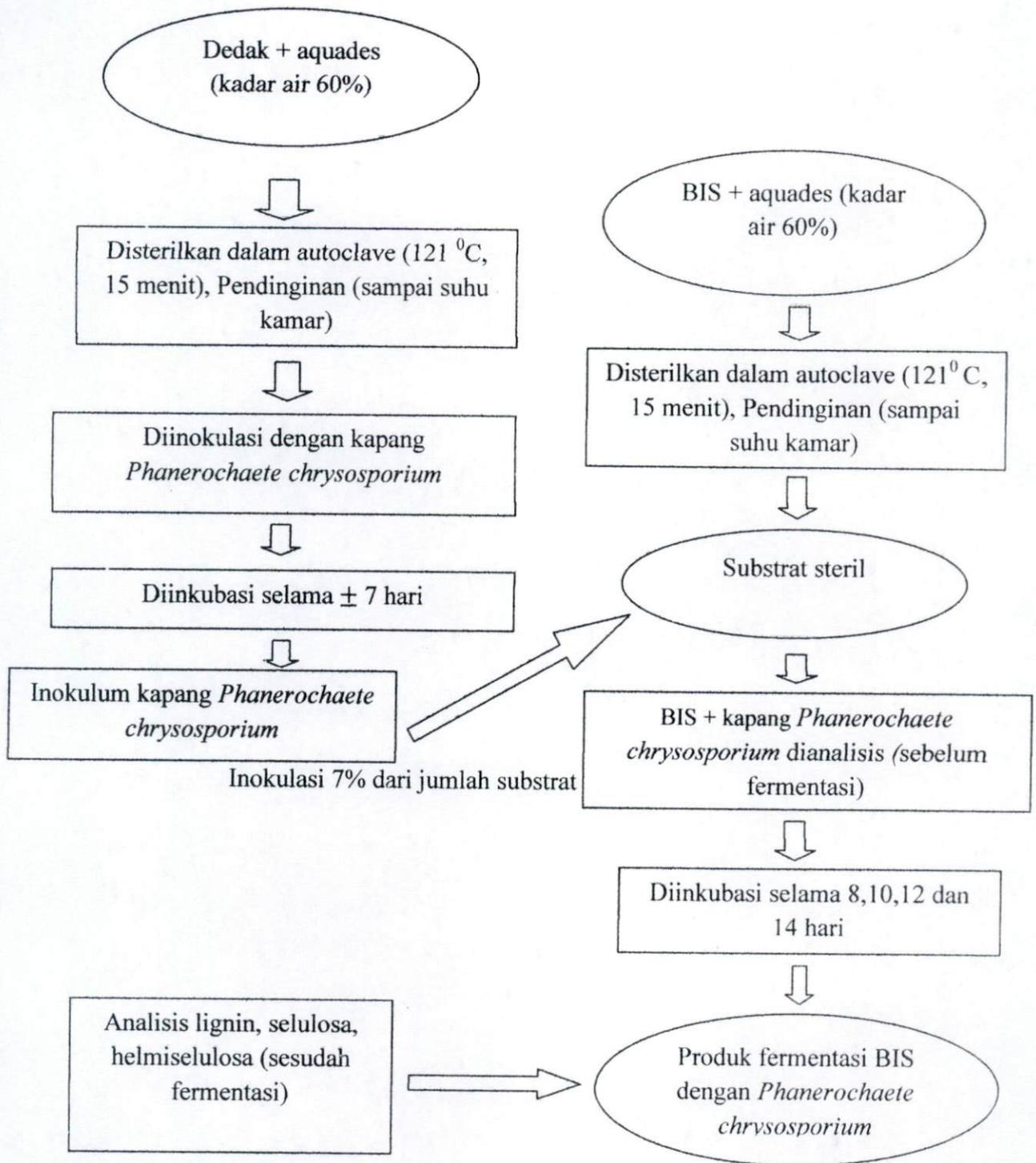
Gambar 1. Skema peremajaan kapang *Phanerochaete chrysosporium*

3.2.2.2. Pembuatan Inokulum *Phanerochaete chrysosporium*

Pembuatan inokulum *Phanerochaete chrysosporium* pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan substrat yaitu dedak sebanyak 100 gr yang ditambahkan aquades 125 ml (kadar air 60%), ditambahkan larutan Brook *et al* sebanyak 7 ml dan diautoclave selama 30 menit. Kemudian dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar. Setelah itu kapang *Phanerochaete chrysosporium* diinokulasi sebanyak 1 testube ($29,86 \times 10^{11}$ cfu/ml) kedalam dedak dan dibuat ketebalan 1 cm, lalu diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari, setelah kapang tumbuh maka inokulum siap digunakan pembuatan produk fermentasi.

3.2.2.3. Fermentasi Bungkil Inti Sawit dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Substrat yang digunakan BIS sebanyak 100 gram, lalu ditambah aquades 125 ml (kadar air 60%), disterilkan dengan autoclave (suhu 121°C selama 15 menit). Kemudian dibiarkan hingga suhu turun mencapai suhu kamar (25-30)⁰C. Setelah itu BIS steril diinokulasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* sebanyak 7% dari jumlah substrat (Nuraini, 2012). Kemudian diaduk merata dan diratakan dengan ketebalan 1 cm sesuai perlakuan selama (8, 10, 12, dan 14 hari). Produk fermentasi kemudian ditimbang berat segarnya, kemudian sisa produk fermentasi dikeringkan pada suhu 80⁰C selama 2 jam untuk mematikan kapang, lalu dilanjutkan pengeringan pada suhu 60⁰C selama 12 jam. Setelah itu diaduk merata, digiling, diambil sampelnya, dikeringkan dan dilakukan analisa Van Soest.



Gambar 2: Prosedur pembuatan produk fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* (Nuraini dkk, dimodifikasi 2012).

3.2.3. Uji Kualitas Produk Fermentasi

Uji kualitas produk fermentasi pada penelitian ini dilakukan dengan mengukur kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa dan pencernaan serat kasar.

3.2.3.1. Pengukuran kandungan selulosa (%)

Prosedur kerja NDF :

Sampel sebanyak 0,5 gram (a gram) dimasukkan kedalam gelas piala berukuran 500 ml, lalu ditambah dengan 50 ml larutan NDS dan 0,5 gram Na_2SO_3 , panaskan selama 1 jam, kemudian menimbang gelas filter sebagai b gram lalu lakukan penyaringan sampel dengan bantuan pompa vakum, dibilas dengan air panas 300 ml dan acetone 25 ml dan hasil dari penyaringan tersebut dikeringkan dalam oven 105°C , setelah itu dimasukkan lagi kedalam eksikator selama 1 jam, kemudian dilakukan penimbangan sebagai c gram.

$$\text{Rumus : NDF} = \frac{(c-b)}{(a)} \times 100 \%$$

Keterangan :

- a. Berat sampel
- b. Berat gelas filter
- c. Berat sampel setelah dioven

Prosedur kerja ADF :

Gunakan sampel sebanyak 0,5 gram (a gram) dimasukkan kedalam gelas piala, kemudian ditambahkan 50 ml larutan ADS dan dipanaskan selama 1 jam diatas pemanas kemudian lakukan penyaringan sampel dengan bantuan pompa vakum dan juga dengan menggunakan penyaringan gelas filter yang sudah ditimbang sebagai b gram, pencucian dilakukan dengan 300 ml air panas dan 25 ml acetone dan lakukan pengeringan dengan memasukkan hasil penyaringan

tersebut kedalam oven selama 8 jam, setelah itu dimasukkan lagi kedalam eksikator untuk melakukan pendinginan dan ditimbang sebagai c gram.

$$\text{Rumus : ADF} = \frac{(c-b)}{(a)} \times 100 \%$$

Keterangan :

- a. Berat sampel
- b. Berat gelas filter
- c. Berat sampel setelah dioven

Residu ADF dalam gelas filter direndam dengan larutan H₂SO₄ 72% sebanyak 25 ml (dimana gelas filter dimasukkan kedalam gelas piala 100 ml) selama 3 jam sesekali diaduk. Saring gelas filter dengan bantuan pompa vakum. Dibilas dengan 300 ml air panas, terakhir dibilas dengan 25 ml aseton/alkohol 96%. Residu kemudian dikeringkan dalam oven 105⁰C selama 8 jam. Dinginkan dalam desikator kemudian ditimbang (d gram).

Hitung kadar selulosa dengan rumus :

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

Keterangan :

- a. Berat sampel
- b. Berat sampel setelah di oven dan desikator
- c. Berat gelas filter
- d. Berat residu ADF setelah di oven dan desikator

Penurunan selulosa % :

$$\frac{\text{Selulosa sebelum fermentasi (\%)} - \text{selulosa setelah fermentasi (\%)}}{\text{Selulosa sebelum fermentasi (\%)}} \times 100\%$$

Keterangan :- Sebelum fermentasi = BIS + kapang *Phanerochaete chrysosporium* (0 jam) → dianalisis.
- Sesudah fermentasi = BIS + kapang *Phanerochaete chrysosporium* difermentasi 8,10,12 dan 14 hari.

3.2.3.2. Pengukuran Kandungan Lignin (%)

Merupakan lanjutan residu selulosa. Residu dalam gelas filter dimasukkan kedalam tanur 500⁰C selama 3 jam. Dinginkan dalam desikator kemudian ditimbang (e gram).

Hitung kadar lignin dengan rumus :

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{(d-e)}{(a)} \times 100 \%$$

Keterangan :

a. berat sampel

d. berta residu ADF setelah di oven dan desikator

e. berat residu lignin setelah di tanur

Perhitungan :

Penurunan Lignin (%) :

$$\frac{\text{Lignin sebelum difermentasi (\%)} - \text{lignin sesudah difermentasi (\%)}}{\text{Lignin sebelum fermentasi}} \times 100 \%$$

3.2.3.3. Pengukuran Kandungan Hemiselulosa (%)

Kadar hemiselulosa dihitung dari selisih antara NDF dengan ADF.

Hitung kadar hemiselulosa dengan rumus :

$$\text{Hemiselulosa} = \% \text{NDF} - \% \text{ADF}$$

Perhitungan:

Peningkatan hemiselulosa (%) :

$$\frac{\text{Hemiselulosa sesudah difermentasi (\%)} - \text{hemiselulosa sebelum difermentasi (\%)}}{\text{Hemiselulosa sebelum fermentasi}} \times 100 \%$$

3.2.3.4. Kecernaan Serat kasar (%)

Cara kerja pencernaan serat kasar :

Kecernaan serat kasar dilakukan uji coba keternak broiler Sibbald (1976).

Ternak yang digunakan untuk pencernaan serat kasar adalah ayam broiler umur 6

minggu sebanyak 21 ekor yang terdiri dari 20 ekor untuk perlakuan dan 1 ekor tanpa perlakuan (kontrol). Ayam dipuasakan terlebih dahulu selama 24 jam, kemudian ayam perlakuan dicekok dengan memakan produk fermentasi sesuai perlakuan sebanyak 20 gram, setelah itu eksreta ditampung selama 48 jam. Kemudian dianalisis pencernaan serat kasarnya.

Hitungan kacernaan serat kasar dengan rumus :

$$KSK = \frac{(K \times SK) - (k \times Sk)}{K \times SK} \times 100 \%$$

Keterangan :

- KSK = Kecernaan serat kasar
- K = Jumlah konsumsi paka (g)
- k = Jumlah eksreta yang dikeluarkan (g)
- SK = Serat kasar pakan (%)
- Sk = Serat kasar eksreta (%)

3.2.3.5. Analisis Data

Data analisis statistik dengan analisis ragam sesuai Rancangan Acak Lengkap (RAL) 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan pada (Tabel 1). Perbedaan antar perlakuan, diuji dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT).

Tabel 1. Analisis keragaman RAL

Sumber Keragaman (SK)	Derjat Bebas (db)	Jumlah kuadrat	Kuadrat hitung	F hitung	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	JKT	KTP	KTP/KTS	3,24	5,29
Sisa	16	JKS	KTS			
Total	19	JKT	KTS			

Keterangan : $F_{hitung} > F_{tabel} 0,05$ dan $0,01$ (berbeda sangat nyata ($P < 0,01$))

$F_{hitung} > F_{tabel} 0,01$ (berbeda sangat nyata ($P < 0,05$))

$F_{hitung} < F_{tabel} 0,05$ (berbeda tidak nyata ($P < 0,05$))

3.2.4. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2015 di Laboratorium Teknologi Industri Pakan (TIP) dan kandang percobaan Fakultas Peternakan, Universitas Andalas, Padang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Perlakuan terhadap Penurunan Selulosa

Rataan penurunan selulosa dari bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* (BISF) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan penurunan selulosa BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Selulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Selulosa Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Selulosa (%)
A (8 Hari)	27,07	20,49	24,31 ^c
B (10 Hari)	27,07	18,06	33,29 ^b
C (12 Hari)	27,07	15,65	42,20 ^a
D (14 Hari)	27,07	15,73	41,88 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan selulosa tertinggi terdapat pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) sebesar 42,20% dan yang terendah pada perlakuan A (lama fermentasi 8 hari) sebesar 24,31%. Hasil analisis keragaman (Lampiran 2) menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan selulosa dari bungkil inti sawit. Berdasarkan uji DMRT terlihat bahwa penurunan selulosa pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) tetapi sangat nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dari perlakuan B dan A. Pada perlakuan B (lama fermentasi 10 hari) dan perlakuan A (lama fermentasi 8 hari) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dari perlakuan C dan perlakuan D.

Tingginya penurunan selulosa pada perlakuan C dan D disebabkan oleh pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang subur dan merata (Lampiran 11) ditandai dengan secara visual tampak pada substrat bewarna putih merata yang merupakan misselium dari kapang *Phanerochaete chrysosporium*. Ini terbukti dari total koloni kapang lebih banyak pada perlakuan C yaitu 14,85 log/ml dan pada perlakuan D yaitu 14,75 log/cfu (Lampiran 9). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang mampu mendegradasi komponen selulosa secara selektif, merombak lignin terlebih dahulu kemudian diikuti dengan selulosa (Tuomela, 2002). Pada perlakuan C dan perlakuan D kapang *Phanerochaete chrysosporium* berada pada fase pertumbuhan cepat sehingga lebih banyak menghasilkan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa akibatnya selulosa turun karena menghasilkan enzim selulolitik dan peningkatan tinggi.

Rendahnya penurunan selulosa pada perlakuan B dan A disebabkan karena pertumbuhan kapang *Phanerochaete chrysosporium* belum sempurna karena kapang berada pada fase pertumbuhan awal, dimana energi dan nutrisi yang dihasilkan sedikit akibatnya perombakan selulosa belum banyak sehingga penurunan selulosa masih rendah.

Penurunan selulosa kalau dilihat dari efisiensi lama fermentasi yang dilakukan didapatkan hasil terbaik pada penelitian ini yaitu pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) sebesar 42,20% (dari sebelum fermentasi 27,07% menjadi 15,65% setelah fermentasi). Hasil ini lebih tinggi dari hasil penelitian Fadillah dkk, (2008) menyatakan bahwa kandungan selulosa dari batang jagung

dapat berkurang sebesar 23,03% dengan bantuan enzim selulase yang dihasilkan *Phanerochaete chrysosporium* dengan lama fermentasi 14 hari.

4.2. Pengaruh Perlakuan terhadap Penurunan Lignin

Rataan penurunann lignin dari bungkil inti sawit yang difermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* (BISF) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Rataan penurunan lignin BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Lignin Sebelum Fermentasi (%BK)	Lignin Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Lignin (%)
A (8 Hari)	16,96	13,01	23,30 ^c
B (10 Hari)	16,96	11,21	33,93 ^b
C (12 Hari)	16,96	9,48	44,13 ^a
D (14 Hari)	16,96	9,63	43,23 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Pada tabel 3 memperlihatkan penurunan lignin tertinggi pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) sebesar 44,13% dan yang terendah pada perlakuan A (lama fermentasi 8 hari) sebesar 23,30%. Hasil analisis keragaman (Lampiran 4) menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap penurunan lignin. Berdasarkan uji DMRT terlihat bahwa penurunan lignin pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) tetapi sangat nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dari perlakuan B dan A. Pada perlakuan B (lama fermentasi 10 hari) dan

perlakuan A (lama fermentasi 8 hari) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dari perlakuan C dan perlakuan D.

Tingginya penurunan lignin pada perlakuan C dan D disebabkan kapang banyak tumbuh dan merata (Lampiran 10) sehingga lignin banyak dirombak akibatnya lignin menjadi rendah dan penurunan lignin tinggi. Menurut Howard *et al.*, (2003) kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan senyawa turunan secara efektif dengan cara menghasilkan enzim lignin peroksidase dan mangan peroksidase. Lignin peroksidase merupakan katalis utama dalam proses lignolisis oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* karena mampu memecah 90% struktur lignin yang disusun oleh unit fenolik (Srebotnik *et al.*, 1994). Mangan peroksidase mampu mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} yang berperan memutus unit fenolik lignin.

Rendahnya penuruna lignin pada perlakuan B dan perlakuan A disebabkan kapang belum tumbuh dengan sempurna sehingga kerja enzim ligninase tidak maksimal dalam perombakan lignin akibatnya lignin masih tinggi dan persentase penurunan lignin belum optimal.

Penurunan lignin terbaik ditinjau dari lama fermentasi pada penelitian ini adalah perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) sebesar 44,13% (dari 16,96% sebelum fermentasi menjadi 9,48% sesudah fermentasi). Hasil ini lebih tinggi dari penelitian Fadillah dkk. (2008) menyatakan bahwa bahwa kandungan lignin dari batang jagung dapat berkurang sebesar 40,40% dengan bantuan enzim ligninase dengan lama fermentasi 14 hari.

4.3. Pengaruh Perlakuan terhadap Peningkatan Hemiselulosa

Rataan peningkatan hemiselulosa terhadap Bungkil Inti Sawit fermentasi (BISF) dengan *Phanerochaete chrysosporium* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan peningkatan hemiselulosa BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Hemiselulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Hemiselulosa Setelah Fermentasi (%BK)	Peningkatan Hemiselulosa (%)
A (8 Hari)	19,48	24,31	24,78 ^c
B (10 Hari)	19,48	25,98	33,37 ^b
C (12 Hari)	19,48	28,57	46,64 ^a
D (14 Hari)	19,48	28,40	45,77 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa peningkatan hemiselulosa tertinggi terdapat pada perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) sebesar 46,64% dan pada perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) sebesar 45,77% . Hasil analisis keragaman (Lampiran 6) menunjukkan bahwa lama fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap peningkatan hemiselulosa. Berdasarkan uji DMRT terlihat bahwa perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) tetapi sangat nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dari perlakuan B dan perlakuan A. Pada perlakuan B (lama fermentasi 10 hari) dan A (lama fermentasi 8 hari) memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dari perlakuan C dan perlakuan D.

Tingginya peningkatan hemiselulosa pada perlakuan C dan D karena pada perlakuan ini kandungan selulosa dan lignin lebih rendah akibatnya hemiselulosa meningkat. Disamping itu terlepasnya ikatan lignin dengan hemiselulosa untuk mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel serta hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberi struktur yang kuat (Taherzede, 1999). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* mensekresikan enzim selulase untuk mendegradasi selulosa dan ligninase untuk mendegradasi lignin (Howard *et al.* 2003). Hemiselulosa diperoleh dari hasil NDF (selulosa, lignin, hemiselulosa) dikurang dengan ADF (selulosa dan lignin).

4.4. Pengaruh Perlakuan terhadap Kecernaan Serat Kasar

Data kecernaan serat kasar dari Bungkil Inti Sawit fermentasi (BISF) dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan kecernaan serat kasar BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium* pada masing-masing perlakuan.

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Kecernaan Serat Kasar (%)
A (8 Hari)	41,76 ^c
B (10 Hari)	46,95 ^b
C (12 Hari)	55,52 ^a
D (14 Hari)	54,85 ^a

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Rataan kecernaan serat kasar pada broiler yang mengkonsumsi bungkil inti sawit fermentasi (BSIF) dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* yang tertinggi adalah perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) dan terendah pada

perlakuan A (lama fermentasi 8 hari). Hasil analisis kergaman (Lampiran 8) menunjukkan bahwa fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* berpengaruh berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap pencernaan serat kasar broiler. Berdasarkan hasil uji DMRT menunjukkan bahwa pencernaan serat kasar perlakuan C (lama fermentasi 12 hari) berbeda tidak nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) tetapi sangat nyata lebih tinggi ($P < 0,01$) dari perlakuan B dan perlakuan A. Pada perlakuan B dan A memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) lebih rendah dari perlakuan C dan perlakuan D.

Tingginya pencernaan serat kasar pada perlakuan C dan D berkaitan dengan kandungan serat kasar yang juga rendah pada perlakuan C yaitu 12,03% dan pada perlakuan D 12,24%. Rendahnya kandungan serat kasar disebabkan kandungan lignin dan selulosa yang terkandung dalam BISF dipecah oleh enzim ligninase dan enzim selulase yang dihasilkan oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* sehingga lebih mudah dicerna dan pencernaan meningkat. Menurut Winarno dkk., (1980) makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih baik dari asal bahannya disebabkan mikroorganisme bersifat katabolik atau memecah komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna. Disamping itu pencernaan serat kasar tinggi karena pada perlakuan tersebut hemiselulosa tinggi dari perlakuan lainnya. Hemiselulosa adalah fraksi serat yang mudah larut, sehingga mudah dicerna.

Rendahnya pencernaan serat kasar pada B dan A berkaitan dengan kandungan serat kasar pada perlakuan B lebih tinggi 14,94% dan A 16,00%. Tingginya serat kasar pada bahan maka sedikit kandungan bahan yang tersimpan

dan tidak termanfaat dengan baik yang banyak dikeluarkan melalui ekskreta. Serat kasar hanya sedikit dapat dicerna oleh hewan monogastrik dan bila serat kasar tinggi dalam ransum akan mengurangi efisiensi penggunaan zat-zat makanan lainnya, selain itu efek dari serat kasar yang tidak dapat dicerna keluar lagi melalui feses sehingga ternak unggas berproduksi dan bertumbuh tidak sempurna (Wahju, 1997). Menurut Scott *et al.*, (1982) menyatakan bahwa rendahnya pencernaan serat kasar karena broiler tidak mempunyai enzim selulase.

Rataan pencernaan serat kasar pada penelitian ini sebesar 42,65% (sebelum fermentasi 38,92% dan sesudah fermentasi 55,52%). Hasil ini lebih tinggi dari penelitian Fibrian (2012) menyatakan bahwa fermentasi kulit buah kopi dan ampas tahu dengan lama fermentasi 10 hari dapat menurunkan kandungan serat kasar 43,89%, diperoleh peningkatan pencernaan serat kasar sebesar 37,06% (dari 31,13% menjadi 19,64%).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa lama fermentasi 12 hari dengan dosis inokulum 7% menggunakan *Phanerochaete chrysosporium* dari bungkil inti sawit merupakan perlakuan terbaik dari penurunan lignin dan selulosa serta meningkatkan hemiselulosa dan pencernaan serat kasar. Pada kondisi ini diperoleh penurunan selulosa sebesar 42,20% dan lignin sebesar 44,13% serta peningkatan hemiselulosa sebesar 46,64% dan pencernaan serat kasar sebesar 55,52%.

5.2. Saran

Untuk masyarakat yang memanfaatkan penelitian ini, peneliti menyarankan memanfaatkan hasil penelitian pada perlakuan C dengan (lama fermentasi 12 hari), karena jika dinilai dari segi ekonomisnya perlakuan ini lebih efisien karena waktu yang relatif singkat jika dibandingkan dengan perlakuan D (lama fermentasi 14 hari) dengan gizi yang tidak begitu signifikan yaitu penurunan selulosa sebesar 41,88% dan lignin sebesar 43,23% serta peningkatan hemiselulosa sebesar 45,77% dan pencernaan serat kasar 54,85%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, L dan S. Purwanti.2009. Ilmu Nutrisi Unggas. Lemabaga penegembangan sumber daya peternakan. (INDICUS). Makasar.
- Aziz A. A., M. Husin and A. Mokhtar. 2002. Preparation of cellulose from oil palm empty fruit brunches via aethanol dogestion: effec of acid and alkali catalysts. *Jurnal of Oil Palam Research* 14(1):9-14.
- Buckle, A, R. A Edward, G. H. Fleet and M. Wotton 1987. Ilmu Pangan. Diterjmahkan oleh Adiono dan Purnomo. Penerbit Universitas Indonesia press. Jakarta.
- Casey J. P. 1952. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. New York: Interscience Publishers Inc.
- Casey JP. 1980. Pulping Chemistry and Chemical Technology Volume I. Pulping and papermaking. Intercine Publicer Inc. New York.
- Crueger, W. And L. E. Harris. 1989. Biotechnology : A Textbook of Industrial Microbiology. Sinauer Asseciates Inc Sunderland.
- Cookson, J. T. 1995. Bioremediation Engineering : Design and application. Mc Graw Hill, Inc.
- Dhawale, S. S. And K. Kathina. 1993. Alternative methods for production of staining of *Phanerochaete chrysosporium* Bacidiospores. *J. Aplied and Environmental Microbiology*, May 1993 : 1675 – 1677
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2013. Buku Statistuk Perkebunan.
- Dumanauw JF. 2001. Mengenal Kayu. Yogyakarta: Kanisius.
- Enari, T. M. 1983. MicrobialCellulases. In : Forgart, W. F. (Ed). *Microbial Enzyms and Biotechnology*. Applied Science. London. Pp 183-223.
- Fadillah. S. Distanitina, E.K. Artati, dan Jumari. 2008. Biodelignifikasi batang jagung dan jamur pelapuk putih (*Phanerocheate chrysosporium*). *Ekuilibitrum* 7(1):7-11.
- Fardiaz, S. 1989. Fisiologi Fermentasi. PAU Pangan Gizi IPB, Bogor.
- Fardiaz, S. 2002. Mikrobiologi pangan 2. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Fengel D, Wegener G. 1995. Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. Sastrohamidjojo H, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Wood; Chemistry, Ultrastructure, Reactions.
- Fibrian, R. 2012. Pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi campuran kulit buah kopi dan ampas tahu dengan *Phanerocheate chyrysosporium* terhadap kandungan dan pencernaan serat kasar, Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas.
- Gold. 1981. Tropical feeds. Feed information summaries and nutritive values. Animal production and health eries FAO. Rome.
- Griffin, D. H. 1994. Fungal Physiology. 2 Ed. S Jhon Wiley & Sons. Inc. Publication. New York.
- Hadadi, A., Herry, Setyorini, Surahman, A., Ridwan, E. 2007. Pemanfaatan limbah sawit untuk pakan ikan. Jurnal budidaya air tawar Vol 4 No. 1. Hlm.11-18.
- Harentis, Mirnawati, Mirzah. 2005. Teknologi pengolahan bungkil inti sawit untuk meningkatkan daya gunanya sebagai pakan ternak unggas. Laporan penelitian hibah bersaing. XIII. Departemen pendidikan nasional.
- Have R. T and M. C. R. Frensensen. 2001. On a revised mechanism of side product in the lignin peroxidase catayzed of veratryl alcohol. Febs Letters. 487:313-317.
- Herlina. 1998. Isolasi, Seleksi dan Uji Hayati Mikro Organisme Pengurai Senyawa Lignin dan Limbah Cair Industri Pulp. Tesis Magister Biologi, Pasca Sarjana Ins Tek Bandung, Bogor.
- Hidayat, N. 2007. Teknologi pertanian dan pangan. <http://www.pikiranRakyat.com/cetak/0604/24/Cakrawala/index.htm>. diakses tanggal 27 Desember 2014.
- Howard, R. T., E. Abotsi, Jansen van Rensburg, E. L, anf Howard, S., 2003, Lignocellulose Bioteknologi : Issue of bioconversion and enzyme production, African Journal of Biotech., 2:602-612.
- Irawandi, T. T. 1990. Pemanfaatan limbah kelapa sawit sebagai media pertumbuhan kapang penghasil enzim ekstraseluler. Laporan Penelitian. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Judoamidjojo, R. M., E. G. Said dan L. Hartono. 1989. Biokonversi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Johjima T, Itoh N, Kabuto M, Tokimura F, Nakagawa T, Wariishi H, Tanaka H. 1999. Direct interaction of lignin and lignin peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*. Proc Natl Acad Sci USA 66: 1989-1994.
- Kartiwa W.H. 2003. Upaya pemanfaatan enzyme pada pulping biologis. Laporan Penelitian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa, Bandung. Departemen Perindustrian dan Perdagangan.
- Lynd L. R., P. J. Weimer, W. H. Van Zyl WH and I. S. Pretorius. 2002. Microbial Cellulosae Utilization: Fundamentals and Biotechnology. Microbial. Mol. Biol. Rev. 66 (3):506-577.
- McDonald, P., R. A. Edward, J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan, 2002. Animal Nutrition. 6th Edition. Longman. Scientific and Technical Jhon Willey and Sons. Inc. New York.
- McCrary, E. 1991. The nature of lignin. Alkaline Paper Advocate. 4 (4): 1-3.
- Mirnawati., I putu Kompiang dan Harnentis. 2008. Peran asam humat sebagai panetralisir logam berat dalam bioteknologi bungkil inti sawit untuk pakan unggas. Laporan penelitian Hibah Bersaing Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Naipospos, T. S. 2003. Pengembangan peternakan terpadu dengan tanaman coklat. Direktorat Pengembangan Peternakan. Jakarta.
- Noferdiman dan A. Yani. 2013. Kandungan Nutrisi Lumpur Sawit Hasil Fermentasi dengan Jamur *Phanerocheate chryryosporium*. Jurnal Agripet Vol 13. No. 2, Oktober:47-52.
- Nuraini dan Mahendra. 2002. Pengaruh penggunaan bungkil inti sawit ransum broiler. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Unand Padang.
- Nuraini. 2012. Kondisi optimum fermntasi dengan kapang *Phanerocheate chryryosporium* terhadap kualitas nutrisi limbah agroindutri. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Andalas, Padang.
- Nuraini. 2006. Potensi kapang karotenogenik untuk memproduksi pakan sumber β -karoten dan pengaruhnya terhadap ransum ayam pedaging dan petelur. Disertasi. Program Pasaca Sarjana Universitas Andalas, Padang.

- Nuraini, M. E. Mahata, dan Nirwansyah. 2012. Potensi ligninolitik dan selulolitik *Phanerochaete chrysosporium* dan karatenoid monakolin dari *Monascus purpureus* dalam meningkatkan kualitas kulit buah kakao sebagai pakan ternak. Laporan Strategi Nasional. Fakultas Peternakan Universitas Andalas.
- Orth A. B., D. J. Royse, M. Tien. 1993. Ubiquity of lignin degrading peroxidase among various wood-degrading fungi. *App Environ Microbiol* 59:4017-4023.
- Pasaribu, T. 2007. Produk fermentasi limbah pertanian sebagai bahan pakan unggas diindonesia. *Wartazoa*.17 (3) : 109 – 116
- Perez, J., J. Munoz-Dorado, T. De is Rubia, and J. Martinez. 2002. Bidegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int Microbiology* 5:53-63.
- Putra, P. P. 2012. Pengaruh fermentasi dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* dan *Monascus purpureus* terhadap kandungan bahan kering, protein kasar dan serat kasar kulit buah coklat dan ampas tahu. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas. Padang.
- Rahayu. K. 1990. Teknologi Enzim. Penerbit Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Rahman, A. J. 1992. Teknologi Fermentasi. Arcan, Jakarta.
- Rahardjo, L. 2006. Pemanfaatan campuran gomblong dan isi rumen dalam Complete Feed terhadap pemeliharaan kambing. Vol 13 NO. 1.2006. Fakultas Peternakan. Universitas Islam Malang.
- Rasyaf, M. 2006. Beternaka broiler. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ribeiro RXB, Oliveira RL, Macome FM, Bagaldo AR, Silva MCA, Ribeiro CVDM, Carvalho GGP, Lanna DPD. 2011. Meat quality of lambs fed on palm kernel meal, a by-product of biodiesel production. *Asian-Aust J Anim Sci*. 24:1399-1406.
- Rizal, Y. 2000. Respon Broiler Terhadap Penggantian Sebagian Bungkil Kedelai dengan Bungkil Inti Sawit dalam ransum *Jurnall Peternakan dan Lingkungan*, vol.6 no2.
- Scott, M. L., M. C. Nesheim and R.J. Young. 1982. *Nutrition of The Chicken* 3rd Ed. Publising. M. C. Scott. And Associates. Ithaca, New York.

- Singh, B. C., A. S., Singh, and h. s. Sing. 1996. Mutagenesis for hyperproduction of the extracellular amylases by *Termomices lanuginosus*. 45:31-36.
- Sibbald, I. R. 1976. "The effect of level intake on metabolizable energy value measured with adult rooster". *Poultry Science*, (54):1990-1998.
- Styawan, S. 2005. Pengaruh komposisi substrat, lama inkubasi dan pH dalam proses isolasi Enzim Xylase dengan menggunakan media jerami padi. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang
- Sjostrom E. 1995. Kimia Kayu, Dasar-Dasar dan Penggunaan. Ed 2. Sastrohamidjojo H, penerjemah. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Wood Chemistry, Fundamentals and Applications.
- Srebotnik, E., K. A. Jensen dan K. E. Hammel. 1994. Fungal degradation of recalcitrant nonphenolic lignin structure whitout ligni peroxidase. *Proc Nah Acad Sci* 91: 12794 – 12796.
- Steel, R.G. dan J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika : Suatu Pendekatan Biometrik, Ed. 2, Cetakan ke-2, Alih Bahasa B. Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Steffen, K. T. 2003. Degradation of recalcitrant bipolymers and polycyclic aromatic hydrocarbons by litter-decomposing basidiomycetous fungi. [Dusertasi]. Helsinki: Division of Microbiology Departement of Applied Chemistry and Microbuology Viiikki Biocenter, University of Helsinki.
- Suhartono. 1998. Enzim dan Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, bogor.
- Supryanto, A. 2009. Manfaat Jamur. Skripsi. IPB. Bogor.
- Supriyati, T. Pasaribu, H. Hamid, dan A.P.Sinurat. 1998. Fermentasi bungkil inti sawit secara substrat padat dengan menggunakan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 3 (3) : 165 – 170.
- Taherzede, M. J. 1999. Ethanol From lignocellulose : Phsiological effects of inhibitors and fermentation strategies. Thesis. Goteborg : Departement of Chemical Reaction Engineering, Chalmers University of Technology.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo dan Lebdoesoekojo. 1989. Ilmu makanan ternak dasar. Gadjah Mada University Press. Fakultas Peternakan UGM.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprojo, S. Prawirokusuma dan S. Lebdoesoekojo. 1991. Ilmu makanan ternak dasar. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Tuomela, M. 2002. Degradation of lignin and other ¹⁴C-labelled compounds in compost and soil with an emphasis on white fungi. Helsinki : Dep. Appl. Chem. Microbial. Division of Microbiology University of Helsinki.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Cetakan IV. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada Press.
- Widayati, E. dan Widalestari, Y., 1996. Limbah untuk pakan ternak. Trubus Agrisorana, Surabaya.
- Widyanti, S. 2012. Pengaruh dosis inokulum dan lama fermentasi campuran kulit kayu dan ampas tahu dengan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap penurunan kandungan dan pencernaan serat kasar serta energi metabolisme. Skripsi. Fakultas Peternakan. Universitas Andalas.
- Widyastuti., 2000. Kelapa Sawit Usaha Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Aspek Pemasaran, Penebar Swadaya, Jakarta.
- Winarno, F. G. , S. Fardiaz dan D. Fardiaz.1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia. Jakarta.
- Zeng G, MY, Y. Chen, D. huang, H. Huang, R. Jiang and z. Yu. 2010. Effect of Inoculation with *Phanerocheate chrysosporium* at Varios time point on enzyme activities during agricultural waste Composing. Bioresour. Technol. 101'222-227.

LAMPIRAN

Lampiran1.Data penurunan selulosa (%BK) dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Selulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Selulosa Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Selulosa (%)
A1(8 hari)		21,24	21,54
A2		20,39	24,69
A3	27,07	20,35	24,82
A4		20,42	24,57
A5		20,05	25,93
B1(10 hari)		18,57	31,40
B2		18,00	33,51
B3	27,07	18,16	32,91
B4		17,92	33,80
B5		17,64	34,84
C1(12 hari)		15,58	42,45
C2		15,88	41,34
C3	27,07	15,51	42,70
C4		15,74	41,85
C5		15,52	42,67
D1(14 hari)		16,10	40,52
D2		15,69	42,04
D3	27,07	15,70	42,00
D4		15,45	42,93
D5		15,73	41,89

Lampiran 2. Analisis statistik penurunan selulosa dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Uangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	21,54	31,40	42,45	40,52	
2	24,69	33,51	41,34	42,04	
3	24,82	32,91	42,70	42,00	
4	24,57	33,80	41,85	42,93	
5	25,93	34,84	42,67	41,89	
Total	121,55	166,46	211,01	209,38	708,40
Rataan	24,31	33,29	42,20	41,88	141,68

$$FK = \frac{(y..)^2}{n} = \frac{(708,40)^2}{20} = 25091,53$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (21,54)^2 + (31,40)^2 + (42,45)^2 + (40,52)^2 + \dots + (41,89)^2 - FK \\ &= 26191,29 - FK \\ &= 1099,76 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(121,55)^2 + (166,46)^2 + (211,01)^2 + (209,38)^2}{5} - FK \\ &= 26169,71 - FK \\ &= 1078,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Sisa} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 1099,76 - 1078,18 \\ &= 21,58 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Perlakuan} &= JK \text{ Perlakuan} : DB \text{ Perlakuan} \\ &= 1078,18 : 3 \\ &= 359,39 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Sisa} &= JK \text{ Sisa} : DB \text{ Sisa} \\ &= 21,58 : 16 = 1,35 \end{aligned}$$

Tabel Analisis Keragaman Selulosa

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.hit	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1078,18	359,39	266,21**	3,24	5,29
Sisa	16	21,58	1,35			
Total	19	1099,76				

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)

Uji Lanjut DMRT

$$SE = \sqrt{\frac{kts}{r}} = \sqrt{\frac{1,35}{5}} = 0,52$$

Tabel SSR 5% dan 1% untuk P = 2, 3 dan 4

Perlakuan	SSR		LSR	
	0,05	0,01	0,05	0,01
2	3,00	4,13	1,56	2,15
3	3,15	4,34	1,64	2,25
4	3,30	4,45	1,71	2,31

Urutan perlakuan dari yang paling besar ke yang kecil

C	D	B	A
42,20	41,88	33,29	24,31

Perbandingan nilai berbeda nyata

Perlakuan	Selisih	P	LSR 5%	LSR 1%	Ket
C-D	0,32	2	1,56	2,15	NS
C-B	9,91	3	1,64	2,25	**
C-A	17,89	4	1,71	2,31	**
D-B	9,59	2	1,56	2,15	**
D-A	17,57	3	1,64	2,25	**
B-A	7,98	2	1,56	2,15	**

Superskrip C^a D^a B^b A^c

Lampiran 3. Data penurunan lignin (%BK) dari BISF dengan *Phanerochaete Chrysosporium*

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Lignin Sebelum Fermentasi (%BK)	Lignin Setelah Fermentasi (%BK)	Penurunan Lignin (%)
A1(8 Hari)		13,30	21,58
A2		12,82	24,41
A3	16,96	12,92	23,82
A4		13,34	21,34
A5		12,66	25,35
B1(10 Hari)		11,48	32,31
B2		11,07	34,73
B3	16,96	11,22	33,84
B4		11,12	34,43
B5		11,14	34,32
C1(12 Hari)		9,61	43,34
C2		9,47	44,16
C3	16,96	9,26	45,40
C4		9,47	44,16
C5		9,57	43,57
D1(14 Hari)		9,84	41,98
D2		9,60	43,40
D3	16,96	9,47	44,16
D4		9,55	43,69
D5		9,68	42,92

Lampiran 4. Analisis statistik penurunan lignin dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	21,58	32,31	43,34	41,98	
2	24,41	34,73	44,16	43,40	
3	23,82	33,84	45,40	44,16	
4	21,34	34,43	44,16	43,69	
5	25,35	34,32	43,57	42,92	
Total	116,50	169,63	220,63	216,15	722,91
Rataan	23,30	33,93	44,13	43,23	144,58

$$F_k = \frac{(y..)^2}{n} = \frac{(722,91)^2}{20} = 26129,94$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (21,58)^2 + (32,31)^2 + (43,34)^2 + (41,98)^2 + \dots + (42,92)^2 - F_k \\ &= 27570,50 - F_k \\ &= 1440,55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(116,50)^2 + (169,63)^2 + (220,63)^2 + (216,15)^2}{5} - F_k \\ &= 27549,00 - F_k \\ &= 1419,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Sisa} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 1440,55 - 1419,06 \\ &= 21,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Perlakuan} &= JK \text{ Perlakuan} : DB \text{ Perlakuan} \\ &= 1419,06 : 3 \\ &= 473,02 \end{aligned}$$

$$KT \text{ Sisa} = JK \text{ Sisa} : DB \text{ Sisa}$$

$$= 21,50 : 16$$

$$= 1,34$$

Tabel analisis keragaman lignin

Sumber Keragaman	DB	JK	KT	F.hit	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1419,06	473,02	353,00**	3,24	5,29
Sisa	16	21,50	1,34			
Total	19	1440,56				

Uji Lanjut DMRT

$$SE = \sqrt{\frac{KTS}{r}} = \sqrt{\frac{1,34}{5}} = 0,52$$

Urutan perlakuan dari yang paling besar ke yang kecil

C	D	B	A
44,13	43,23	33,93	23,30

Tabel SSR 5% dan 1% untuk P = 2, 3 dan 4

Perlakuan	SSR		LSR	
	0,05	0,01	0,05	0,01
2	3,00	4,13	1,56	2,14
3	3,15	3,34	1,63	1,73
4	3,30	4,45	1,71	2,31

Perbandingan nilai berbeda nyata

Perlakuan	Selisih	P	LSR 5%	LSR 1%	Ket
C-D	0,88	2	1,56	2,14	NS
C-B	10,19	3	1,63	1,73	**
C-A	20,82	4	1,71	2,31	**
D-B	9,31	2	1,56	2,14	**
D-A	19,94	3	1,63	1,73	**
B-A	10,63	2	1,56	2,14	**

Superskrip C^a D^a B^b A^c

Lampiran 5. Data peningkatan hemiselulosa (%BK) dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Hemiselulosa Sebelum Fermentasi (%BK)	Hemiselulosa Setelah Fermentasi (%BK)	Peningkatan Hemiselulosa (%)
A1(8 hari)		23,89	22,62
A2		23,98	23,08
A3	19,48	24,52	25,86
A4		24,69	26,75
A5		24,47	25,59
B1(10 hari)		25,80	32,44
B2		26,22	34,60
B3	19,48	25,80	32,44
B4		26,08	33,88
B5		26,00	33,47
C1(12 hari)		28,53	46,46
C2		28,42	45,89
C3	19,48	28,60	46,82
C4		28,65	47,07
C5		28,63	46,97
D1(14 hari)		28,30	45,28
D2		28,16	44,56
D3	19,48	28,43	45,94
D4		28,63	46,97
D5		28,46	46,10

Lampiran 6. Analisis statistik peningkatan hemiselulosa dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	22,62	32,44	46,46	45,28	
2	23,08	34,60	45,89	44,56	
3	25,86	32,44	46,82	45,94	
4	26,75	33,88	47,07	46,97	
5	25,59	33,47	46,97	46,10	
Total	123,90	166,83	233,21	228,85	752,79
Rataan	24,78	33,37	46,64	45,77	150,56

$$FK = \frac{(y..)^2}{n} = \frac{(752,79)^2}{20} = 28334,87$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (22,62)^2 + (32,44)^2 + (46,46)^2 + (45,28)^2 + \dots + (46,10)^2 - FK \\ &= 30009,79 - FK \\ &= 1674,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(123,90)^2 + (166,83)^2 + (233,21)^2 + (228,85)^2}{5} - FK \\ &= 29988,82 - FK \\ &= 1653,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Sisa} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 1674,92 - 1653,95 \\ &= 20,97 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Perlakuan} &= JK \text{ Perlakuan} : DB \text{ Perlakuan} \\ &= 1653,95 : 3 \\ &= 551,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Sisa} &= JK \text{ Sisa} : DB \text{ Sisa} \\ &= 20,97 : 16 = 1,31 \end{aligned}$$

Tabel analisis keragaman hemiselulosa

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F. hit	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	1653,95	551,32	420,85**	3,24	5,29
Sisa	16	20,97	1,31			
Total		1674,92				

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)

Uji lanjut DMRT

$$SE = \sqrt{\frac{KTS}{r}} = \sqrt{\frac{1,31}{5}} = 0,51$$

Tabel SSR 5% dan 1% untuk P = 2, 3 dan 4

P	SSR		LSR	
	0,05	0,01	0,05	0,01
2	3,00	4,13	1,54	2,11
3	3,15	4,34	1,61	2,22
4	4,00	3,30	2,05	1,69

Urutan perlakuan dari yang paling besar ke yang kecil

C	D	B	A
46,64	45,77	33,37	24,78

Perbandingan nilai berbeda nyata

Perlakuan	Selisih	P	LSR 5%	LSR 1%	Ket
C-D	0,87	2	1,54	2,11	NS
C-B	13,27	3	1,61	2,22	**
C-A	21,86	4	2,05	1,69	**
D-B	12,4	2	1,54	2,11	**
D-A	20,99	3	1,61	2,22	**
B-A	8,59	2	1,54	2,11	**

Superskrip

C^a

D^a

B^b

A^c

Lampiran 7. Data pencernaan serat kasar (%BK) dari BISF dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Perlakuan Lama Fermentasi (Hari)	Konsumsi BK (g)	SK Bahan (%BK)	Eksreta (g)	SK Eksreta (%BK)	Kecernaan SK (%)
A1(8 Hari)	17,11	16,10	9,28	18,07	38,91
A2	17,12	16,08	9,20	17,21	42,55
A3	17,05	16,07	9,48	16,26	43,80
A4	17,05	16,18	9,44	16,62	43,12
A5	17,13	15,61	9,46	16,82	40,45
B1(10 Hari)	17,24	15,15	9,39	14,83	46,74
B2	17,27	15,07	9,06	14,82	48,08
B3	17,28	14,83	9,16	14,80	46,18
B4	17,33	15,09	9,44	14,97	46,18
B5	17,43	14,58	9,05	14,90	46,85
C1(12 Hari)	18,03	12,02	8,39	11,73	54,84
C2	18,05	12,03	8,32	11,64	55,30
C3	18,08	12,05	8,33	11,57	55,96
C4	18,03	12,04	8,30	11,40	56,22
C5	18,03	12,01	8,59	11,35	55,30
D1(14 Hari)	18,06	12,24	8,58	11,90	53,85
D2	18,14	12,20	8,36	11,97	54,75
D3	18,24	12,40	8,40	12,22	54,42
D4	18,34	12,35	8,64	11,56	55,75
D5	18,23	12,05	8,65	11,28	55,45
Kontrol	17,25	21,43	9,05	24,96	38,92

Lampiran 8. Analisis statistik pencernaan serat kasar broiler BISF dengan *Phaenerochaete chrysosporium*

Ulangan	Perlakuan				Total
	A	B	C	D	
1	38,91	46,74	54,84	53,85	
2	42,55	48,08	55,30	54,75	
3	43,80	46,88	55,96	54,42	
4	43,12	46,18	56,22	55,75	
5	40,45	46,85	55,30	55,45	
Total	208,82	234,73	277,62	274,23	995,40
Rataan	41,76	46,95	55,52	54,85	199,08

$$FK = \frac{(y..)^2}{n} = \frac{(995,40)^2}{20} = 49540,61$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Total} &= (38,91)^2 + (46,74)^2 + (54,84)^2 + (53,85)^2 + \dots + (55,45)^2 - FK \\ &= 50217,41 - FK \\ &= 676,81 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Perlakuan} &= \frac{(208,82)^2 + (234,73)^2 + (277,62)^2 + (274,23)^2}{5} - FK \\ &= 50195,43 - FK \\ &= 654,82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} JK \text{ Sisa} &= JK \text{ Total} - JK \text{ Perlakuan} \\ &= 676,81 - 654,82 \\ &= 21,99 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Perlakuan} &= JK \text{ Perlakuan} : DB \text{ Perlakuan} \\ &= 654,82 : 3 \\ &= 218,27 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} KT \text{ Sisa} &= JK \text{ Sisa} : DB \text{ Sisa} \\ &= 21,99 : 16 = 1,37 \end{aligned}$$

Tabel analisis keragaman kecernaan serat kasar

Sumber keragaman	DB	JK	KT	F.hit	F tabel	
					0,05	0,01
Perlakuan	3	654,82	218,27	159,32**	3,24	5,29
Sisa	16	21,99	1,37			
Total	19	676,81				

Keterangan : ** = Berbeda Sangat Nyata (P<0,01)

Uji lanjut DMRT

$$SE = \sqrt{\frac{kts}{r}} = \sqrt{\frac{1,37}{5}} = 0,52$$

Tabel SSR 5% dan 1% untuk P = 2, 3 dan 4

P	SSR		LSR	
	0,05	0,01	0,05	0,01
2	3,00	4,13	1,57	2,17
3	3,15	4,34	1,65	2,28
4	4,00	3,30	2,10	1,73

Urutan perlakuan dari yang paling besar ke yang kecil

C	D	B	A
55,52	54,84	46,95	41,76

Perbandingan nilai beda nyata

Perlakuan	Selisih	P	LSR 5%	LSR 1%	Ket
C-D	0,78	2	1,57	2,17	NS
C-B	6,86	3	1,65	2,28	**
C-A	13,88	4	2,10	1,73	**
D-B	6,08	2	1,57	2,17	**
D-A	13,1	3	1,65	2,28	**
B-A	7,02	2	1,57	2,17	**

Superskrip

C^a

D^a

B^b

A^c

Lampiran 9. Jumlah koloni bungkil inti sawit dengan *Phanerochatete chrysosporium*

Sampel	Jumlah Koloni (cfu/gr)	Jumlah Koloni (log/gr)
A1	1,01X 10 ¹³	14,00
A2	1,10 X 10 ¹³	14,04
A3	1,21 X 10 ¹³	14,08
A4	1,32 X 10 ¹³	14,12
A5	1,85 X 10 ¹³	14,26
B1	3,50 X 10 ¹³	14,54
B2	2,57X 10 ¹³	14,40
B3	2,86 X 10 ¹³	14,45
B4	3,78 X 10 ¹³	14,57
B5	3,98 X 10 ¹³	14,59
C1	7,55 X 10 ¹³	14,88
C2	7,42X 10 ¹³	14,87
C3	7,66 X 10 ¹³	14,88
C4	6,22 X 10 ¹³	14,79
C5	6,90 X 10 ¹³	14,83
D1	4,87 X 10 ¹³	14,68
D2	5,25 X 10 ¹³	14,72
D3	5,67 X 10 ¹³	14,75
D4	6,21 X 10 ¹³	14,79
D5	6,88 X 10 ¹³	14,83

Lampiran 10. Foto bungkil inti sawit fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Hari ke 8



Hari ke 10



Hari ke 12



Hari ke 14





**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA
FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS ANDALAS**

Alamat: Kampus Limau Manis Padang, 25163 Telp. (0751) 71464, 72400 email: faterna@unanad.ac.id

SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM

No. /BL. Lab. TIP/ Faterna/ 2015

Kepala Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas menerangkan

bahwa:

Nama : **Nur Afni**
Bp : 1110612009
Progam studi : Ilmu Peternakan
Fakultas : Peternakan

Telah melakukan penelitian dan menyelesaikan seluruh administrasi, keuangan, mengembalikan peralatan dan hal-hal yang bersangkutan dengan fasilitas Laboratorium Teknologi Industri Pakan Fakultas Peternakan Universitas Andalas.

Demikianlah surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan seperlunya.

Padang, April 2015
Kepala Lab. Teknologi Industri Pakan



Prof. Dr. Ir. Hj. Yetti Marlida, MS
NIP. 1963 0705 1989 032002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA
FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS ANDALAS**

Alamat: Kampus Limau Manis Padang, 25163 Telp. (0751) 71464, 72400 email: faterna@unanad.ac.id

Balasan surat tgl. :

Kepada Yth. : Sdr. Nur Afni

No. :

BP. 1110612009

No. Analisis : /ALS-TIP/Faterna/2015

Mhs. Ilmu Peternakan

Fakultas Peternakan Unand

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa hasil analisa kimia dari;

Sampel : Bungkil Inti Sawit fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium*

Cap (jenis) : BIS

Diambil dari : Penelitian

Diterima tgl : 3 Maret 2015

Macam sampel : 21 sampel

Adalah sebagai berikut :

No	Perlakuan	% BK	NDF (% BK)	ADF (% BK)	Selulosa (%BK)	Lignin (%BK)	Hemiselulosa (%BK)
1	A1	85,55	62,98	39,09	21,24	13,30	23,89
2	A2	85,59	62,77	38,79	20,39	12,82	23,98
3	A3	85,26	61,89	37,37	20,35	12,92	24,52
4	A4	85,27	62,27	37,58	20,42	13,34	24,69
5	A5	85,67	62,91	38,45	20,05	12,66	24,47
6	B1	86,19	59,14	33,34	18,57	11,48	25,80
7	B2	86,34	58,24	32,03	18,00	11,07	26,22
8	B3	86,42	58,93	33,13	18,16	11,22	25,80
9	B4	86,65	57,81	31,73	17,92	11,12	26,08
10	B5	87,16	58,48	32,49	17,64	11,14	26,00
11	C1	90,16	56,91	28,38	15,58	9,61	28,53
12	C2	90,25	57,44	29,02	15,88	9,47	28,42
13	C3	90,41	56,33	27,73	15,51	9,26	28,60
14	C4	90,17	56,68	28,03	15,74	9,47	28,65
15	C5	90,13	57,39	28,76	15,52	9,57	28,63
16	D1	90,28	55,38	27,08	16,10	9,84	28,30
17	D2	90,72	56,24	28,08	15,69	9,60	28,16
18	D3	91,20	56,22	27,79	15,70	9,47	28,43
19	D4	91,68	58,39	29,76	15,45	9,55	28,63
20	D5	91,14	56,71	28,25	15,73	9,68	28,46
21	Kontrol	86,23	64,41	44,93	27,07	16,96	19,48


 Padang, April 2015
 Kepala Lab. Teknologi Industri Pakan
 LABORATORIUM
 TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN
 Prof. Dr. Ir. Hj. Yetti Marlida, MS
 NIP. 196307051989032002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA
FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS ANDALAS**

Alamat: Kampus Limau Manis Padang, 25163 Telp. (0751) 71464, 72400 email: faterna@unanad.ac.id

Kepada Yth. : Sdr. Nur Afni

BP. 1110612009

Mhs. Ilmu Peternakan

Fakultas Peternakan Unand

Alasan surat tgl. :

No. :

No. Analisis : /ALS-TIP/Faterna/2015

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan

bahwa hasil analisa kimia dari;

Sampel : Bungkil Inti Sawit fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium*

No	Perlakuan	%BK	SK Eksreta (%BK)
1	A1	85,55	18,07
2	A2	85,59	17,21
3	A3	85,26	16,26
4	A4	85,27	16,62
5	A5	85,67	16,82
6	B1	86,19	14,83
7	B2	86,34	14,82
8	B3	86,42	14,8
9	B4	86,65	14,97
10	B5	87,16	14,90
11	C1	90,16	11,73
12	C2	90,25	11,64
13	C3	90,41	11,57
14	C4	90,17	11,41
15	C5	90,13	11,35
16	D1	90,28	11,90
17	D2	90,72	11,97
18	D3	91,20	12,22
19	D4	91,68	11,56
20	D5	91,14	11,28
21	Kontrol	86,23	24,96

Ⓢ

Padang, April 2015
Kepala Lab. Teknologi Industri Pakan



Prof. Dr. Ir. Hj. Yetti Marlida, MS

NIP. 1963 0705 1989 032002



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LABORATORIUM NUTRISI NON RUMINANSIA
FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS ANDALAS**

Alamat: Kampus Limau Manis Padang, 25163 Telp. (0751) 71464, 72400 email: faterna@unanad.ac.id

Balasan surat tgl. :
No. :
No. Analisis : /ALS-LTIP/Faterna/2015

Kepada Yth. : Sdr. **Indri Wati Yulia**
BP. 1110612007
Mhs. Ilmu Peternakan
Fakultas Peternakan Unand

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa hasil analisa kimia dari;
Sampel : Bungkil inti sawit fermentasi (BISF) dengan *Phanerochaete chrysosporium*
Diambil dari : Penelitian
Diterima tgl : 3 Februari 2015
Macam sampel : 21 sampel
Adalah sebagai berikut :

Perlakuan	Ulangan	Berdasarkan % BK		
		BK (%)	Protein Kasar	Serat Kasar
A	1	85,55	21,88	16,10
	2	85,59	21,91	16,08
	3	85,25	21,94	16,07
	4	85,27	21,90	16,18
	5	85,67	21,96	15,61
B	1	86,19	22,68	15,15
	2	86,34	22,69	15,07
	3	86,42	23,12	14,83
	4	86,65	23,18	15,09
	5	87,16	23,37	14,58
C	1	90,16	25,98	12,02
	2	90,25	25,64	12,03
	3	90,41	25,89	12,05
	4	90,17	25,51	12,04
	5	90,13	25,67	12,01
D	1	90,28	25,45	12,24
	2	90,72	25,55	12,20
	3	91,20	25,40	12,40
	4	91,68	25,56	12,35
	5	91,14	25,73	12,05
Kontrol	K	86,23	17,75	21,43

Padang, 03 April 2015
Kepala Lab. Teknologi Industri Pakan

LABORATORIUM
TEKNOLOGI INDUSTRI PAKAN
UNAN
Prof. Dr. H. H. Yetti Marlida, MS
NIP. 196307051989032002

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Nur Afni dilahirkan pada tanggal 13 April 1993 di Pakan Raba'a, Payakumbuh, dari pasangan Ayahanda Jamalus dan Ibunda Armida. Penulis adalah anak kedua dari 4 bersaudara. Pendidikan disesaikan pada tahun 2005 di SD Negeri 03 Batu Payuang, Kabupaten Lima Puluh Kota. Tahun 2008 menyelesaikan pendidikan lanjutan tingkat pertama di SMP Negeri 01 Lareh Sago Halaban, Kab. Lima Puluh Kota dan pada tahun 2011 menamatkan pendidikan di SPP Negeri Padang Mengatas, Kab. Lima Puluh Kota, tahun 2011 penulis diterima sebagai mahasiswa di Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang melalui ujian SNMPTN.

Pada tanggal 25 Juni sampai 25 Juli 2014 penulis melaksanakan KKN (Kuliah Kerja Nyata) di Lembah Gumati, Kec. Lembah Gumanti, Kab Solok. Melaksanakan Farm Experience di Unit Pelaksanaan Teknis UPT Fakultas Peternakan Andalas Padang. Pada bulan Februari sampai Maret 2015 penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium Teknologi Industri Pakan (TIP) Fakultas Peternakan Universitas Andalas dengan judul "Pengaruh Lama Fermentasi dengan *Phanerochaete chrysosporium* Terhadap Perubahan Secara Vansoest dan Kecernaan Serat Kasar dari Bungkil Inti Sawit"

Nur Afni