



**STUDI PEMANFAATAN JAMUR PELAPUK PUTIH  
DALAM MENINGKATKAN KUALITAS JERAMI PADI  
SEBAGAI PAKAN RUMAHKITA**

*Study Utilization of White Rot Fungi in Improving the Quality of Rice Straw  
as Ruminant Feed*

SKRIPSI  
DIPERSENGKAPKAN



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2013**



**STUDI PEMANFAATAN JAMUR PELAPUK PUTIH  
DALAM MENINGKATKAN KUALITAS JERAMI PADI  
SEBAGAI PAKAN RUMINANSIA**

**Disertasi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor**

**Program Studi**

**Ilmu Pertanian**

**Disusun dan diajukan oleh**

**JAMILA**

**Kepada**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2013**



## DISERTASI

### STUDI PEMANFAATAN JAMUR PELAPUK PUTIH DALAM MENINGKATKAN KUALITAS JERAMI PADI SEBAGAI PAKAN RUMINANSIA


Disusun dan diajukan oleh :

**JAMILA**


Nomor Pokok : P0100309007

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi  
Pada tanggal 05 Juli 2013  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat


**MENYETUJUI  
KOMISI PENASEHAT**



Prof. Dr. Ir. Ismartoyo, M. Agr  
Promotor



Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc  
Kopromotor



Prof. Dr. Ir. Asmuddin Natsir, M.Sc  
Kopromotor

Direktur Program Pascasarjana /  
Plt. Ketua Program Studi Ilmu Pertanian  
Universitas Hasanudin



Prof. Dr. Ir. Mursalim





## PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jamila  
Nomor Mahasiswa : P0100309007  
Program Studi : Ilmu Pertanian

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2013

Yang menyatakan

**JAMILA**



## PRAKATA

Alhamdulillah, Segala puji hanya untuk ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, berkah dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan study hingga tahap penyusunan disertasi.

Penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada Prof.Dr.Ir. Ismartoyo, M.Agr, Prof.Dr.Ir. Tutik Kuswinanti, MSc dan Prof.Dr.Ir. Asmuddin Natsir, MSc atas bimbingan, perhatian, kesabaran, kritik dan saran serta dukungan yang sangat besar peranannya dalam penyelesaian disertasi ini.

Rasa hormat yang setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda, H.Mustabi Rahim, BE (Alm) dan Ibunda Hj.A.Arika, atas kasih sayang, doa pengorbanan dan dukungan yang telah diberikan. Terimakasih yang mendalam penulis haturkan kepada suami tercinta Bakhrun, ST serta ananda tercinta Aussieyana Yumna Athaya atas doa, kasih sayang, pengertian, kesabaran, serta semua dukungan dan semangat yang sangat berarti hingga terselesaikannya studi doktor ini.

Penghargaan dan terimakasih juga disampaikan kepada Bapak Rektor UNHAS Prof. Dr.dr. Idrus A.Paturusi, Dekan Fakultas Peternakan UNHAS Prof.Dr.Ir. Syamsuddin Hasan, MSc dan Direktur Pascasarjana UNHAS Prof.Dr.Ir.Mursalim, MSc, yang telah memberi kesempatan studi. Kepada tim manajemen BPPS Dikti yang telah memberi dukungan dana selama perkuliahan dan penelitian.

Kepada Bapak Ketua Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan UNHAS Prof.Dr.Ir Jasmal A. Syamsu, MS, Ibu Sekertaris Jurusan Nutrisi Dr.Ir. Syahriani Syahrir, MS beserta seluruh staff pegawai dan dosen Fakultas Peternakan, penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas bantuan dan segala fasilitas yang telah diberikan selama penulis mengikuti studi, penelitian hingga penulisan disertasi ini.



Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Prof.Dr.Ir H.Syamsuddin Rasyid, MSc, Prof,Dr.Ir.Ambo Ako, MSc, Prof.Dr.drh. Ratmawati Malaka, MSc, Dr.Ir. F.K.Tangdilintin, MSc dan Dr.Ir. Rochadi Tawaf, MS atas kesediaannya menjadi penguji yang telah memberikan berbagai masukan, saran dan petunjuk demi kesempurnaan disertasi ini.

Terimakasih juga diucapkan kepada alumni mahasiswa-mahasiswi fakultas peternakan Fitriana Akhsan, Hamniar, A. Kurnia Armayanti, Wedawati, Isma Sandune, Muh Khaidir dan Ardiansyah R Dar atas segala bantuan dan kerjasamanya selama penelitian. Bapak Ahmad, Apt dan Anto dari Laboratorium Bioteknologi Pusat Kegiatan Penelitian UNHAS, Bapak Hasanuddin, Syahrul, Apt dan Ibu Nuredayani dari Laboratorium Kimia Makanan Fakultas Peternakan UNHAS atas bantuannya dalam menganalisis dan kerjasamanya selama penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada teman-teman S3 angkatan 2009 dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala bantuan dan kerjasamanya sehingga penelitian dan penyusunan disertasi ini terwujud. Semoga ALLAH SWT membalas seluruh kebaikan serta selalu memberikan ampunan dan magfirah-Nya kepada kita semua.

Penulis menyadari bahwa disertasi ini masih jauh dari kesempurnaan, atas segala kekurangan dan keterbatasannya penulis mohon maaf. Semoga disertasi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu dan pembaca yang memerlukannya.

Makassar, Juli 2013

**JAMILA**



## ABSTRAK

**JAMILA.** *Studi Pemanfaatan Jamur Pelapuk Putih dalam Meningkatkan Kualitas Jerami Padi sebagai Pakan Ruminansia* (dibimbing oleh Ismartoyo, Tutik Kuswinanti, Asmuddin Natsir)

Penelitian ini bertujuan mengetahui pemanfaatan jamur pelapuk putih untuk meningkatkan kualitas jerami padi sebagai pakan ruminansia.

Penelitian ini dibagi atas tiga tahap yaitu tahap I berupa eksplorasi, isolasi, pemurnian, seleksi berdasarkan kadar lignin, selulosa, hemiselulosa, dan mengidentifikasi jamur. Tahap II menguji kualitas dan kecernaan jerami padi hasil fermentasi jamur pelapuk putih pada tiga level (5, 7,5, 10%) dengan masa inkubasi 15 dan 30 hari diolah berdasarkan rancangan acak lengkap dan uji kontras. Tahap III melakukan pengujian secara *in vivo* pada 4 ransum perlakuan yaitu R1=100% rumput gajah, R2=70% rumput gajah+30% jerami padi fermentasi, R3=30% rumput gajah+70% jerami padi fermentasi, dan R4=100% jerami padi fermentasi. Pada tahap ini menggunakan 12 ekor kambing untuk mengamati pengaruhnya terhadap konsumsi, kecernaan, dan efisiensi penggunaan ransum perlakuan.

Hasil penelitian tahap I diperoleh tiga isolat yang aktif dalam mendegradasi lignin dan kurang kemampuannya dalam mendegradasi selulosa dan hemiselulosa berupa *Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona*, dan *Lentinus torulosus*. Pada tahap II diperoleh hasil bahwa perlakuan menggunakan isolat *C. comatus* level 10% dengan masa inkubasi 30 hari adalah yang terbaik dalam meningkatkan kualitas dan kecernaan secara *in vitro* pada jerami padi. Pada tahap III nilai efisiensi penggunaan ransum terbaik dalam menstabilitaskan rumput gajah pada level 30%.

Kata kunci : jerami padi, jamur pelapuk putih, kualitas nutrisi, kecernaan  
*In vitro*, *in vivo*, rumput gajah (*Pennisetum purpureum*)





## ABSTRACT

**JAMILA.** *A Study on the Use of White Rot Fungi in Improving the Nutrient Quality of Rice Straw as Ruminant Feeding* (Supervised by **Ismartoyo, Tutik Kuswinanti, and Asmuddin Natsir**)

The main objective of this study is to evaluate the use of white rot fungi in improving the nutrient quality of rice straw as ruminant feeding.

This research consisted of three stages. The first stage included the exploration; isolation; purification; selection based on lignin, cellulose, and hemicellulose levels; and fungi identification. The second stage was conducted by evaluating the quality and digestibility of rice straw resulted from the fermentation of white rot fungi in three levels (5; 7.5; 10%) with incubation time of 15 and 30 days, and processing the results based on complete random design and contrast test. The third stage was conducted through in vivo evaluation of four experimental diets, i.e R1=100% elephant grass, R2=70% elephant grass + 30% fermented rice straw, R3=30% elephant grass + 70% fermented rice straw, and R4=100% fermented rice straw. In this stage, 12 local goats were used to find out the effect on consumption, digestibility, and feed efficiency.

The first stage reveals that three isolates are active in degrading lignin, but have less ability in degrading celluloses and hemicelluloses. They are *Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona*, and *Lentinus torulosus*. The second stage reveals that the application of 10% *C.comatus* isolate with 30-day incubation time can give the best results in improving nutrient quality and in vitro digestibility of rice straw. The third stage reveals that the best efficiency value of the use of diet can be obtained in the substitution of elephant grass at 30% level.

**Keywords:** rice straw, white rot fungi, nutrient quality, in vitro digestibility, in vivo, elephant grass (*Pennisetum purpureum*).







## DAFTAR ISI

	Halaman
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
D. Kegunaan Penelitian .....	6
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Potensi Jerami Padi ( <i>Rice Straw</i> ) sebagai Pakan Ternak ..	8
B. Kandungan Serat pada Bahan Pakan Ternak .....	12
B.1. Selulosa .....	16
B.2. Hemiselulosa .....	19
B.3. Lignin .....	20
C. Pemanfaatan Jamur dalam Pengolahan Pakan .....	24
C.1. Jamur Pelapuk Kayu .....	27
C.2. Jamur Pelapuk Putih ( <i>white rot fungi</i> ) .....	29
C.3. Mekanisme Degradasi Selulosa .....	32
C.4. Degradasi Hemiselulosa .....	33
C.5. Degradasi Lignin .....	35
D. Proses Fermentasi oleh Mikroorganisme .....	40
E. Pengujian Kualitas dan Kecernaan pada Bahan Pakan Secara <i>In Vitro</i> dan <i>In Vivo</i> .....	44
F. Kerangka Konseptual Penelitian.....	51
G. Hipotesis .....	52
<b>III. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b>	
A. Waktu dan Lokasi Penelitian .....	53
B. TAHAP I. Eksplorasi, Isolasi, Pemurnian, Seleksi dan Identifikasi Jamur Pelapuk Putih .....	54



C.	TAHAP II. Uji Kualitas dan Kecernaan secara <i>In Vitro</i> Substrat Hasil Fermentasi .....	61
D.	TAHAP III. Pengujian Jerami Padi Hasil Fermentasi Isolat Jamur Pelapuk Putih .....	64
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		
A.	TAHAP I. Eksplorasi, Isolasi, Pemurnian, Seleksi dan Identifikasi Jamur Pelapuk Putih .....	67
B.	TAHAP II. Uji Kualitas dan Kecernaan secara <i>In Vitro</i> Substrat Hasil Fermentasi .....	84
C.	TAHAP III. Pengujian Jerami Padi Hasil Fermentasi Isolat Jamur Pelapuk Putih secara <i>In Vivo</i> .....	104
V. KESIMPULAN DAN SARAN		
A.	Kesimpulan .....	112
B.	Saran .....	113
DAFTAR PUSTAKA .....		114
LAMPIRAN .....		129



## DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Pembagian bahan organik hijau dengan sistem analisis detergent	13
2.	Kemampuan mendegradasi pada ke lima isolat jamur pelapuk putih dalam substrat serbuk kayu	82
3.	Rerata hasil analisis lignin, selulosa dan hemiselulosa pada substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.	85
4.	Rerata hasil analisis proksimat (protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN) substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.	92
5.	Rerata pencernaan bahan kering dan bahan organik pada substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.	99
6.	Hasil analisis uji kualitas dan pencernaan pada jerami padi hasil fermentasi oleh tiga isolat jamur pelapuk putih ( <i>Coprinus comatus</i> , <i>Coriolopsis polyzona</i> dan <i>Lentinus torulosus</i> ).	103
7.	Rerata pengaruh perlakuan terhadap konsumsi, pencernaan dan efisiensi penggunaan ransum pada ternak kambing	104
8.	Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kadar lignin jerami padi	148
9.	Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kadar selulosa jerami padi	153
10.	Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kadar hemiselulosa jerami padi	158



- |     |  |     |
|-----|--|-----|
| 11. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kandungan protein kasar jerami padi  | 163 |
| 12. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kandungan lemak kasar jerami padi    | 168 |
| 13. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kandungan serat kasar jerami padi    | 173 |
| 14. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap kandungan betn jerami padi           | 178 |
| 15. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap pencernaan bahan kering jerami padi  | 183 |
| 16. | Analisis kontras pengaruh penambahan jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda terhadap pencernaan bahan organik jerami padi | 188 |



## DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Partisi bahan pakan berdasarkan kelarutannya	14
2.	Konfigurasi dinding sel tanaman mengandung a) Hemiselulosa; b) lignin dan c) selulosa (Perez <i>et al.</i> 2002)	16
3.	Satuan penyusun lignin (Steffen, 2003)	22
4.	a) Dinding sel yang mengandung selulosa mikrofibril, hemiselulosa, pektin, lignin dan solubel proteins. b) Sintesis selulosa oleh enzim dalam bentuk rosette kompleks, yang terapung dalam membrane plasma. c) Lignifikasi yang terjadi pada lapisan S1, S2 dan S3 dinding sel.	23
5.	Bagian-bagian tubuh jamur	25
6.	Skema hidrolisis selulosa menjadi glukosa (Lynd <i>et al.</i> 2002)	34
7.	Skema pembentukan karbondioksida dari struktur aromatik lignin oleh MnP (Suparjo, 2008)	35
8.	Skema sistem degradasi lignin oleh <i>Phanerochaete chrysosporium</i> (Akhtar <i>et al.</i> 1997)	37
9.	Proses degradasi lignin oleh enzim ekstraseluler dari jamur pelapuk putih	38
10.	Tubuh buah dari isolat 1 BLK (Bulukumba) pada media organik 50 hari setelah inkubasi	68
11.	Isolat SPNG ( <i>Pleurotus ostreatus</i> ) ditemukan di Soppeng	70
12.	Isolat 1 MKS ( <i>Lentinus torulosus</i> ) dari Makassar	71
13.	Isolat 3 MKS ( <i>Trametes versicolor</i> )	72
14.	Tubuh buah isolat 2 BLK (Bulukumba) pada baglog setelah diinkubasi selama 80 hari	73
15.	Hasil aplikasi PCR DNA isolat 2 BLK menggunakan primer SSU (1), primer LSU (2) dan primer ITS (3).	74



16. Hasil analisis dendogram menggunakan primer NS4 yang mengamplifikasi area SSU 18 S RNA menempatkan isolat 2BLK pada kelompok yang sama dengan *C. Polyzona* 75
17. Kadar lignin hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari 77
18. Kadar selulosa hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari 80
19. Kadar hemiselulosa hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari 81
20. Kadar lignin hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 86
21. Kadar selulosa hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 87
22. Kadar hemiselulosa hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 89
23. Kandungan protein kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 93
24. Kandungan lemak kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 94
25. Kandungan serat kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 96
26. Kandungan BETN hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari 97



27.	Kecernaan bahan kering substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari	100
28.	Kecernaan bahan organik substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari	101
29.	Konsumsi bahan kering dan bahan organik ransum perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%)	106
30.	Kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%)	108
31.	Efisiensi penggunaan ransum (EPR) pada perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%)	110
29.	Pertumbuhan lima isolat ( <i>A.Coprinnus commatus</i> , <i>B. Coriopsis polyzona</i> , <i>C.Lentinnus torulosus</i> , <i>D.Pleurotus ostreatus</i> dan <i>E.Trametes versicolor</i> ) pada alam, cawan petri, baglog dan perbandingan pada literature	143



## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Pembuatan media PDA, (Achmad dkk, 2011)	126
2.	Penentuann ADF, NDF, Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa Acid Detergent Fiber (ADF) menurut Van Soest (1976)	127
3.	Pengukuran kandungan nutrisi dalam pakan menurut analisis Proksimat (AOAC, 1991)	130
4.	Pengukuran kecernaan bahan kering dan bahan organik menurut Goto and Minson (1977)	133
5.	Gambar jamur hasil eksplorasi di lapangan asal Bulukumba, Soppeng dan Makassar	135
6.	Hasil pengukuran diameter pertumbuhan dan ranking pada ke-23 isolat jamur pelapuk putih pada hari ke 3, 5 dan 7 hari di media PDA	141
7.	Hasil pengamatan pertumbuhan dan ranking pada ke-15 isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk gergajian	142
8.	Pertumbuhan lima isolat pada alam, cawan petri, baglog dan perbandingan pada literature	143
9.	Rerata hasil pengukuran pH, Suhu, ADF/NDF, Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa pada 5 isolat terpilih dengan masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari	144
10.	Data pengamatan kadar lignin Substrat Jerami Padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari.	145
11.	Sidik ragam kadar lignin substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat <i>Coprinus comatus</i> dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari	146
12.	Data pengamatan kadar selulosa substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari	150





13. Sidik ragam kadar selulosa substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Coprinus comatus* dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari 151
14. Data pengamatan kadar hemiselulosa substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 155
15. Sidik ragam kadar hemiselulosa substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Coprinus comatus* dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 156
16. Data pengamatan kandungan protein kasar substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 160
17. Sidik ragam kandungan protein kasar substrat jerami padi dan uji kontras antar ke-3 isolat 161
18. Data pengamatan kandungan lemak kasar substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 165
19. Sidik ragam kandungan lemak kasar substrat jerami padi dan uji kontras antara ke-3 isolat 166
20. Data pengamatan kandungan serat kasar substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 170
21. Sidik ragam kandungan serat kasar substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Coriolopsis polyzona* dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari 171
22. Data pengamatan kandungan BETN substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 175
23. Sidik ragam kandungan BETN substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Coriolopsis polyzona* dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 176
24. Data pengamatan pencernaan bahan kering *in vitro* substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari. 180



25.	Sidik ragam pencernaan bahan kering <i>in vitro</i> substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat <i>Coprinus comatus</i> dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari	181
26.	Data pengamatan pencernaan bahan organik <i>in vitro</i> substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari	185
27.	Sidik ragam pencernaan bahan organik <i>in vitro</i> substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat <i>Coprinus comatus</i> dengan level 5, 7.5 dan 10% dan masa inkubasi 15 dan 30 hari	186
28.	Data pengamatan konsumsi bahan kering dan bahan organik 4 jenis ransum perlakuan pada ternak kambing	190
29.	Hasil analisis Data pengaruh ransum perlakuan terhadap konsumsi bahan kering menggunakan program SPSS	191
30.	Hasil analisis Data pengaruh ransum perlakuan terhadap konsumsi bahan organik menggunakan program SPSS	192
31.	Data pengamatan pencernaan bahan kering dan bahan organik 4 jenis ransum perlakuan pada ternak kambing	193
32.	Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan bahan kering menggunakan program SPSS	194
33.	Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan bahan organik menggunakan program SPSS	195
34.	Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap penambahan bobot badan harian PBBH menggunakan program SPSS	196
35.	Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap efisiensi penggunaan ransum (EPR) menggunakan program SPSS	197



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Eksplorasi jenis dan sumber daya pakan limbah agro-industri, penting dilakukan dalam hal pemanfaatannya sebagai pengganti pakan utama, apalagi pakan merupakan faktor yang paling banyak membutuhkan biaya. Sekitar 60-70% dari seluruh biaya produksi digunakan untuk penyediaan pakan. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan limbah yang tidak berharga menjadi bahan pakan yang nilai biologisnya tinggi dan memberikan nilai tambah.

Pemanfaatan jerami padi sebagai bahan pakan merupakan alternatif dalam memenuhi kebutuhan nutrisi bagi ternak. Jerami padi sebagai bahan pakan selalu dikaitkan dengan harga yang murah dan kualitas yang rendah. Besaran pemanfaatan jerami padi sangat tergantung pada potensinya baik secara kuantitas maupun kualitas yang dapat dimanfaatkan. Aspek kuantitas terkait dengan jumlah limbah yang dihasilkan dari suatu proses produksi dan persentase penggunaannya sebagai bahan penyusun ransum. Aspek kualitas lebih ditekankan pada nilai nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh ternak untuk meningkatkan produksi dan produktivitas.



Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan secara umum dibatasi oleh beberapa faktor antara lain kualitas nutrisi yang rendah akibat kandungan serat yang tinggi dan adanya jaringan-jaringan pada pakan yang berasal dari limbah telah mengalami proses lignifikasi (pengerasan). Lignin dan selulosa sering membentuk senyawa lignoselulose dalam dinding sel tanaman yang merupakan suatu ikatan kuat (Sutardi, 1980). Semakin tua tanaman, kadar lignin semakin tinggi akibatnya daya cerna semakin menurun dengan semakin bertambahnya lignifikasi. Selain mengikat selulosa dan hemiselulosa lignin juga mengikat protein dinding sel. Lignin tidak dapat larut dalam cairan rumen oleh sebab itu lignin merupakan penghambat bagi mikroorganisme rumen dan enzim untuk mencerna tanaman tersebut. Disamping proses lignifikasi jerami padi juga memiliki kandungan silikat yang tinggi. Lignifikasi dan silifikasi tersebut bersama-sama mempengaruhi rendahnya daya cerna, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk menghilangkan atau memutuskan ikatan yang terjadi antara komponen serat.

Ada beberapa metoda yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kecernaan potensial serat kasar (Preston dan Leng, 1987). Peningkatan kuantitas bagian yang dapat dicerna pada pakan yang berkualitas rendah dapat dilakukan melalui proses kimia, fisik dan biologi (Hungate, 1966). Perlakuan fisik meliputi pemotongan, penggilingan, pelleting, penghancuran dan lain-lain. Kecernaan limbah-limbah pertanian dapat ditingkatkan melalui proses kimia, seperti dengan penambahan alkali dan asam. Walker and



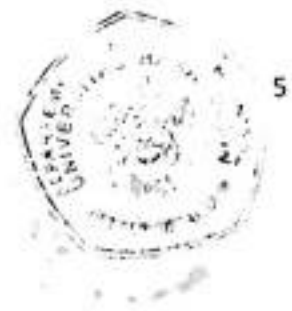
Kohler (1978), menyatakan bahwa perlakuan-perlakuan kimia yang telah diteliti antara lain perlakuan NaOH, KOH, Ca(OH) dan urea. Perlakuan secara biologis dilakukan dengan menggunakan enzim pendegradasi dinding sel seperti selulase, hemiselulase, enzim pemecah lignin, bakteri dan jamur lignolitik.

Beberapa kelompok mikroorganisme dilaporkan mampu mendegradasi senyawa lignin, karena mampu menggunakan selulosa sebagai sumber karbon untuk substrat pertumbuhannya, padahal komponen lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan oleh ternak adalah selulosa dan hemiselulosa. Masalah yang sering timbul dalam proses pengolahan bahan lignoselulosa menggunakan mikroorganisme adalah kehilangan bahan organik substrat yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi dalam proses biokonversi. Murni, dkk (2008) menyatakan bahwa mikroorganisme yang ideal dalam biokonversi lignoselulosa menjadi pakan ternak adalah mikroorganisme yang mempunyai kemampuan besar dalam mendekomposisi lignin tetapi rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa. Sebagian jamur lignolitik tidak mempunyai kemampuan menggunakan lignin sebagai sumber tunggal untuk energi dan karbon serta banyak tergantung pada polisakarida yang mudah tercerna dalam substrat.

Beberapa kelompok jamur pelapuk putih dilaporkan mampu mendegradasi senyawa lignin, secara umum jamur pelapuk putih dibagi menjadi tiga kelompok (Zandrazil, 1984 dalam Murni, 2008) yaitu : 1) jamur



yang menguraikan selulosa dan hemiselulosa lebih dahulu kemudian lignin, 2) lebih banyak memetabolisme lignin lebih dahulu kemudian selulosa dan hemiselulosa dan 3) mampu mendegradasi semua polimer dinding sel secara simultan. Berdasarkan pertimbangan bahwa jamur pelapuk putih merupakan pendegradasi lignin yang paling aktif, maka penting dilakukan penelitian yang dimulai dengan proses eksplorasi, mengisolasi untuk kemudian dilakukan seleksi agar diperoleh agen yang maksimal dalam mendegradasi lignin sehingga mampu mengoptimalkan pemanfaatan jerami padi, dapat memperbaiki ketersediaan dan kualitas jerami padi sebagai pakan untuk pengembangan peternakan yang berkesinambungan.



## B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

- Bagaimana melakukan eksplorasi, isolasi, seleksi secara *in vitro* dan identifikasi pada jamur yang mempunyai kemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa.
- Bagaimana pengaruh fermentasi yang menggunakan isolat jamur lignolitik pada level dan masa inkubasi yang berbeda terhadap kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa, kandungan nutrisi (protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN) dan pencernaan secara *in vitro* substrat yang berasal dari jerami padi.
- Sejauhmana kemampuan jerami padi hasil fermentasi oleh isolat jamur pelaput putih pada level dan masa inkubasi terbaik, dalam mensubstitusi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap ternak kambing yang mengkonsumsinya.



### C. Tujuan Penelitian

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Melakukan eksplorasi, isolasi, seleksi secara *in vitro* dan identifikasi isolat jamur pelapuk putih yang berkemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa.
2. Menganalisis substrat hasil fermentasi oleh jamur pelapuk putih pada level dan masa inkubasi berbeda terhadap kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa, kandungan nutrisi (protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN) dan pencernaan jerami padi secara *In vitro*.
3. Menguji kemampuan jerami padi hasil fermentasi isolat jamur pelapuk putih pada level dan masa inkubasi terbaik dalam mensubstitusi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) pada ternak kambing.

### D. Kegunaan Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai a) Isolat jamur pelapuk putih yang mempunyai kemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa; b) pengaruh isolat, level dan masa inkubasi yang berbeda terhadap kandungan lignin, selulosa, hemiselulosa, kandungan nutrisi (protein kasar, lemak kasar, serat kasar, BETN) dan pencernaan *in vitro* bahan





pakan jerami padi hasil fermentasi; c) kemampuan jerami padi hasil fermentasi oleh jamur pelapuk putih dalam mensubstitusi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) pada ternak kambing.

### E. Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup dan batasan penelitian adalah :

- Mikroorganisme dibatasi hanya pada jenis jamur pelapuk putih yang memiliki kemampuan degradasi lignin tinggi dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa serta cepat pertumbuhannya.
- Indikator yang digunakan dalam penentuan uji kualitas pakan hasil fermentasi yang menggunakan jamur lignolitik sebagai inokulan adalah analisis lignin, selulosa, hemiselulosa, analisis proksimat (protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan BETN).
- Evaluasi nilai pakan yang meliputi, pencernaan bahan kering (BK) dan pencernaan bahan organik (BO) substrat hasil fermentasi di analisis secara *in vitro*.
- Evaluasi terhadap kinerja ternak kambing yang diberi jerami padi hasil fermentasi dilakukan secara *in vivo* dengan mengukur tingkat konsumsi bahan kering dan bahan organik, pencernaan bahan kering dan bahan organik, laju penambahan bobot badan harian ternak serta efisiensi penggunaan ransum.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Potensi Jerami Padi (*Rice Straw*) Sebagai Pakan Ternak

Limbah adalah kotoran atau buangan yang tercermin dalam kata pelimbahan yang berarti tempat penampungan kotoran atau buangan. Limbah tanaman pangan adalah bagian tanaman pangan yang tersedia dan dapat dimanfaatkan sebagai pakan setelah produk utama dipanen. Hasil sampingan industri pertanian adalah bahan atau produk samping yang dihasilkan industri pengolahan bahan baku asal pertanian menjadi produk hasil pertanian. Limbah industri pertanian kebanyakan menghasilkan limbah yang bersifat cair atau padat yang masih kaya dengan zat organik yang mudah mengalami penguraian (Algamar, 1986).

Limbah pertanian dan agroindustri memiliki potensi yang cukup besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia (Mariyono dan Romjali, 2007; Soejono dkk, 1987). Jenis limbah pertanian yang sering digunakan sebagai pakan adalah jerami padi, jerami jagung, jerami kacang tanah, jerami kedelai, dan pucuk ubi kayu (Djajanegara, 1999). Produksi limbah tanaman pangan di suatu wilayah dapat diperkirakan berdasarkan luas lahan panen dari tanaman pangan tersebut (Jayasuriya dan Parera, 2002). Penggunaan hasil sampingan industri pertanian sebagai bahan pakan lokal yang murah dan



mudah didapat merupakan strategi terbaik untuk menekan biaya pakan. Tetapi untuk menjadikan limbah sebagai bahan pakan harus mampu memenuhi tiga aspek yaitu aspek kuantitas, Kualitas dan kontinuitas. Pemenuhan aspek kualitas untuk beberapa jenis limbah baru dapat tercapai setelah bahan mengalami beberapa perlakuan (Murni, 2008). Aspek kuantitas didukung oleh produksi limbah dan hasil sampingan yang mengikuti pola produksi, produktivitas dan luas areal tanam dalam menghasilkan produk utama. Jumlah limbah yang dihasilkan meningkat seiring dengan peningkatan salah satu atau ketiga komponen itu. Kesiambungan ketersediaan limbah terjamin selama proses produksi dari produk utama berjalan sepanjang tahun.

Beberapa kendala pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan adalah kualitas yang rendah dengan kandungan serat yang tinggi serta protein dan pencernaan yang rendah, sehingga penggunaan bahan limbah tersebut memerlukan penambahan bahan pakan lain yang memiliki kualitas baik (konsentrat) agar dapat memenuhi kebutuhan ternak, baik untuk hidup pokok maupun untuk produksi (Djajanegara, 1999). Kendala lainnya adalah produksi limbah pertanian yang bersifat musiman. Limbah pertanian melimpah pada musim panen namun jumlah yang dapat dikumpulkan oleh peternak terbatas karena tidak memiliki fasilitas untuk penyimpanan. Menurut Djajanegara dan Sitorus (1993) bahwa hambatan yang sering dialami pada bahan pakan asal limbah adalah kualitas bahan rendah, tidak



disukai ternak, penyimpanannya tidak mudah dan ketersediaannya sangat bervariasi, disamping itu limbah tanaman pertanian merupakan bahan pakan yang banyak mengandung karbohidrat penyanggah yang tahan terhadap pencernaan sehingga membatasi pencernaan bahan tersebut oleh ternak.

Limbah tanaman padi, baik limbah lapangan maupun limbah pengolahan memberikan kontribusi yang paling besar dalam penyediaan bahan baku pakan, disebabkan jerami padi merupakan hasil ikutan produksi padi, sehingga ketersediaannya berlimpah, seiring dengan meningkatnya produksi padi di Indonesia. Menurut Badan Pusat Statistik tahun 2004 data produksi padi di Indonesia yaitu 60.135.501 ton bahan kering. Estimasi limbah yang dikeluarkan dari penanaman padi dengan produksi gabah pada tahun 2004 sebesar 54.088.468 ton adalah 2,2 juta ton beras pecah, 5,4 juta ton dedak, 8,7 juta ton sekam dan 54 juta ton jerami (Murni, 2008).

Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak ruminansia sudah umum dilakukan, menurut Lebdoesoekojo (1982), di beberapa daerah pada musim kemarau yang persediaan pakan sangat terbatas menggunakan jerami padi sebagai sumber pakan utama bagi ternak ruminansia. Tetapi pemanfaatannya secara luas terkendala pada komposisi gizinya yang rendah dan bervariasi (Harahap, 1987; Sitorus, 1986), kandungan protein kasar berkisar antara 2-7%, ADF 41-56%, TDN (*Total Digestible Nutrient*) 43-54%, abu  $\pm$ 17%, Ca 0,2-0,7% dan P 0,07-0,16% mempunyai pencernaan 35-37% (Murni, 2008) sehingga kemampuan ternak untuk mengkonsumsi bahan



kering hanya sekitar 2% dari bobot badan (Rangkuti, 1984), padahal untuk hidup pokok ternak ruminansia membutuhkan pencernaan 50-55% (Soejono dkk, 1987).

Menurut Sastradipradja (1981), hambatan dalam pemanfaatan jerami padi secara luas dalam sistem pakan ruminansia adalah kandungan lignin dan silika tinggi sehingga menurunkan daya cerna, sebagian besar selulosanya berbentuk kristal yang mempengaruhi kerja mikroorganisme rumen. Tingginya kandungan lignin dan serat disebabkan karena jerami padi berasal dari tanaman tua yang telah dipetik hasil utamanya sehingga mempunyai ikatan selulosa dan hemiselulosa dengan lignin yang kuat (Harahap, 1987).

Dengan rendahnya kandungan nutrisi dan daya cerna jerami padi maka pemanfaatannya perlu diefektifkan. Salah satu caranya melalui amoniasi (Van Soest, 1982) dan penambahan enzim pada jerami padi yang sudah diamoniasi. Fermentasi jerami (*mustard straw*) dengan jamur *Ganoderma lucidum* pada suhu 35°C selama 21 hari menghasilkan nilai pencernaan *in vitro* dan delignifikasi yang maksimal (Misra *et al.*, 2007), penambahan suplemen atau bahan tambahan lain yang mengandung jasad renik (mikroba) yang dapat menguraikan jerami padi sehingga nutrisinya mudah untuk diserap dan memacu laju pertumbuhan berat badan, misalnya starbio®, bioplus® dan bossdext® (Sarwono, 2003).



## **B. Kandungan Serat pada Bahan Pakan Ternak**

Serat makanan adalah bahan dalam pangan/pakan asal tanaman yang tahan terhadap penguraian oleh enzim dalam saluran pencernaan dan karenanya tidak diabsorpsi. Serat makanan ini terdiri dari selulosa dan senyawa lainnya dari polisakarida atau yang berkaitan dengan polisakarida seperti lignin dan hemiselulosa (Gaman dan Sherrington, 1992).

Serat kasar mempunyai pengertian sebagai fraksi dari karbohidrat yang tidak larut dalam basa dan asam encer setelah pendidihan selama masing-masing 30 menit. Termasuk dalam komponen serat kasar ini adalah campuran hemiselulosa, selulosa dan lignin yang tidak larut. Analisis serat dengan metode proksimat tidak dapat secara terpisah yaitu: fraksi lignin, selulosa dan hemiselulosa yang justru perlu diketahui komposisinya untuk hijauan pakan atau umumnya pakan berserat, untuk memperoleh data yang lebih akurat tentang fraksi lignin dan selulosa dapat dilakukan analisis yang lebih spesifik dengan metode Van Soest. Analisis Van Soest merupakan sistem analisis bahan makanan yang lebih relevan bagi ternak ruminansia khususnya sistem evaluasi nilai nutrisi hijauan berdasarkan kelarutan dalam detergen (Sutardi, 1980).

Degradasi polisakarida yang terdapat pada dinding sel tanaman yang merupakan bagian terbesar komponen serat kasar bervariasi tergantung pada jaringan tanaman, jenis tanaman dan umur tanaman (Hatfield, 1989).



Chesson and Forssberg (1988) melaporkan bahwa penyusun utama dinding sel tanaman lebih mungkin dapat dicerna daripada bagian yang kedua yang lebih tebal dari dinding sel. Karakteristik serat terutama struktur fisika dan kimia, mempunyai peranan penting dalam mempengaruhi kecepatan dan tingkat degradasi serat kasar tersebut. Adanya ikatan ester dan ikatan kovalen antara lignin, polisakarida dari protein serat kasar, secara alamiah membentuk ikatan intrinsik pada sebagian besar struktur serat kasar, dan merupakan pembatas utama dalam degradasi, baik degradasi selulosa maupun hemiselulosa (Hatfield, 1989 dan Jung, 1989).

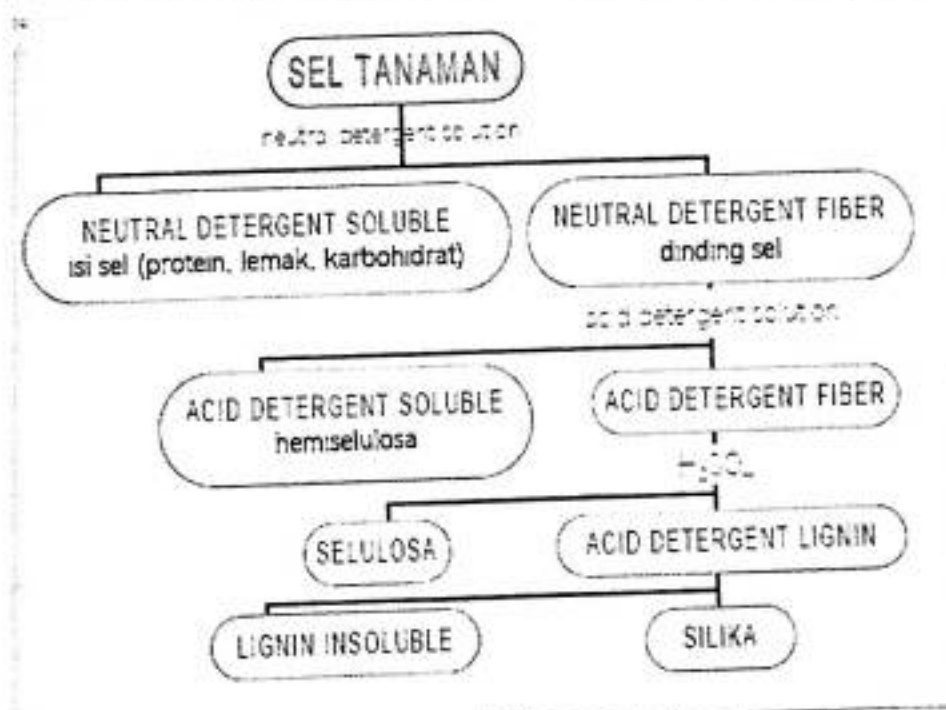
Tabel 1. Pembagian bahan organik hijauan dengan sistem analisis detergent

Fraksi	Komponen
Isi Sel (Larut dalam Neutral Detergent)	Lemak, gula-gula, asam organik, bahan air, pektin, pati, non protein nitrogen, protein terlarut
Dinding sel (Serat yang tidak larut dalam neutral detergent) 1. Larut dalam acid detergent 2. Acid detergent	Hemiselulosa, <i>fiber bound</i> , protein, dalam neutral detergent) selulosa, lignin, nitrogen terlignifikasi

Sumber: Van Soest, 1982.

Analisis *Neutral Detergent Fiber* (NDF) merupakan cara yang cepat untuk mengetahui total serat dari dinding sel yang terdapat dalam serat tanaman, sedangkan analisis *Acid Detergent Fiber* (ADF) digunakan sebagai suatu langkah persiapan untuk mendeterminasi lignin, sehingga hemiselulosa dapat diestimasi dari perbedaan struktur dinding sel dengan ADF itu sendiri (Harris, 1970). Bagian yang tidak terdapat sebagai residu dikenal sebagai *neutral detergent soluble* (NDS) yang mewakili isi sel dan mengandung lipid,

gula asam organik, non protein nitrogen, pektin, protein terlarut dan bahan terlarut dalam air lainnya. Pada Gambar 1. Partisi bahan pakan berdasarkan kelarutannya. Serat kasar terutama mengandung selulosa dan hanya sebagian lignin, sehingga nilai ADF lebih kurang 30 persen lebih tinggi dari serat kasar pada bahan yang sama. Sedangkan ADF mewakili selulosa dan lignin dinding sel tanaman. Analisis ADF dibutuhkan untuk evaluasi kualitas serat untuk pakan ternak ruminansia dan herbivora lain (Suparjo, 2010).



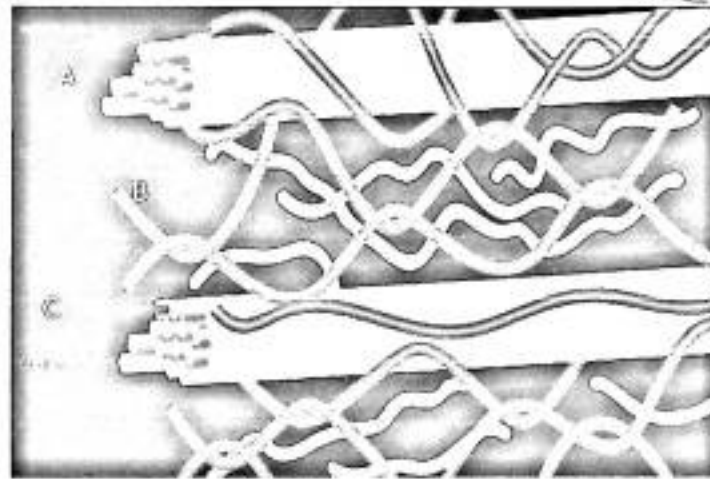
Gambar 1. Partisi bahan pakan berdasarkan kelarutannya

Komponen limbah berserat umumnya terdiri dari : 1) Selulosa, mempunyai bobot molekul tinggi, terdapat dalam jaringan tanaman pada bagian dinding sel sebagai mikrofibril, terdiri dari rantai glukosa yang dilekatkan oleh ikatan hidrogen. Selulosa dicerna oleh enzim selulase





menghasilkan *asam lemak terbang* atau VFA (*Volatile fatty acid*) seperti asetat, propionat dan butirat; 2) Hemiselulosa, terdapat bersama selulosa, terdiri atas pentosan, pektin, xylan dan glikan. Hidrolisis hemiselulosa oleh enzim hemiselulase menghasilkan *asam lemak terbang*; 3) Lignin, suatu substansi yang kompleks dan tidak dapat dicerna, terdapat pada bagian berkayu dari tanaman (kulit gabah, bagian fibrosa akar, batang dan daun). Keberadaan lignin selalu bersama-sama dengan selulosa dan hemiselulosa. Lignin dikenal sebagai karbohidrat, namun sesungguhnya lignin berbeda dengan karbohidrat. Perbedaan terletak pada atom karbon C dimana atom karbon pada lignin lebih tinggi dan tidak proporsional. Semakin tua tanaman kadar lignin semakin tinggi akibatnya daya cerna semakin menurun dengan semakin bertambahnya lignifikasi. Selain mengikat selulosa dan hemiselulosa lignin juga mengikat protein dinding sel. Lignin tidak dapat larut dalam cairan rumen oleh sebab itu lignin merupakan penghambat bagi mikroorganisme rumen dan enzim untuk mencerna tanaman tersebut; 4) Silika, merupakan kristal yang terdapat dalam dinding sel dan mengisi ruang antar sel. Pada tanaman sereal kandungan abu yang tinggi biasanya sejalan dengan kadar silikanya (Murni dkk, 2008). Pada Gambar 2. Merupakan konfigurasi dinding sel tanaman yang mengandung hemiselulosa, selulosa dan lignin.



Gambar 2. Konfigurasi dinding sel tanaman mengandung a) Hemiselulosa; b) Lignin dan c) selulosa (Perez *et al.*, 2002).

### B.1. Selulosa

Selulosa adalah zat penyusun tanaman yang terdapat pada struktur sel. Kadar selulosa dan hemiselulosa pada tanaman pakan yang muda mencapai 40% dari bahan kering. Bila hijauan makin tua proporsi selulosa dan hemiselulosa makin bertambah. Lapisan matriks pada tanaman muda terutama terdiri dari selulosa dan hemiselulosa, tetapi pada tanaman tua matriks tersebut kemudian dilapisi dengan lignin dan senyawa polisakarida lain (Tillman *dkk.*, 1998). Hemiselulosa adalah suatu nama untuk menunjukkan suatu golongan substansi yang didalamnya termasuk: araban, xilan, heksosa tertentu dan poliuronat yang rentan bila terkena agen kimia dibanding selulosa. Hemiselulosa dihidrolisis oleh jasad renik dalam saluran pencernaan dengan enzim hemiselulase.



Selulosa merupakan suatu polisakarida yang mempunyai formula umum seperti pati ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Sebagian besar selulosa terdapat pada dinding sel dan bagian-bagian berkayu dari tumbuhan-tumbuhan. Selulosa tidak dapat dicerna oleh hewan non-ruminansia kecuali non-ruminansia herbivora yang mempunyai mikroba pencerna selulosa dalam sekumnya. Hewan ruminansia mempunyai mikroba pencerna selulosa di dalam rumen-retikulumnya sehingga selulosa dapat dimanfaatkan dengan baik (Anggorodi, 1994).

Komponen utama dari serat kasar yang merupakan penyusun dinding sel tanaman terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Church dan Pond, 1988). Selulosa merupakan substansi yang tidak larut dalam air yang terdapat di dalam dinding sel tanaman terutama dari bagian batang, tangkai dan semua bagian yang mengandung kayu. Selulosa merupakan homopolisakarida yang mempunyai molekul berbentuk linear, tidak bercabang dan tersusun atas 10.000 sampai 15.000 unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik (Nelson dan Michael, 2000). Polisakarida (selulosa maupun hemiselulosa), agar dapat digunakan sebagai sumber energi harus dirombak terlebih dahulu menjadi senyawa sederhana. Selulosa sebagai fraksi serat kasar akan didegradasi oleh bakteri selulolitik selama proses fermentasi menjadi monomernya yang dapat digunakan sebagai sumber energi. Waktu yang diperlukan mikrobia beradaptasi dengan substrat memperlihatkan kecenderungan dengan urutan selulosa lebih



rendah dan hemiselulosa (Prayitno, 1997). Selulosa dan hemiselulosa juga merupakan penyusun jaringan tumbuhan yang tersusun dari gula yang berbeda. Selulosa adalah polimer liner yang tersusun dari D-glukosa yang diikat oleh  $\beta$ -1,4 glikosida membentuk celobiosa (Sanchez, 2009). Senyawa ini didegradasi oleh enzim mikroba menjadi oligosakarida kemudian menjadi glukosa.

Smith dan Aidoo (1988), menyatakan bahwa selulosa terdapat hampir di semua material berkayu. Kandungan selulosa dalam bahan berkayu ini dapat mencapai 30-45% bahkan dapat mencapai 70-90% pada kapas. Kandungan selulosa tersebut bervariasi tergantung dari jenis dan bagian tanaman tersebut.

Menurut Tarmansyah (2007), berdasarkan derajat polimerisasi dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu:

1. Selulosa  $\alpha$  (*Alpha Cellulose*) yaitu selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau larutan basa kuat dengan derajat polimerisasi 600-1500. Selulosa  $\alpha$  dipakai sebagai penduga dan atau penentu tingkat kemurnian selulosa.
2. Selulosa  $\beta$  (*Betha Cellulosa*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan derajat polimerisasi 15-90, dapat mengendap bila dinetralkan.



3. Selulosa  $\gamma$  (Gamma Cellulosa) adalah sama dengan selulosa  $\beta$ , tetapi derajat polimerisasi-nya kurang dari 15.

Pemecahan selulosa merupakan pemecahan polimer anhidrosa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Melalui hidrolisis tersebut dihasilkan oligosakarida, trisakarida dan disakarida seperti selotriosa, selobiosa serta monomer-monomer glukosa atau pemecahan lainnya (alkohol, aldehyd, asam-asam dan keton) dan pada akhirnya menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan air (Hardjo *et al.*, 1989).

## B.2. Hemiselulosa

Morrison (1986) mendapatkan bahwa hemiselulosa lebih erat terikat dengan lignin dibandingkan dengan selulosa, sehingga selulosa lebih mudah dicerna dibandingkan dengan hemiselulosa. Jung (1989) melaporkan bahwa perubahan pencernaan selulosa dan hemiselulosa diakibatkan oleh keberadaan lignin yang berubah-ubah. Dikatakan pula bahwa kandungan lignin pada rumput lebih tinggi dibandingkan dengan legum. Hemiselulosa adalah polisakarida yang bukan selulosa, jika dihidrolisis akan menghasilkan D-manova, D-galaktosa, D-Xylosa, L-arabinosa dan asam Uronat. Holoselulosa adalah bagian dari serat yang bebas lignin, terdiri dari campuran semua selulosa dan hemiselulosa.



Hemiselulosa rantainya pendek dibandingkan selulosa dan merupakan polimer campuran dari berbagai senyawa gula, seperti xilosa, arabinosa, dan galaktosa. 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.

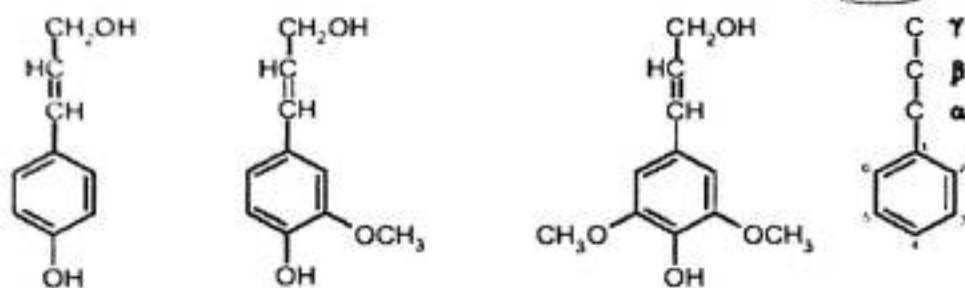
### **B.3. Lignin**

Lignin adalah salah satu komponen penyusun tanaman yang bersama dengan selulosa dan bahan-bahan serat lainnya membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan. Pada batang tanaman, lignin berfungsi sebagai bahan pengikat komponen penyusun lainnya, sehingga suatu pohon bisa berdiri tegak. Kalau dianalogikan dengan bangunan, lignin dan serat-serat tanaman itu mirip seperti beton dengan batang-batang besi penguat di dalamnya, yang memegang serat-serat yang berfungsi seperti batang besi, sehingga membentuk struktur yang kuat. Berbeda dengan selulosa yang terutama terbentuk dari gugus karbohidrat, lignin terbentuk dari gugus aromatik yang saling dihubungkan dengan rantai alifatik, yang terdiri dari 2-3 karbon. Pada proses pirolisa lignin, dihasilkan senyawa kimia aromatis yang berupa fenol, terutama kresol (Young, 1986).



Lignin merupakan polimer yang mengandung protein sulit dicerna. Lignin sangat tahan terhadap degradasi kimia dan enzimatik. Lignin sering digunakan sebagai "marker" penanda di dalam eksperimen studi pencernaan pada ternak ruminansia karena sifatnya yang tidak larut tersebut. Lignin bukan karbohidrat, tetapi sangat berhubungan erat dengan senyawa-senyawa karbohidrat. Kulit kayu, biji, serat kasar, batang dan daun mengandung lignin yang berupa substansi kompleks oleh adanya lignin dan polisakarida yang lain. Kadar lignin akan bertambah dengan bertambahnya umur tanaman. Tanaman pakan mengandung selulosa 20-30%, hemiselulosa 14-20% dan pektin kurang dari 10% serta lignin 2-12% (Young, 1986).

Degradasi bahan organik dipengaruhi adanya lignin dan silika yang terdapat pada dinding sel secara bersama-sama membentuk senyawa kompleks dengan selulosa dan hemiselulosa. Senyawa kompleks ini sulit ditembus oleh enzim mikroba sehingga akan menghambat pencernaan dinding sel dan selanjutnya menurunkan pencernaan isi sel termasuk bahan organik didalamnya (Van Soest, 1976). Senyawa lignin merupakan polimer aromatik dari phenilpropanoid, hasil sintesa conyferyl, synaphyl, p-coumaryl alkohol (Gold dan Alic, 1993; Van Soest, 1982) dapat dilihat pada Gambar 3.



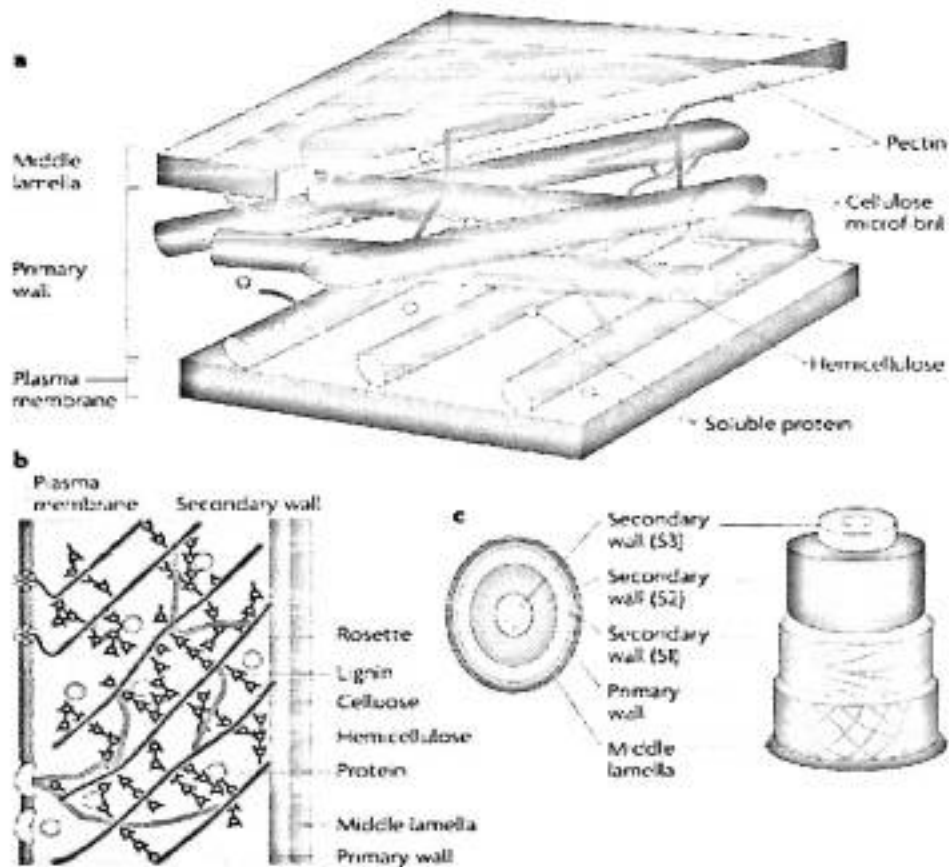
Para Kumaril Alkohol    Koniferil Alkohol                      Sinapil Alkohol    Model Kerangka C

Gambar 3. Satuan penyusun lignin (Steffen, 2003).

Senyawa ini merupakan senyawa aromatik heteropolimer dan unit phenil-propanoid yang memberikan kekuatan pada kayu dan rigiditas struktural pada jaringan tanaman serta melindungi kayu dari serangan mikrobial dan hidrolitik (Saparrat *et al.*, 2002). Fungsi dari lignin untuk memberi kekakuan pada jaringan pengangkut tumbuhan dan melindungi struktur yang tersusun dari polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) dari serangan organisme lain sehingga lignin bersifat rekalsitran (Hammel, 1997). Disebut Rekalsitran karena tahan terhadap degradasi atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan. Senyawa ini juga merupakan senyawa yang tidak mudah larut dalam air. Lignin memegang peranan penting dalam siklus karbon sebagai senyawa aromatik yang banyak terdapat di alam, dan merupakan matriks pelindung di sekitar mikrofibril selulosa pada dinding sel tanaman. Kebanyakan lignin mengandung struktur aromatik nonfenolik yang tahan terhadap oksidasi enzimatik, dan kandungan minor dari lignin



merupakan struktur fenolik (Srebotnik *et al.*, 1998). Gambar 4. Menunjukkan dinding sel, sintesis selulosa oleh enzim dan lignifikasi yang terjadi pada dinding sel.



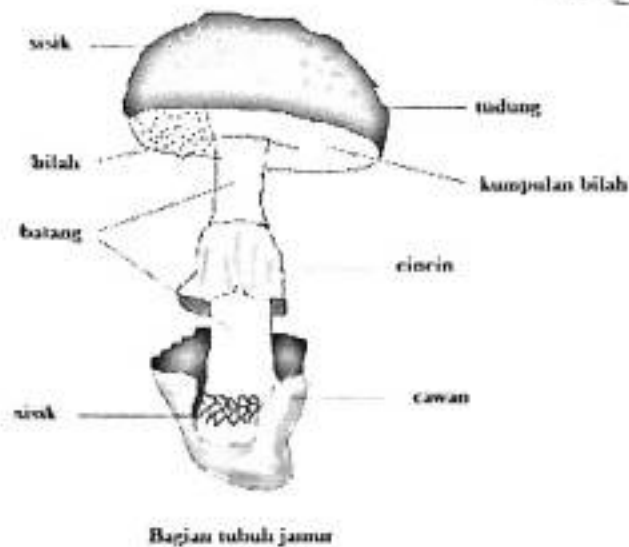
Gambar 4. a) Dinding sel yang mengandung selulosa mikrofibril, hemiselulosa, pektin, lignin dan solubel proteins. b) Sintesis selulosa oleh enzim dalam bentuk rosette kompleks, yang terapung dalam membrane plasma. c) Lignifikasi yang terjadi pada lapisan S1, S2 dan S3 dinding sel.



### C. Pemanfaatan Jamur dalam Pengolahan Pakan

Jamur adalah organisme yang mempunyai inti, spora, tidak berklorofil, dinding sel terdiri atas selulosa, kitin atau kombinasi keduanya, berbentuk filament atau benang-benang bercabang yang bersekat atau tidak bersekat. Benang-benang pada jamur ini disebut hifa. Hifa terdiri atas sel-sel yang berinti satu (uninukleat) atau dua (binukleat). Hifa jamur menyatu membentuk kumpulan hifa yang disebut miselium (Alexopoulos and Mimms, 1996). Bagian-bagian tubuh jamur dapat dilihat pada Gambar 5.

Jamur (mushroom) ialah cendawan yang tubuh buahnya berukuran besar dan kapang (moulds) ialah cendawan yang berukuran renik. Kapang merupakan jenis jamur multiseluler yang bersifat aktif karena merupakan organisme saprofit dan mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Khamir (yeast) ialah cendawan bersel tunggal. Khamir merupakan jenis jamur uniseluler. Istilah khamir dari kelompok *Ascomycetes* yang tidak berfilamen tetapi uniseluler berbentuk ovoid atau spheroid (Siregar, dkk. 2008).



Gambar 5. Bagian-bagian Tubuh Jamur

Berbagai macam pengolahan yang telah dilakukan untuk meningkatkan ketercernaan pakan berserat tinggi, terutama yang berasal dari limbah pertanian misalnya melalui *feeding management*, pengolahan secara fisik, kimia dan biologi (Hungate, 1966) . Di Negara Brazil peternak memanfaatkan jamur untuk meningkatkan ketercernaan kayu, produk yang dihasilkan yaitu *polo podrido*, yang digunakan sebagai pakan ruminansia (Balai Penelitian Ternak, 1992). Penelitian-penelitian yang menggunakan mikroorganisme untuk meningkatkan ketercernaan pakan berserat telah banyak dilakukan, terutama oleh mikroba-mikroba yang dapat mencerna ketiga fraksi serat yaitu lignin, selulosa dan hemiselulosa

Mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa secara umum dapat dibagi menjadi dua golongan yaitu 1). kelompok mikroorganisme yang mampu menghidrolisis hampir seluruh rantai selulosa secara sempurna dan



2). kelompok mikroorganisme yang hanya mampu menghidrolisis sebagian rantai selulosa. Proses pemecahan selulosa telah dikembangkan menggunakan cara biologis. Secara biologis yaitu dengan pemanfaatan enzim yang disekresikan oleh mikrobia yang mampu menghidrolisis substrat selulosa dan hemiselulosa. Beberapa keuntungan secara biologis yaitu proses biodegradasi enzimatik memerlukan temperatur yang tidak terlalu tinggi (30-60°C), tidak memerlukan fasilitas yang rumit dan produk yang dihasilkan relatif murni dan lebih efisien (Bachrudin, 1992).

Berapa jamur yang hidup di dalam tanah mempunyai kemampuan untuk menguraikan senyawa lignin dan selulosa. Jamur ini menghasilkan ligninase, yaitu enzim yang dapat menguraikan senyawa lignin; dan selulase, yaitu enzim yang dapat menguraikan selulosa. Contoh jamur pengurai lignin adalah *Fusarium proliferatum*, *Penicillium decumbens* P6 (Yang *et al.*, 2005), *Penicillium simplicissimum* (Guang *et al.*, 2006). Sedangkan jamur pengurai selulosa misalnya *Aspergillus niger*, *Chaetomium globosum*, *Scopulariopsis brevicaulis*, *Trichoderma koningii* dan *Trichoderma roseum* (Lakshmikan, 1990), dan *Mucor hiemalis* (Mahmood *et al.*, 2006). Beberapa isolat jamur selulolitik seperti *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Trichoderma viridae*, *Trichoderma spiralis* dan *Chatomium* sp., telah diketahui efisien dalam mendekomposisikan jerami dan sisa tanaman lainnya (Gaur, 1981).



### C.1. Jamur Pelapuk Kayu

Satu - satunya mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin adalah jamur pelapuk kayu yang digolongkan dalam kelas *Basidiomycetes*. Jamur pelapuk kayu dibedakan atas jamur pelapuk putih, pelapuk coklat, pelapuk lunak, masing-masing memiliki metabolisme degradatif yang berbeda. Jamur pelapuk putih menyerang lignin maupun polisakarida. Kayu yang terdegradasi menjadi putih dan lunak. Berbeda dengan jamur pelapuk putih, jamur pelapuk coklat mendegradasi polisakarida kayu dan mendegradasi sedikit lignin sehingga kayu menjadi coklat dan rapuh. Sedangkan jamur pelapuk lunak lebih menyukai selulosa dan hemiselulosa sebagai substratnya (Fengel and Wegener, 1995; Martawijaya dan Rangkuti, 1988). Jamur pelapuk putih mampu mendegradasi seluruh komponen material lignoselulosa termasuk lignin, sedang jamur busuk coklat lebih cenderung mendegradasi bagian selulosa dan hemiselulosa tetapi tidak lignin. Kelompok peroksidase (lignin peroksidase [LiP] dan mangan peroksidase [MnP]) yang menggunakan  $H_2O_2$  dan laccase (polifenol oksidase) yang menggunakan molekul oksigen berperan dalam mendegradasi lignin (D'Souza *et al.*, 1996; Baldrian 2003).

Sejumlah besar jamur dapat ditemukan pada kayu dan menyebabkan kerusakan berupa pelapukan kayu. Jamur tersebut mempunyai aktivitas selulolitik yang sangat kuat. Hidupnya bisa pada kayu dan pohon yang masih hidup, maupun pada kayu yang sudah mati. Sebagian besar diantaranya



tergolong ke dalam Basidiomycota, antara lain, *Volvariella volvaceae*, *Pleurotus flabelotus*, *Pleurotus sajor-caju*, *Lentinus edodus*, *Agaricus* sp., dan *Auricularia* sp. (Alexopoulos and mimms., 1996; Djarwanto, 1997; Chang and Quimio, 1982; Moore and Landecker, 1996; Carlile and Watkinson, 1994) Di samping itu banyak pula Hyphomycetes yang bersifat selulolitik, seperti *Trichoderma* sp., *Alternaria* sp., *Chuetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Fusarium* sp., *Paecilomyces* sp. yang tumbuh baik pada bahan kayu (Onions *et al.*, 1981; Domsch *et.al.*, 1993). Menurut Carlile and Watkinson (1994), ada *Ascomycetes* yang hanya bisa tumbuh pada kayu untuk mendapatkan nutrisi. Jamur kayu terutama mendegradasi lignin dan selulosa.

Jamur umumnya memiliki selulase karena habitatnya di alam adalah bahan organik yang mengandung selulosa, seperti serasah, batang atau cabang-cabang pohon yang sudah mati atau membusuk maupun yang masih segar, dan pada bahan-bahan yang mengandung selulosa seperti tekstil, kertas, kanvas, kapas, dan bahan kayu untuk bangunan. Selulase melibatkan 3 komponen, yaitu: endo- $\beta$ -1,4-glukanase (endoselulase, karboksimetil selulase atau CMase), ekso- $\beta$ -1,4-glukanase (selobiohidrolase, aviselase, atau C1selulase),  $\beta$ -1,4,glukosidase atau selobiase (Crueger and Crueger, 1989). *Trichoderma viride* merupakan jamur yang menghasilkan ketiga komponen tersebut. Bukan hanya jamur yang mampu menghasilkan selulase, juga khamir mempunyai kemampuan menghasilkan selulase, meskipun tidak selalu ke tiga komponen tersebut. Sjamsuridzal (2004) telah



mengisolasi dan mengidentifikasi khamir *Thyridium vestitum* UICCY-264 dari tumbuhan dan spesies tersebut memiliki aktivitas  $\beta$ -glukosidase yang tinggi (Reno, 2006).

Anggota *Aphylllophorales* sebagian besar hidup pada kayu baik yang masih hidup maupun sudah mati, sehingga tentunya memiliki enzim yang dapat menguraikan lignin. Jamur pelapuk putih selain menguraikan lignin diduga juga dapat menguraikan senyawa polutan lain. Jamur ini menghasilkan enzim ekstraseluler sehingga tahan terhadap bahan beracun atau bahan kimia mutagenik. Beberapa jamur pelapuk putih telah digunakan dalam penguraian lignin, misalnya *Bjerkandera adusta* mampu mendegradasi lignin 40% dan pengurangan warna hitam lignin sekitar 70% pada inkubasi selama 40 jam.

## C.2. Jamur Pelapuk Putih (*white rot fungi*)

Jamur pelapuk putih menguraikan lignin melalui proses oksidasi menggunakan enzim phenol oksidase (Sanchez, 2009) menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh mikroorganisme. Jamur ini menggunakan selulosa sebagai sumber karbon dan mendegradasi lignin secara keseluruhan menjadi karbon dioksida untuk masuk ke polisakarida kayu yang dilindungi oleh lignin-karbohidrat kompleks (Wilson dan Walter, 2002). Pada proses degradasi lignin, jamur pelapuk putih memproduksi enzim oksidatif ekstraselular yang unik. Sistem enzim hasil sekresi



mikroorganisme inilah yang berfungsi sebagai agen biodegradasi yang mampu memecah bahan berlignoselulosa menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana (Dewi, 1996). Enzim ini juga sangat baik mendegradasi senyawa pestisida dan limbah beracun (Srebotnik *et al.* 1998). Hal tersebut dikarenakan untuk mendepolimerisasi dan memineralisasi lignin, jamur pelapuk putih memiliki sistem oksidatif non spesifik meliputi beberapa ekstraselular oksidoreduktase, metabolit dengan bobot molekul rendah, dan kerja oksigen yang sangat efektif (Saparrat *et al.*, 2002). Selain itu jamur pelapuk putih memiliki kemampuan mendepolimerisasi lignin dan memetabolisme lignin menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  (Kaal *et al.*, 1995).

Jamur ligninolitik tidak hanya menggunakan lignin sebagai satu-satunya sumber energi dan karbon bagi pertumbuhannya, tetapi juga beberapa polisakarida yang ada pada substrat lignoselulosik, dan fungsi utama ligninolisis adalah untuk membuka polisakarida sehingga polisakaridanya (selulosa dan hemiselulosa) dapat dipecahkan oleh jamur (Hammel, 1997). Lignin peroxidase dan manganese peroxidase mengoksidasi komponen utama dari polimer lignin yaitu senyawa aromatik non fenolik dengan potensial reduksi oksidasi yang tinggi (D'Souza *et al.*, 1999). Sedangkan lakase mengoksidasi struktur lignin fenolik yang merupakan kandungan minor dari polimer lignin (Srebotnik *et al.*, 1998). Beberapa jamur pendegradasi kayu dilaporkan mampu mensintesis satu atau dua jenis enzim tersebut di atas, misalnya *Phanerochaete chrysosporium*,





*Trametes versicolor* mampu mengekskresikan lignin-peroksidase dan manganese-peroksidase ke dalam medium, sedangkan kelompok jamur pelapuk coklat hanya mampu mensintesis lignin-peroksidase saja. Jamur pendegradasi lignin yang paling aktif adalah jamur pelapuk putih seperti misalnya *Phanerochaete chrysosporium* dan *Coriolus versicolor* yang mampu merombak hemiselulosa, selulosa dan lignin dari limbah tanaman menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Paul, 1992).

Pada umumnya *basidiomisetes* pelapuk putih mensintesis tiga macam enzim, yaitu lignin-peroksidase (LIPs), manganese-peroksidase (MNP) dan Laccase. Ketiga enzim tersebut sangat berperan dalam proses degradasi lignin (Srinivasan *et al.*, 1995; Acunzo *et al.*, 2006). Enzim-enzim tersebut juga mampu mengoksidasi senyawa-senyawa fenol. Dilaporkan, sebagian besar reaksi degradasi lignin oleh basidiomisetes dikatalisis oleh enzim lignin peroksidase, Mn peroksidase (Addleman *et al.*, 1995;). Enzim ligninase dari organisme yang mampu memproduksi enzim tersebut mempunyai peluang yang sangat besar untuk diaplikasikan di industri-industri, seperti misalnya untuk degradasi polutan, biokonversi lignin, *biobleaching* dan *biopulping* dari potongan-potongan kayu (*wood chip*), desulfurisasi minyak bumi dan batu bara dan deligninasi limbah pertanian (Boominathan *et al.*, 1993). Proses degradasi lignin oleh pelapuk putih juga berguna untuk bioremediasi.



Jamur pelapuk putih menguraikan lignin melalui proses oksidasi menggunakan enzim *phenol oksidase* (Sanchez, 2009) menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh mikroorganisme. Selulosa dan hemiselulosa juga merupakan penyusun jaringan tumbuhan yang tersusun dari gula yang berbeda. Selulosa adalah polimer linier yang tersusun dari D-glukosa yang diikat oleh  $\beta$ -1,4 glycosida membentuk celobiosa. Senyawa ini didegradasi oleh enzim mikroba menjadi oligosakarida kemudian menjadi glukosa.

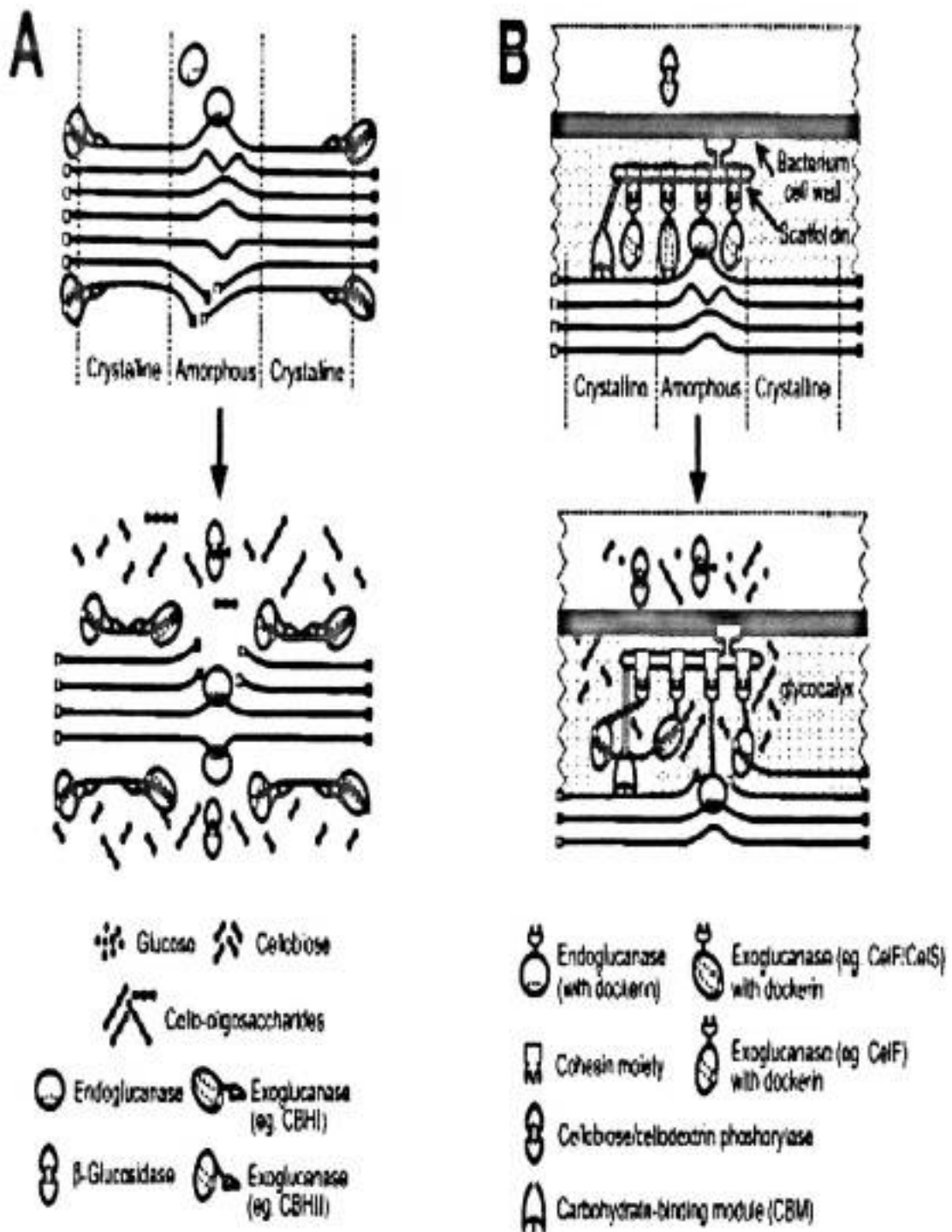
### C.3. Mekanisme Degradasi Selulosa.

Degradasi pada selulosa kristal oleh jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium*, mirip pada selulase-selulase jamur lainnya, yaitu dilakukan oleh sebuah kompleks enzim multikomponen dimana tiap-tiap komponen berinteraksi secara sinergi untuk mendegradasi selulosa menjadi glukosa (Gambar 6). Endoglukanase (EGs) bekerja secara acak pada permukaan luar mikrofibril selulosa, yaitu dengan membuka ujung non-reduksi yang kemudian oleh *cellobiohidrolase* (CBHs) dihidrolisis dan menghasilkan selobiose. Selobiose dipotong oleh  $\beta$ -glukosidase, menghasilkan glukosa. Selobiose, suatu produk dari kerja selulase, dapat menginduksi dan juga menghambat selulase pada *P. chrysosporium* (Eriksson dan Hamp 1978 dalam Highley dan Dashek 1998).



#### C.4. Degradasi Hemiselulosa.

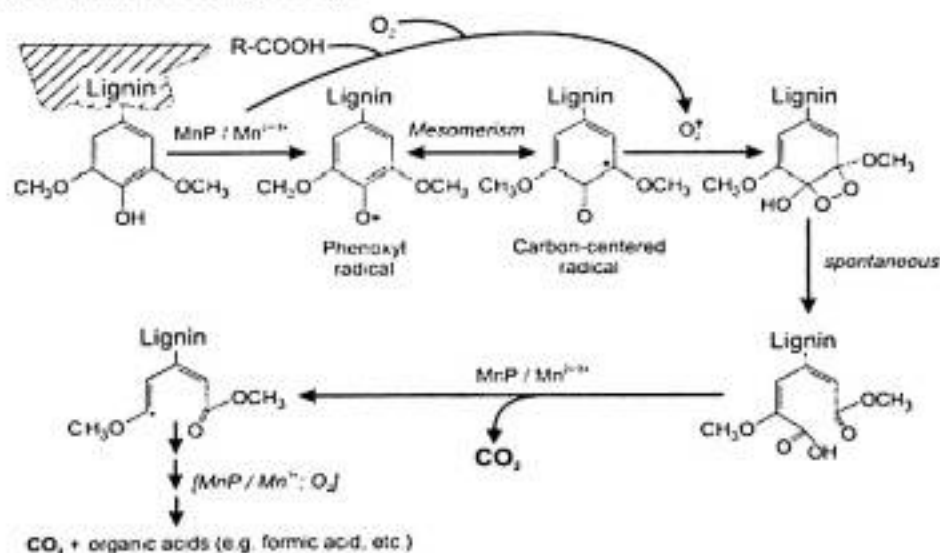
Hemiselulosa secara struktur lebih kompleks dibanding selulosa, yang mengandung hanya ikatan 1,4-glikosidik. Hemiselulosa adalah sebuah grup homopolimer dan heteropolimer yang mengandung sebagian besar ikatan-ikatan utama anhidro- $\beta$ -(1 $\rightarrow$ 4) D-xylopyranosa, mannopiranososa, glukopiranososa dan galaktopiranososa. Enzim-enzim yang mendegradasi hemiselulosa juga kompleks yang umum disebut hemiselulase. Hemiselulase menunjukkan sebagai agen *bleaching* yang menjanjikan dalam produksi pulp dan kertas. Degradasi hemiselulosa oleh jamur pelapuk putih kemudian dianalogikan secara kasar dengan selulosa, tetapi mekanisme serangannya telah dipelajari secara lebih detail oleh Kirk dan Cowling (1984). Ikatan hemiselulosa diserang pertamakali oleh endoenzim-endoenzim (mannanase dan xilanase) yang menghasilkan secara intensif ikatan-ikatan pendek yang dihidrolisis menjadi gula sederhana oleh glukosidase (mannosidase, xilosidase dan glukosidase). Sejauh ini belum diketahui jenis eksoenzim yaitu enzim-enzim yang dapat mengendalikan sisi-ikatan substitusi (arabinosa, asam uronik dan asetil) yang terlibat (Kirk dan Cowling, 1984). Seperti dengan selulase, gula-gula sederhana membatasi produksi sebagian besar enzim-enzim pendegradasi hemiselulosa oleh jamur pelapuk putih. Selulosa diduga menjadi sumber karbon penting untuk mendorong terbentuknya enzim-enzim pendegradasi hemiselulosa oleh jamur.



Gambar 6. Skema hidrolisis selulosa menjadi glukosa (Lynd *et al.*, 2002).

### C.5. Degradasi Lignin.

Tidak seperti selulosa dan hemiselulosa, lignin prinsipnya tidak berikatan linear tetapi merupakan senyawa kompleks. Polimer heterogen, dengan senyawa aromatik non-stereoregular yang disusun oleh unit fenilpropanoid. Jamur pelapuk putih adalah satu-satunya organisme yang dikenal mampu mendegradasi lignin secara sempurna menjadi karbondioksida dan air. Pada Gambar 7. menunjukkan skema pembentukan karbondioksida dari struktur aromatik lignin oleh MnP. Perkembangan terbaru saat ini telah menunjukkan kaitannya dengan biokimia dan genetika molekuler biodegradasi lignin yang umumnya menggunakan penelitian jamur pelapuk putih *P. chrysosporium* (Buswell dan Odier, 1996; Gold and Alic, 1993; Cullen dan Kersten, 1992).

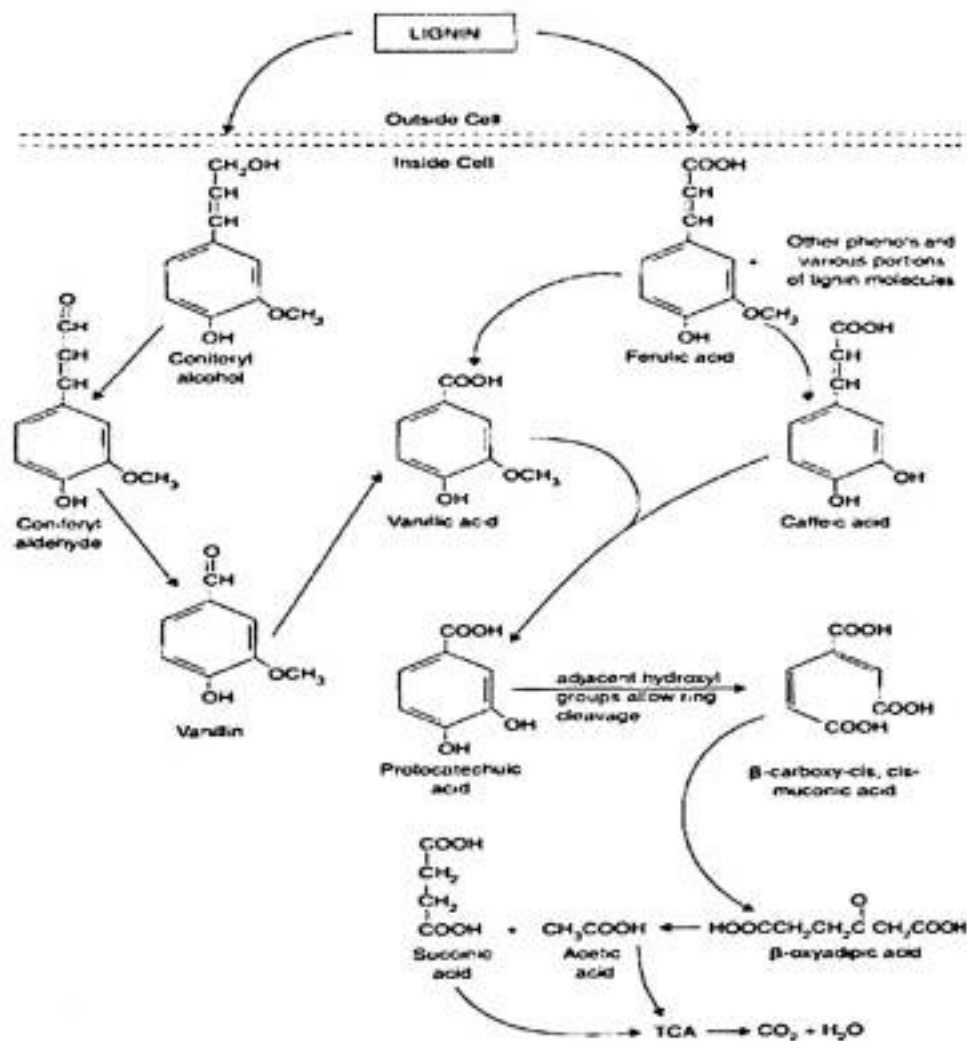


Gambar 7. Skema pembentukan karbondioksida dari struktur aromatik lignin oleh MnP (Suparjo, 2010).

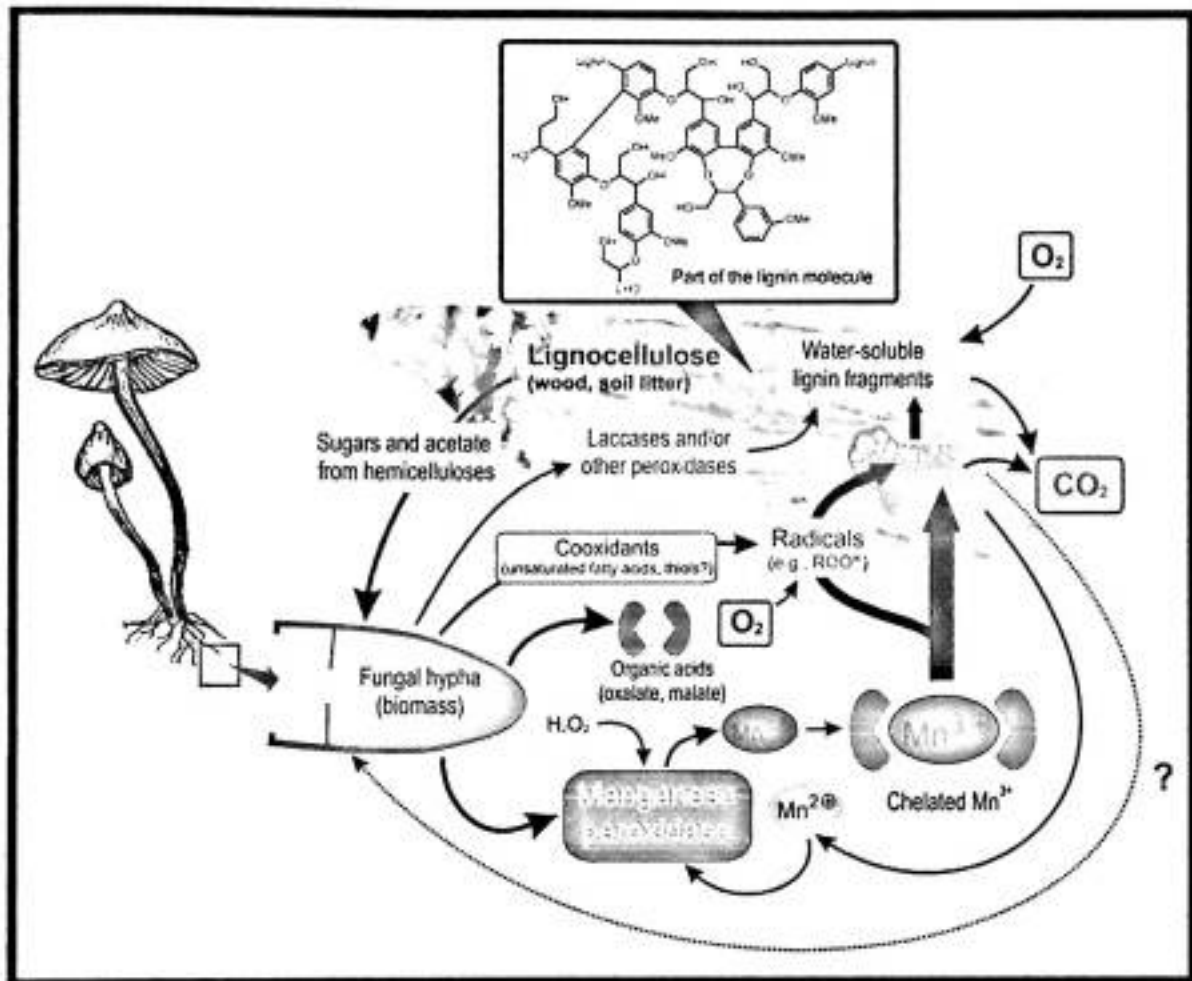


Ligninolitik berhubungan dengan produksi enzim ekstraseluler pendegradasi lignin yang dihasilkan oleh jamur pelapuk putih. Dua enzim yang berperan dalam proses tersebut adalah fenol oksidase (lakase) dan peroksidase (lignin peroksidase (LiP) dan manganese peroksidase (MnP)) (Kirk and Farel, 1987). Jamur mendegradasi lignin menjadi produk yang larut dalam air dan  $\text{CO}_2$ . Beberapa jamur, diantaranya *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan berbagai polutan aromatik selama fase pertumbuhan *stationary* yang dipacu oleh kekurangan nutrisi dalam substrat. Gambar 8. menunjukkan skema sistem degradasi lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium*. Jamur ini menghasilkan dua peroksidase yaitu LiP dan MnP yang berperan penting dalam proses perombakan lignin. LiP merupakan katalis utama dalam proses ligninolisis oleh jamur karena mampu memecah unit non fenolik yang menyusun 90 persen struktur lignin (Srebotnik dkk, 1998). Degradasi lignin oleh enzim ekstraseluler LiP dan MnP mempunyai mekanisme yang berbeda dalam proses lignolisis. MnP mengoksidasi  $\text{Mn}^{2+}$  menjadi  $\text{Mn}^{3+}$  yang berperan dalam pemutusan unit fenolik lignin (Gambar 9). LiP mengkatalisis reaksi masih belum jelas, apakah berinteraksi langsung dengan lignin atau melalui perantara radikal. LiP mengkatalisis suatu oksidasi senyawa aromatik non fenolik lignin membentuk radikal kation aril. Disamping itu, karena LiP merupakan oksidan yang kuat maka enzim ini juga mempunyai kemampuan mengoksidasi senyawa fenolik, amina, eter aromatik dan senyawa aromatik polisiklik (Perez

dkk, 2002). Oksidasi substruktur lignin yang dikatalisis oleh LiP dimulai dengan pemisahan satu elektron cincin aromatik substrat donor dan menghasilkan radikal kation aril, yang kemudian mengalami berbagai reaksi postenzymatik. LiP memotong ikatan  $C_{\alpha}$ - $C_{\beta}$  molekul lignin. Pemotongan ikatan pada posisi  $C_{\alpha}$ - $C_{\beta}$  merupakan jalur utama perombakan lignin oleh berbagai jamur pelapuk putih (Hammel, 1997).



Gambar 8. Skema sistem degradasi lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium* (Akhtar et al., 1997).



Gambar 9. Proses degradasi lignin oleh enzim ekstraseluler dari jamur pelapuk putih.

Manganes peroksidase dihasilkan oleh *P. ostreatus* (Sarkar *et al.*, 1997) dan juga oleh *P. cryosporium* (Brown, 1981) dan oleh *Phlebia radiata* (Vares *et al.*, 1997). Masing-masing jamur menghasilkan kombinasi enzim yang berbeda-beda, misalnya ada yang hanya menghasilkan LiP dan MnP, MnP dan lakase, atau jamur yang menghasilkan LiP dan lakase (Kerem dan Hadar 1998). Aktivitas ligninolitik jamur pelapuk putih seperti pada *T.*





*versicolor* dan *P. chrysosporium* meningkat pada media tumbuh yang kandungan karbon sederhana dan nitrogennya rendah (Eaton dan Hale 1993; Katagiri *et al.*, 1995). Menurut Leatham *et al.* (1983) dan Griffin (1994), penambahan asam glutamat, glutamin, histidin dan sikloheksimida akan menekan aktivitas ligninolitiknya.

Menurut Heinzkill dan Messner (1997), jamur pelapuk putih yang mendegradasi lignin tidak dapat menggunakan lignin sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Namun berdasarkan hasil penelitian Sugiprihartini (1998) diketahui bahwa penambahan glukosa dapat menekan pertumbuhan maupun aktivitas ligninolitik salah satu jamur pelapuk putih *Ganoderma* spp. Beberapa jamur liar diketahui memiliki kemampuan mendegradasi lignin yang tinggi dan dalam pertumbuhannya menggunakan lignin sebagai sumber karbon (Artiningsih *et al.*, 2000).

Pada jamur, lakase berperan dalam proses degradasi lignin (Hataka, 1994) dan beberapa fungsi lain diantaranya pigmentasi, pembentukan badan buah, sporulasi dan patogen (Thurston, 1994). Pemanfaatan lakase sangat luas diterapkan dalam berbagai bidang antara lain dalam proses bioremediasi dan biodegradasi polutan organik pada tanah seperti klorofenol (Ahn *et al.*, 2002), dan polisiklik aromatik hidrokarbon (Han *et al.*, 2004), pada proses dekolorisasi dan detoksifikasi pada pewarna tekstil (Abadulla *et al.*, 2000) serta digunakan sebagai bleaching pada proses biodelignifikasi pada pulp industri kertas (Bourbonnais dan Paice, 1990).



#### D. Proses Fermentasi oleh Mikroorganisme

Proses fermentasi secara umum memiliki beberapa tujuan, yaitu memproduksi sel-sel mikrobia atau menghasilkan biomassa; memproduksi enzim-enzim mikrobia; memproduksi senyawa metabolit; dan untuk proses transformasi zat-zat tertentu yang ditambahkan pada proses fermentasi yang dilakukan (Stanbury and Whitaker, 1984).

Fermentasi sudah dikenal berabad-abad yang lalu. Secara terbatas masyarakat hanya mengenal proses fermentasi sebagai perubahan karbohidrat menjadi alkohol. Ditinjau dari metabolisme bahwa fermentasi merupakan suatu reaksi oksidasi-reduksi di dalam sintesa biologi, yang menghasilkan energi sebagai donor dan akseptor elektron. Senyawa organik yang digunakan yaitu karbohidrat dalam bentuk glukosa. Senyawa ini akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi asam. Selanjutnya fermentasi adalah suatu proses perubahan kimiawi dari senyawa-senyawa organik karbohidrat, lemak, protein dan bahan organik lain (Rarumangkay, 2002). Menurut Muchtadi *et al.* (1992) bahwa proses-proses yang menghasilkan komponen-komponen kimia yang kompleks sebagai akibat adanya pertumbuhan maupun metabolisme mikrobia telah terjadi dalam proses fermentasi. Biokatalis yang digunakan untuk mengubah substrat menjadi produk baru biokatalis tersebut dapat berasal dari bakteri, jamur dan khamir (Smith, 1990).



Definisi teknologi fermentasi adalah memanfaatkan bahan-bahan yang murah harganya bahkan tidak berharga dengan menggunakan mikroorganisme menjadi produk-produk yang bernilai ekonomi tinggi dan berguna bagi kesejahteraan manusia (Ansori, 1992). Secara biokimiawi fermentasi diartikan sebagai pembentukan energi melalui katabolisme senyawa organik, sedangkan menurut aplikasinya dalam bidang industri arti fermentasi adalah suatu proses yang mengubah bahan dasar menjadi suatu produk oleh suatu massa sel mikrobial. Teknologi fermentasi dengan memanfaatkan kemampuan mikrobial berhasil merubah pakan berkualitas rendah, menjadi suatu produk bahan yang lebih berkualitas melalui bermacam-macam teknik pengolahan. Metode fermentasi telah banyak dipergunakan untuk pengawetan, peningkatan nilai gizi, perbaikan citarasa dalam pengolahan pakan dan pupuk organik (Amalia, 2004).

Teknologi fermentasi mempunyai bidang cakupan yang luas, yaitu mulai dari teknik produksi makanan fermentasi, minuman beralkohol, produksi biomassa (inokulum, protein sel tunggal), produksi asam-asam organik, asam-asam amino, enzim, vitamin, antibiotika, sampai pada teknik penanganan limbah. Salah satu hal yang pasti terjadi pada proses fermentasi, apapun tipe fermentasinya, adalah pertumbuhan organisme dalam fermentor produksi pada kondisi yang optimum untuk pembentukan produk (Stanbury and Whitaker, 1984). Sebagaimana juga dijelaskan oleh Crueger and Crueger (1989) bahwa prosedur fermentasi untuk



berkembangnya mikrobia harus diusahakan dalam kondisi optimal sehingga diperoleh hasil-hasil fermentasi yang diinginkan atau enzim yang diproduksi oleh mikrobia. Proses fermentasi merupakan suksesi pertumbuhan beberapa generasi mikroorganisme meliputi bakteri, actinomycetes, jamur dan juga protozoa yang secara bergantian mendominasi substrat pada tahap-tahap tertentu. Pada awalnya, mikroorganisme yang akan mengurai senyawa organik dan nitrogen terlarut adalah mikroorganisme mesofil. Aktifitas metabolisme menghasilkan karbondioksida, ammonia dan meningkatkan suhu dalam substrat. Suhu akan meningkat sampai 40-45<sup>o</sup>C, dan sebagian besar mikroorganisme mesofil akan mati. Kemudian substrat dikuasai oleh jamur-jamur termofil seperti *Humicola fuscoatra*, *H.grisea*, *Aspergillus fumigatus*, *Chaetomium thermophil*, dan cendawan *Corpinus cinereus*. Setelah aktifitas mikroorganisme termofil selesai, suhu akan menurun (Gandjar *et al.*, 2006)

Biodegradasi adalah penguraian fisik pada substrat oleh aktivitas mikroorganisme dengan menghasilkan produk yang bermanfaat untuk manusia. Biodegradasi, misalnya, terjadi pada pembuatan makanan fermentasi dan minuman fermentasi tradisional yang kita kenal sehari-hari (tempe kedelai, tapai singkong atau tapai ketan, tauco, dan lain-lain). Penguraian terjadi pada bahan-bahan yang merupakan limbah suatu proses, yang kemudian melalui fermentasi oleh mikroorganisme menjadi produk yang bermanfaat. Deteriorasi adalah penguraian bahan atau substrat yang bersifat



merugikan karena menyebabkan perubahan atau kerusakan, sehingga substrat tersebut tidak dapat dimanfaatkan manusia atau tidak mempunyai nilai ekonomi lagi (Murni, 2008).

Menurut Rachman (1989) bahwa tujuan utama pembuatan inokulum adalah menyediakan semua nutrien yang dibutuhkan oleh mikroba untuk memperoleh energi, pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme, hal ini tergantung pada jenis mikroba yang akan ditumbuhkan juga kondisi lingkungan yang ideal. Inokulum yaitu kultur mikrobia yang diinokulasikan ke dalam medium fermentasi pada saat kultur tersebut berada pada fase pertumbuhan eksponensial, yaitu suatu fase yang mempunyai mikrobia dengan kondisi laju pertumbuhan dan perkembangan secara logaritmik yang akhirnya akan mencapai laju pertumbuhan maksimum. Jumlah inokulum awal yang diberikan sebagai kultur awal (starter) sekitar 5-10% dari total volume bahan yang difermentasikan (Wijono *et al.*, 1988).

Dalam skala industri secara komersial, pemanfaatan dengan menggunakan metode fermentasi (menggunakan mikroorganisme) untuk menghasifkan enzim sudah banyak dilakukan antara lain : *Bacillus subtilis* (amilase dan protease), *Aspergillus oryzae* (amilase, amiloglukosidase, pektinase, glukosa oksidase, katalase, lipase), *Saccharomyces cereviseae* (invertase), *Trichoderma* sp. (selulase,  $\beta$ -glukosidase) (Maggy, 1989).



### **E. Pengujian Kualitas dan Kecernaan pada Bahan Pakan secara *In Vitro* dan *In Vivo***

Kualitas pakan ditentukan oleh tingkat kecernaan zat-zat makanan yang terkandung pada pakan tersebut. Kecernaan bahan kering dan bahan organik merupakan indikator derajat kecernaan pakan pada ternak dan manfaat pakan yang diberikan pada ternak. Kecernaan pakan dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pakan, terutama kandungan protein, karena setiap sumber protein memiliki kelarutan dan ketahanan degradasi yang berbeda-beda. Protein merupakan suatu zat makanan yang esensial bagi tubuh ternak dan ketersediaan protein yang cukup menyebabkan aktivitas dan pertumbuhan mikroorganisme meningkat sehingga proses pencernaan dan konsumsi juga meningkat (Bamualim, 1994). Kecernaan bahan kering dan bahan organik adalah faktor penting yang dapat menentukan nilai kecernaan pakan dan saling berkaitan karena bahan organik merupakan bagian dari bahan kering (Sutardi, 1980).

Protein merupakan nutrisi yang sangat penting dalam bahan pakan dan merupakan kelompok nutrient, senyawa ini didapatkan dalam sitoplasma pada semua sel hidup, baik binatang maupun tanaman. Protein adalah substansi organik yang mirip lemak dan karbohidrat, dalam hal kandungan unsur-unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Tetapi semua protein juga mengandung nitrogen dan beberapa sulfur dan fosfor (Gaman dan Sherrington, 1992; Anggorodi, 1994). Selanjutnya dikatakan bahwa protein



kasar dalam analisis hanya menggambarkan komposisi nitrogen dari bahan yang dianalisis. Kadar nitrogen dalam bahan pakan ditentukan dengan metode Khjedhal yang hasilnya dikalikan dengan 6,25 untuk mendapatkan kadar protein kasar. Protein kasar mengandung senyawa murni dan senyawa nitrogen non protein. Jika kandungan protein murni ingin diketahui maka perlu dilakukan analisis khusus. Lemak merupakan komponen senyawa organik yang terdapat di dalam makhluk hidup yang larut dalam pelarut organik atau non-polar, tapi tidak larut dalam air. Lemak sangat penting dalam makanan, dibutuhkan sebagai sumber asam-asam lemak essensial dan sumber energi. Jika kadar lemak tinggi, dapat menaikkan energi makanan tanpa menambah volume terlalu banyak. Ini penting untuk penyusunan ransum ternak yang berproduksi tinggi yang relatif mendapat ransum voluminous (Tillman *et al.*, 1998).

Evaluasi degradasi bahan pakan dalam rumen dapat dilaksanakan dengan metode *in vitro*, *in sacco*, dan *in vivo* (Tillman *et al.*, 1998). Getachew *et al.*, (2004), mengatakan bahwa ada tiga teknik utama yang saat ini tersedia untuk menentukan nilai pencernaan dari pakan ruminansia, yaitu : a) pencernaan dengan mikroorganisme rumen seperti dalam penelitian Tilley and Terry atau metode gas Menke, b) menggunakan enzim selulase, dan c) inkubasi sampel-sampel *in situ* menggunakan *nylon bag* dalam rumen dengan menggunakan ternak fistula.



Prosedur fermentasi rumen *in vitro* meniru proses fermentasi yang terjadi dalam rumen, oleh karena itu para ilmuwan dalam menentukan pencernaan suatu pakan untuk ternak ruminansia dapat menggunakan rumen buatan yang dikenal dengan metode *in vitro* atau pencernaan di luar tubuh. Prosedur ini telah lama dikemukakan untuk mempelajari pencernaan pakan hijauan oleh mikroorganisme (Hartadi, 1980).

Menurut Crowder and Cheda (1982) keberhasilan *in vitro* tergantung pada koreksi terhadap berbagai sumber kesalahan yang berasal dari variasi mikrobial, pH medium, preparasi sampel dan cara kerja. Faktor yang mempengaruhi *in vitro* antara lain pencampuran pakan, cairan rumen, pengontrolan temperatur, variasi waktu dan metode analisis. Sampai saat ini metode *in vitro* masih dianggap teliti dan dapat dipercaya pada berbagai kondisi serta berkorelasi antara *in vitro* dengan *in vivo* (Yunus, 1997). Medium fermentasi harus mengandung sumber energi seperti pati, gula dan selulosa. Larutan mineral ditambahkan sebagai pengganti saliva untuk memberikan sistem buffer dalam pencernaan *in vitro* (Arora, 1995).

Kelebihan uji pencernaan dengan metode *in vitro* adalah : a) hasil penelitian dapat diperoleh dalam waktu yang singkat, b) menggunakan sedikit bahan pakan (sampel) dan banyak perlakuan yang dapat diteliti, c) beberapa bahan pakan yang tidak dapat diberikan secara tunggal pada ternak, daya cernanya dapat diteliti dengan metode *in vitro*, dan d) tidak diperlukan pengumpulan feses atau sisa pakan, sehingga dapat menghemat waktu,





tenaga, dan biaya (Tangdilintin, 1992). Selain kelebihan, metode *in vitro* mempunyai kekurangan, yaitu a) metode *in vitro* dikerjakan dengan menggunakan waktu yang standar padahal lamanya bahan pakan berada dalam rumen bervariasi menurut jenis dan bentuk pakan, dan b) tidak terjadi penyerapan zat-zat makanan pada metode *in vitro* seperti yang terjadi pada ternak hidup. Banyak peneliti *in vitro* yang menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh dengan metode *in vitro* sama dengan hasil penelitian *in vivo*. Namun demikian ada juga beberapa hasil penelitian yang menyatakan bahwa daya cerna *in vitro* ternyata lebih tinggi dari hasil penelitian *in vivo* (Tangdilintin, 1992).

Penelitian *in vivo* dilakukan dengan mencatat pakan yang dikonsumsi dan feses yang dikeluarkan dalam satu hari (Tillman *et al.*, 1998). Pengukuran daya cerna konvensional terdiri dari dua periode, yaitu periode pendahuluan dan periode koleksi. Periode pendahuluan berlangsung 7-10 hari, tujuannya untuk membiasakan hewan kepada pakan serta keadaan sekitarnya dan untuk menghilangkan sisa-sisa pakan dari waktu sebelumnya. Periode koleksi berlangsung selama 5-15 hari, pada periode tersebut feses dikumpulkan, ditimbang dan dicatat. Koefisien cerna yang ditentukan secara *in vivo* biasanya 1-2% lebih rendah dari nilai pencernaan *in vitro*. Lebih lanjut dijelaskan bahwa, sumber kesalahan dalam uji pencernaan *in vivo* adalah terdapatnya bahan-bahan yang berasal dari tubuh di dalam feses sehingga zat makanan yang terdapat di dalam feses adalah enzim yang disekresikan



ke dalam saluran pencernaan yang tidak diabsorpsi kembali, dan juga bahan yang berupa hasil kikisan sel-sel dari dinding pencernaan. Umur dan jenis kelamin memperlihatkan pengaruh nyata terhadap berat badan seekor ternak, tetapi tidak selamanya konsumsi yang tinggi akan memberikan penambahan berat badan yang tinggi pula atau sebaliknya (Anggorodi, 1994). Pertambahan berat badan juga dipengaruhi oleh faktor makanan, bangsa dan keadaan ternak itu sendiri (Minyard and Dinkel, 1965).

Banyaknya makanan yang dikonsumsi oleh seekor ternak bervariasi tergantung dari cara pemberian, cara penyediaan, bentuk makanan dan jumlah makanan yang diberikan. Jumlah konsumsi dapat dihitung dengan mengukur jumlah makanan yang diberikan dengan jumlah yang tersisa. Baumgart (1969) menyatakan bahwa konsumsi bahan kering dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya komposisi dan nilai nutrisi makanan (Baumgart, 1969), palatabilitas dan selera (Church, 1988). Palatabilitas dipengaruhi oleh bentuk, bau, rasa, tekstur dan suhu makanan yang diberikan. Faktor lainnya adalah kesehatan ternak.

Efisiensi makanan adalah perbandingan antara pertambahan berat badan (kg) dan jumlah (kg) makanan yang dikonsumsi. Semakin tua umur seekor ternak maka efisiensi makanan semakin rendah (Crampton dan Harris, 1969). Efisiensi penggunaan makanan ternak muda lebih tinggi daripada ternak tua (Ensminger, 1979). Dalam pengukuran pencernaan secara *in vivo*, zat makanan yang tidak dikeluarkan melalui feses dianggap



sebagai pakan yang telah diserap oleh ternak. Menurut McDonald *et al.*, (2002) beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pencernaan, yaitu komposisi bahan pakan, perbandingan komposisi antara bahan pakan satu dengan pakan lainnya, perlakuan pakan, suplementasi enzim dalam pakan, ternak dan taraf pemberian pakan.

Kualitas suatu bahan pakan dipengaruhi oleh tingkat konsumsinya, jika kualitasnya baik maka tingkat konsumsinya tinggi sehingga bahan pakan yang kualitasnya relatif sama maka tingkat konsumsinya tidak berbeda. (Parakkasi,1995). Bahan pakan dengan serat kasar yang tinggi juga dapat mempengaruhi proses pencernaan karena bahan pakan tersebut mempunyai pencernaan yang rendah sehingga mempengaruhi konsumsi pakan dan ketersediaan nutrien untuk ternak (Fharhandani, 2006).

Menurut Tomaszewska (1993) bahwa tingkat konsumsi sangat dipengaruhi oleh koefisien cerna, kualitas ransum, fermentasi dalam rumen, serta status fisiologi ternak. Kecernaan pakan pada ternak ruminansia sangat erat hubungannya dengan jumlah mikroba dalam rumen. Preston dan Leng (1987) menyatakan bahwa kecernaan bahan kering yang berkisar antara 55-65% merupakan kecernaan bahan kering yang tinggi dan diperkirakan dapat meningkatkan pertumbuhan ternak. Sutardi (1980) menyatakan bahwa setiap jenis ternak ruminansia memiliki mikroba rumen dengan kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi ransum, sehingga mengakibatkan perbedaan pencernaan.



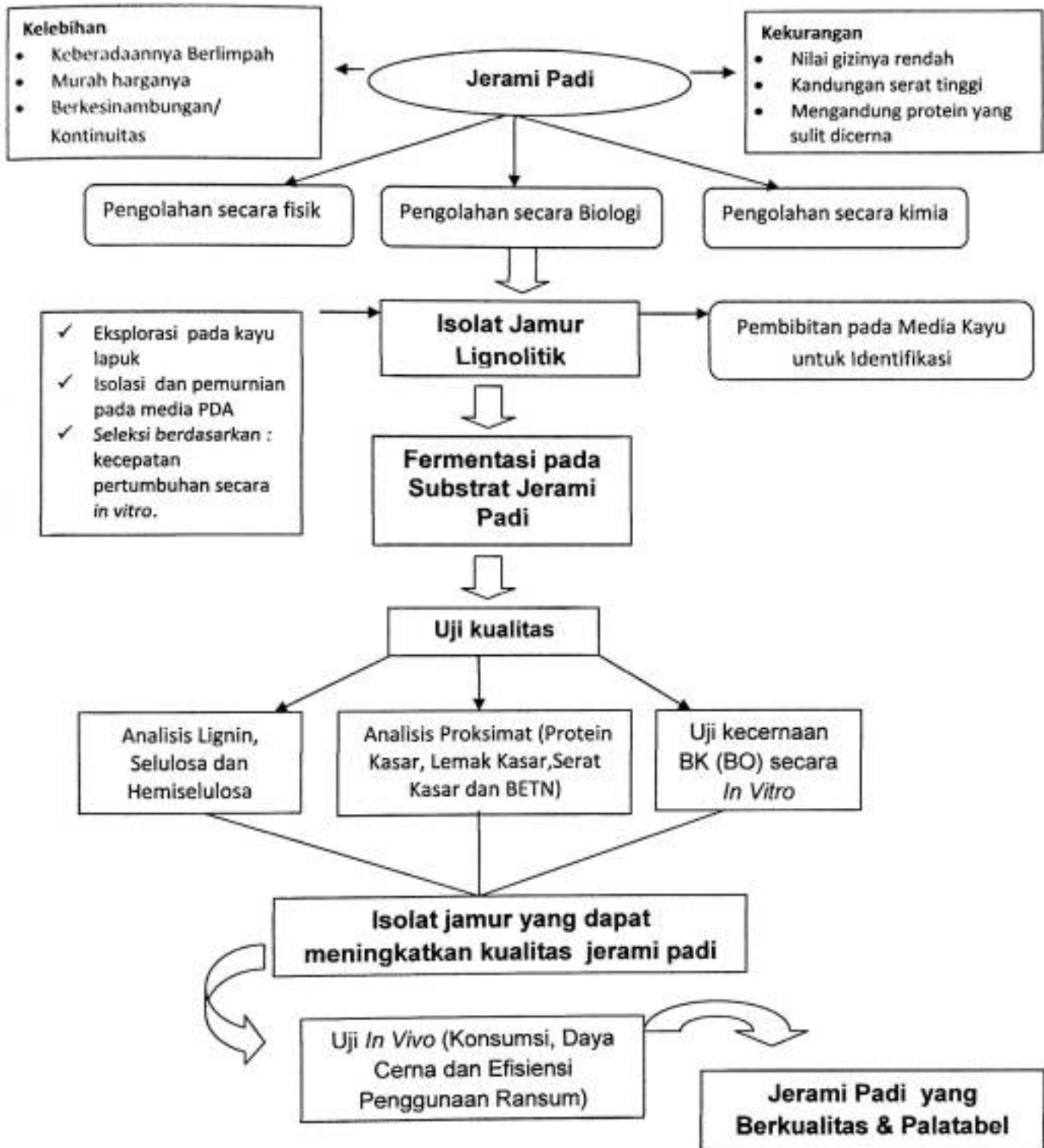
Salah satu faktor yang penting dalam bahan makanan adalah tingginya daya cerna bahan makanan tersebut, menggambarkan daya serap bahan makanan dalam saluran pencernaan. Zat makanan yang terkandung di dalam bahan makanan tidak seluruhnya tersedia untuk tubuh ternak, sebagian besar akan dikeluarkan lagi melalui feses karena tidak tercerna dalam saluran pencernaan (Ranjhan dan Pathak, 1979).

Limbah pertanian seperti jerami padi adalah bahan pakan lokal yang memiliki potensi cukup besar sebagai sumber pakan ternak ruminansia, disebabkan keberadaannya yang berlimpah, mudah didapat dan berkesinambungan. Penggunaan jerami padi merupakan strategi terbaik untuk menekan biaya pakan, tetapi ada beberapa kendala dalam pemanfaatan limbah pertanian sebagai pakan, yaitu kualitas dan kecernaan yang rendah dengan kandungan serat yang tinggi, tidak disukai ternak, penyimpanannya tidak mudah dan ketersediannya sangat bervariasi.

Salah satu cara pengolahan untuk meningkatkan kualitas dan kecernaan jerami padi adalah dengan fermentasi yang menggunakan jamur pelapuk putih sebagai inokulan untuk mendegradasi lignin dan merenggangkan ikatan antar serat yang terdapat pada jerami padi. Dengan berkurangnya kadar lignin atau renggangnya ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan kecernaan jerami padi serta meningkatkan *performance* ternak yang mengkonsumsi jerami padi hasil fermentasi jamur pelapuk putih.



## F. Kerangka Konseptual Penelitian





### G. Hipotesis

Hipotesis yang disusun dalam penelitian ini adalah :

1. Isolat Jamur pelapuk putih dapat menurunkan kandungan lignin tetapi tidak menurunkan kandungan selulosa dan hemiselulosa media tempat tumbuhnya.
2. Hasil fermentasi oleh isolat jamur lignolitik pada level dan lama inkubasi tertentu dapat meningkatkan kualitas dan pencernaan *in vitro* substrat jerami padi.
3. Ransum yang mengandung jerami padi hasil fermentasi isolat jamur pelapuk putih dapat meningkatkan konsumsi, pencernaan dan berat badan ternak kambing yang mengkonsumsinya.



## BAB III

### MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret sampai Desember 2012. Penelitian terdiri atas tiga tahap percobaan, yaitu (1) Eksplorasi, isolasi, pemurnian, identifikasi secara mikroskopis dan seleksi jamur pelapuk putih yang dapat mendegradasi lignin pada media serbuk kayu, dilakukan di Laboratorium Bioteknologi di Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) Universitas Hasanuddin, sedangkan identifikasi secara molekuler dilakukan di *Indonesian Center for Agricultural Biotechnology and Genetic Resources Research Development*, Bogor; (2) Fermentasi menggunakan isolat jamur pelapuk putih terpilih dari Tahap I pada substrat jerami padi dengan level dan masa inkubasi yang berbeda, dilakukan di laboratorium Valorisasi Limbah ternak Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin. Pengujian kualitas dan pencernaan secara *in vitro* hasil fermentasi dilakukan di Laboratorium Kimia Makanan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dan (3) Pemeliharaan ternak kambing untuk pengujian secara *in vivo* dilakukan pada kandang pemeliharaan ternak Fakultas Peternakan Unhas.



## **B. TAHAP I. Eksplorasi, Isolasi, Pemurnian, Seleksi dan Identifikasi Jamur Pelapuk Putih.**

### **B.1. Eksplorasi.**

Eksplorasi jamur pelapuk putih dimulai dengan mengambil jamur yang tumbuh di kayu yang telah lapuk di sekitar Kota Makassar, Bulukumba dan Soppeng. Pemilihan lokasi didasarkan pada tanaman yang mendominasi daerah tersebut. Kabupaten Soppeng merupakan daerah yang banyak ditumbuhi tanaman pertanian, Kabupaten Bulukumba adalah daerah yang banyak ditumbuhi tanaman perkebunan dan pada Kota Makassar daerah sentra industri seperti penggergajian kayu. Jamur pelapuk putih yang ditemukan dicatat morfologinya secara makroskopis dan diambil gambarnya. Selanjutnya jamur dikoleksi dengan menggunakan kantong kertas dan dibawa ke laboratorium untuk diisolasi dan diberi kode.

### **B.2. Isolasi.**

Metode isolasi yang digunakan merujuk pada Chang (1982), gunting dibersihkan dengan alkohol 70%, kemudian sebagian dari himenium cendawan (tempat basidiospora dibentuk), dipotong kecil-kecil. Potongan tersebut dicelupkan ke dalam aqua destilasi steril, lalu dicelupkan ke dalam alkohol 70%, lalu dicelupkan kembali ke dalam aqua destilasi steril, kemudian diletakkan di atas kertas saring steril dalam cawan petri yang telah dioven,





kemudian potongan tersebut diinkubasi pada suhu 30°C, selama 2-3 hari. Koloni cendawan yang tumbuh diambil dengan pinset dan dipindahkan ke cawan petri berisi medium *Potato Dextro Agar* (PDA). Pembuatan media PDA dapat dilihat pada Lampiran 1.

### **B.3. Pemurnian.**

Pemurnian dilakukan dengan mengambil isolat dari cawan petri yang berisi koloni tunggal jamur yang telah tumbuh. Perlakuan tersebut diulang beberapa kali sampai diperoleh miselium yang benar-benar murni. Kultur kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam.

Isolat yang telah murni diperbanyak dengan menumbuhkan isolat pada beberapa media PDA. Pada isolat jamur yang telah murni dilakukan pengukuran diameter pertumbuhan pada hari ke-3, 5 dan 7 hari setelah penanaman. Pengukuran ini bertujuan untuk menyeleksi isolat-isolat jamur yang tercepat pertumbuhannya pada cawan petri.

### **B.4. Seleksi Jamur Lignolitik.**

Pada tahap ini isolat jamur yang telah dimurnikan pada media PDA, dipotong dengan *cork borer* (diameter 7 mm) dan diinokulasikan ke dalam media yang menggunakan serbuk kayu 92%, bekatul 6% dan CaCO<sub>3</sub> 2%, dan ditambahkan air sampai kadar air 70% lalu dicampurkan sampai homogen (Achmad, dkk, 2011). Setiap botol pengamatan (tinggi 9 cm dan



diameter 5 cm ) diisi 50 gram media, kemudian ditutup rapat dan disterilkan ke dalam autoklaf dengan suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1,1 atmosfer selama 20 – 30 menit selama 2 hari hingga semua spora dan mikroba pengganggu benar-benar mati. Inokulasi dilakukan keesokan harinya pada saat media telah dingin. Diperlukan 5 potongan agar dan miselia yang berasal dari cawan petri ukuran 10 mm x 10 mm pada setiap botol pengamatan, setelah itu dicampurkan dengan cara diaduk-aduk. Botol kemudian ditutup dan diinkubasikan pada suhu  $30\text{-}32^{\circ}\text{C}$ , kemudian dilakukan seleksi untuk mencari lima isolat jamur yang tercepat pertumbuhannya dan isolat yang miseliumnya tercepat memenuhi botol pengamatan.

Lima isolat jamur hasil seleksi ditumbuhkan pada media serbuk kayu selama 10, 20 dan 30 hari kemudian dilakukan analisis *van Soest* (1976) untuk menentukan kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa, terlebih dahulu ditentukan kadar ADF dan NDF serbuk kayu. Data hasil pengukuran (Lampiran 2) dianalisis secara deskriptif.

#### **B.5. Identifikasi.**

Isolat jamur hasil seleksi yang tinggi tingkat degradasinya terhadap lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa, dibuat bibit atau Spawn (Achmad dkk, 2011; Chang, 1982; Yong & Leong, 1983) dengan cara ditumbuhkan dalam botol yang berisi media yang sama dengan



media seleksi, dan diinkubasikan pada suhu 30-32<sup>0</sup>C agar seluruh substrat sampai ke dasar botol tertutup oleh miselium (spawn). Spawn diamati secara teratur agar tidak terkontaminasi oleh pertumbuhan mikroorganismen lain. Apabila terjadi kontaminasi, maka seluruh spawn dalam botol harus dimusnahkan segera. Pada hari ke-8 setelah inokulasi, wadah biakan diguncang (digoyang) 1-2 kali untuk meratakan distribusi miselia dan mencegah lengket antar substrat. Pengguncangan dapat diulang tiap 3-4 hari. Diperlukan waktu sekitar 2 minggu bagi miselia untuk mengolonisasi substrat secara penuh. Jika miselium telah tumbuh diambil sebanyak 10% dari berat substrat (*fresh weight/weight*) diinokulasikan ke dalam kantong plastik yang berisi media yang sama pada botol, diinkubasi ditempat gelap pada suhu kamar sampai keluar tubuh buah.

Isolat jamur lignolitik yang telah ditumbuhkan dalam media serbuk kayu diidentifikasi hingga ke level Genus secara makroskopis dengan melihat bentuk, ukuran dan warna tubuh buah masing-masing jamur berdasarkan Ainsworth *et al*, (1973) dan Brown (1981).

Satu isolat yang tidak berhasil memproduksi tubuh buah diidentifikasi hingga ke level Spesies menggunakan metode PCR dengan tiga jenis primer: 18S *nuclear ribosomal Small Subunit rRNA gene/SSU* (NS1:GTAGTCATATGCTTGTCTC, NS4:CTTCCGTCAATTCCTTTAAG), 28S *nuclear ribosomal Large Subunit rRNA gene/LSU* (LROR: ACCCGCTGAACTTAAGC, LR5: TCCTGAGGGAACTTCG), dan



*Internal Transcribed Spacer/ITS* (ITS4: TCCTCCGCTTATTGATATGC, ITS5: GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG), yang dilanjutkan dengan sequencing.

### Metode Ekstraksi DNA

Isolasi DNA dilakukan dari kultur miselia cendawan. Penyiapan kultur miselia cendawan dilakukan pada media *prune agar slants*. Miselia cendawan dari media *prune agar slants* yang berumur 4 hari dipotong-potong (ukuran 3 mm x 3 mm) dengan menggunakan jarum (*transfer needle*) steril. Sebanyak 3-5 potongan dimasukkan ke dalam *flask* 500 ml yang telah berisi 100 ml medium *Fries* (sukrosa 15,0 g/l,  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  5 g/l, yeast extract 0,5 g/l, casein hydrolysate 0,5 g/l,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  1 g/l,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1.0 g/l,  $\text{MgSO}_4$  0,5 g/l, NaCl 0,1 g/l, dan  $\text{CaCl}_2$  0,1 g/l). Diinkubasi selama 6 hari pada suhu ruang sambil digoyang dengan kecepatan 90 rpm. Miselia dipanen dari kultur cair dengan menggunakan kertas saring Whatman No. 1 yang diletakkan pada alat filtrasi Buchner. Miselia selanjutnya dikeringanginkan selama 24 jam pada suhu ruang dengan bantuan blower pada laminar, miselia dapat disimpan pada suhu  $-20^\circ\text{C}$  sampai saat akan dipergunakan.

DNA cendawan diisolasi menggunakan larutan CTAB/NaCl. Sebanyak 20-25 mg miselia digerus dengan bantuan nitrogen cair dan ditempatkan dalam 2,0 ml tabung *ependorf*. Tepung miselia disuspensikan dengan 700  $\mu\text{l}$  buffer ekstraksi (CTAB 1% (w/v), Tris-HCl 50 mM pH 8,0; NaCl 0,7M dan



Na<sub>2</sub>EDTA 10 mM serta ditambahkan b-mercaptoethanol 1% (v/v) sebelum digunakan) dan divorteks sampai suspensi merata. Campuran ini diinkubasikan pada suhu 65<sup>0</sup>C selama 30-60 menit.

DNA diekstraksi dengan menambahkan satu kali volume larutan phenol: kloroform: isoamilalkohol (25:24:1 v/v). Campuran dibalik secara menyeluruh dengan membolak-balik tabung secara hati-hati, lalu disentrifugasi pada kecepatan 12000 g selama 12 menit. Fase cairan lapisan sebelah atas (supernatan) dipindahkan ke tabung *ependorf* baru. Sampel DNA pada supernatan diekstrak kembali dengan menambahkan larutan kloroform:isoamilalkohol (24:1) sebanyak 0,5X volume larutan. Selanjutnya tabung dibolak-balik secara perlahan dan disentrifugasi pada kecepatan 12000 g selama 5-10 menit. Fase cairan sebelah atas (supernatan) dipindahkan ke tabung *ependorf* baru dan ditambahkan 0,6X volume isopropanol dingin untuk mengendapkan DNA, lalu diinkubasikan pada *freezer* (-20<sup>0</sup>C) selama 1 jam atau lebih.

Pada tahapan selanjutnya, endapan DNA dipisahkan dari larutan dengan mensentrifugasinya pada kecepatan 12000 g selama 12 menit. Supernatan dibuang dengan menggunakan pipet, selanjutnya pelet dicuci dengan 70% ethanol dingin dan divakumkeringkan. Pelet diresuspensikan dengan menambahkan 1X TE (Tris-HCl 10mM, EDTA 1 mM, pH 8,0) sebanyak 200 µl.



Pada tahapan pemurnian DNA dari kemungkinan kontaminasi oleh RNA, maka dilakukan penghilangan RNA dengan menambahkan 0,1X *RNAse* (1  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ ) dan diinkubasikan selama 1-2 jam pada suhu 37°C. Suspensi ditambahkan dengan 0,5X volume ammonium acetate 7,5M, diikuti dengan penambahan 2X volume 95% (v/v) ethanol dingin dan disentrifugasi kembali pada kecepatan 10000 g selama 12 menit. Setelah disentrifugasi, pelet yang diperoleh dicuci dengan 70% (v/v) etanol dingin, dikeringanginkan dan dilarutkan dengan 100  $\mu\text{l}$  1X TE.

Analisis PCR dilakukan dengan total reaksi 20  $\mu\text{l}$  mengandung 25 ng DNA genomik cetakan, masing-masing dNTP 0,1  $\mu\text{M}$  (dATP, dCTP, dGTP, dan dTTP), masing-masing primer (SSU, LSU, dan ITS) 0,4 $\mu\text{M}$ , enzim *Taq DNA polymerase* 1 unit dalam larutan buffer 1X. Program PCR terdiri dari Pre-denaturasi pada suhu 94°C, selama 10 menit, dilanjutkan dengan 35 siklus yang terdiri dari denaturasi pada suhu 94°C, 15 detik, Annealing pada suhu 52°C, 30 detik, dan Extension 72°C, 90 detik. Pada tahap terakhir proses PCR dilakukan Final extension pada suhu 72°C selama 15 menit. Sebanyak 1  $\mu\text{l}$  produk PCR hasil amplifikasi selanjutnya dianalisis dengan elektroforesis pada gel agarose 1% (w/v).



### **C. TAHAP II. Uji Kualitas dan Kecernaan secara *In Vitro* Substrat Hasil Fermentasi**

Penelitian tahap II dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian kedua yaitu menguji kualitas dan kecernaan masing-masing isolat jamur lignolitik (hasil seleksi dari tahap I) pada substrat jerami padi.

#### **C.1. Pengomposan Media Tanam (Redaksi Agromedia, 2009)**

Media yang digunakan pada tahap ini adalah jerami padi dipotong-potong berukuran 10 cm. Selanjutnya, kapas 100 g direndam, di dalam air selama satu hari dan campurkan jerami 5 kg, bekatul 1 kg dan kapur 50 gram secara merata, lalu ditambahkan air sampai kadar air mencapai 70%. Campuran jerami dikomposkan selama 10 hari.

#### **C.2. Fermentasi oleh Isolat Jamur Pelapuk Putih pada Substrat Jerami Padi.**

Media tanam yang telah dikomposkan dikemas dalam kantong plastik tahan panas sebanyak 500 g, kemudian dipadatkan menggunakan alat pengepres hingga bagian bawah plastik rata dan menyerupai log kayu (baglog). Ujung plastik dipasang ring, lalu ditutup dengan kapas dan penutup baglog. Tujuannya agar air tidak masuk ke dalam baglog saat sterilisasi. Baglog dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atmosfer selama 20-30 menit selama 2 hari. Sampel diinokulasikan isolat jamur lignolitik keesokan harinya pada level 5; 7,5 dan 10% (w/w), dan



diinkubasikan 15 dan 30 hari. Masing-masing media tanam dimasukkan inokulum sesuai perlakuan kemudian ditutup secara rapat. Tahap ini terdiri atas 19 perlakuan yang terdiri atas :

No	Isolat	Level Pemberian (%)	Masa Inkubasi (hari)
1.	<i>Kontrol</i>	-	-
2.	<i>Coprinus comatus</i>	5	15
3.	<i>Coprinus comatus</i>	5	30
4.	<i>Coprinus comatus</i>	7,5	15
5.	<i>Coprinus comatus</i>	7,5	30
6.	<i>Coprinus comatus</i>	10	15
7.	<i>Coprinus comatus</i>	10	30
8.	<i>Coriopsis polyzona</i>	5	15
9.	<i>Coriopsis polyzona</i>	5	30
10.	<i>Coriopsis polyzona</i>	7,5	15
11.	<i>Coriopsis polyzona</i>	7,5	30
12.	<i>Coriopsis polyzona</i>	10	15
13.	<i>Coriopsis polyzona</i>	10	30
14.	<i>Lentinus torulosus</i>	5	15
15.	<i>Lentinus torulosus</i>	5	30
16.	<i>Lentinus torulosus</i>	7,5	15
17.	<i>Lentinus torulosus</i>	7,5	30
18.	<i>Lentinus torulosus</i>	10	15
19.	<i>Lentinus torulosus</i>	10	30





Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga ada 57 unit perlakuan. Pada tahap ini data diolah menggunakan analisis ragam Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Steel and Torrie (1993), lalu dilakukan uji kontras Gomez and Gomez (1995) untuk mengetahui isolat, level dan masa inkubasi yang terbaik pengaruhnya terhadap peubah.

### **C.3. Uji Kualitas Hasil Fermentasi**

Setelah diinkubasi, sampel hasil fermentasi dikeringkan dengan oven  $55^{\circ}$  C selama 3-4 hari, kemudian digiling dengan lubang penyaring berdiameter 1 mm, dan selanjutnya digunakan untuk penentuan *Van Soest* (1976) untuk menentukan kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa, analisis proksimat (AOAC, 1990) yaitu : protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan analisis pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *In Vitro* (Goto dan Minson, 1977). Prosedur kerja dan parameter yang diukur pada tahap ini dapat dilihat pada Lampiran 2,3 dan 4.



#### D. TAHAP III. Pengujian jerami padi hasil fermentasi isolat jamur pelapuk putih secara *in vivo*

Pada tahap III dilakukan untuk menjawab tujuan penelitian ketiga yaitu untuk melihat pengaruh jerami padi hasil fermentasi oleh isolat jamur pelapuk putih dalam mensubstitusi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap konsumsi bahan kering (BK) dan bahan organik (BO), pencernaan bahan kering, pencernaan bahan organik dan efisiensi penggunaan ransum (EPR) pada ternak kambing.

Pada tahap ini menggunakan 12 ekor kambing ditempatkan pada kandang individu. Ransum basal yang digunakan adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Pada setiap perlakuan ditambahkan konsentrat (50% jagung + 50% dedak) sebanyak 1,5% dari berat badan untuk mencukupi kebutuhan hidup ternak kambing. Air minum diberi secara *ad libitum*. Masing-masing petak dilengkapi dengan tempat pakan bersekat dan tempat air minum sehingga ternak hanya dapat mengkonsumsi pakan yang disediakan. Tahap ini berlangsung selama 30 hari, digunakan empat jenis ransum perlakuan, yaitu :

- R1 = 100 % Rumput Gajah (Kontrol)
- R2 = 70% Rumput Gajah + 30% Jerami Padi Fermentasi
- R3 = 30% Rumput Gajah + 70% Jerami Padi Fermentasi
- R4 = 100% Jerami Padi Fermentasi



Pada penelitian ini terdiri atas 3 periode yaitu : periode pendahuluan, adaptasi dan koleksi. Periode pendahuluan bertujuan untuk menjajaki jumlah pakan yang dimakan serta feses yang dikeluarkan, periode adaptasi dengan maksud membiasakan ternak terhadap ransum yang akan diteliti dan menghilangkan sisa-sisa makanan dari waktu sebelumnya. Tahap koleksi bertujuan untuk pengumpulan data, berlangsung selama 10 hari. Pada setiap tahapan, dicatat berat badan awal dan akhir untuk mengetahui pertambahan berat badan (PBB), konsumsi dan jumlah feses masing-masing ternak untuk mengetahui kecernaan bahan kering, feses diambil sebanyak 10% dari berat total feses yang dihasilkan untuk analisis bahan kering. Pakan percobaan terdiri dari jerami padi fermentasi dan rumput gajah diberikan sesuai kemampuannya mengkonsumsi bahan kering ransum kambing di daerah tropis (Siregar, 1994), dengan rumus :  $89 \text{ sampai dengan } 104,9 / (BB^{0,75})$ . Pemberian dilakukan jam 07.30 WIB pagi dan jam 16.00 WIB. Parameter yang diukur pada tahap ini adalah :

**Konsumsi (g) = Ransum yang diberi (g) – Ransum yang sisa (g)**

$$\text{Kecernaan BK (\%)} = \frac{\text{BK yang dikonsumsi} - \text{BK feses}}{\text{BK yang dikonsumsi}} \times 100\%$$



$$\text{Kecernaan BO (\%)} = \frac{\text{BO yang dikonsumsi} - \text{BO feses}}{\text{BO yang dikonsumsi}} \times 100\%$$

$$\text{Efisiensi Penggunaan Ransum} = \frac{\text{Pertambahan Bobot Badan Harian}}{\text{Konsumsi Bahan kering}} \times 100\%$$

Keterangan :

BK = Bahan Kering  
BO = Bahan Organik

Pada penelitian *In vivo*, menggunakan analisis ragam dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dikelompokkan menurut bobot badan dengan 3 kelompok dan 4 perlakuan sehingga diperoleh total unit percobaan sebanyak 12, jika berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perlakuan yang terbaik (Gaspersz, 1991). Data yang diperoleh di analisis menggunakan program *SPSS for Windows Version 16*.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. TAHAP I. Eksplorasi, Isolasi, Pemurnian, Seleksi dan Identifikasi Jamur Pelapuk Putih.

Dari eksplorasi pada beberapa lokasi di Kab. Soppeng, Bulukumba dan Makassar, ditemukan beragam jenis jamur pelapuk putih, namun yang berhasil ditumbuhkan pada kertas saring hanya 23 isolat. Isolat-isolat tersebut diberi kode sesuai dengan tempatnya ditemukan, kode BLK ditemukan di Kabupaten Bulukumba; SPNG berasal dari Kabupaten Soppeng dan MKS ditemukan di Makassar. Ke-23 isolat jamur diisolasi dan dimurnikan pada media PDA, lalu diamati diameter pertumbuhannya pada cawan petri, kemudian diranking untuk mendapatkan 15 isolat terbaik. Ke-15 isolat hasil seleksi selanjutnya ditumbuhkan pada media serbuk kayu dan dilakukan pengamatan pertumbuhan miselium jamur, untuk menyeleksi lima isolat yang tercepat pertumbuhannya dalam memenuhi botol pengamatan setelah inokulasi. Hasil pengamatan pada uji pendahuluan dapat dilihat pada Lampiran 5 dan 6. Ke lima isolat jamur ditumbuhkan pada media serbuk kayu sampai memperoleh tubuh buah, kemudian dilakukan identifikasi secara makroskopis berdasarkan ciri morfologi yaitu bentuk dan warna basidiokarp dan identifikasi secara mikroskopis. Satu isolat yang berasal dari Bulukumba

diidentifikasi secara lebih detail menggunakan 3 primer spesifik yang mengamplifikasi daerah ribosom dan ITS, selanjutnya disequensing. Empat isolat yang berhasil diidentifikasi secara mikroskopis dan makroskopis adalah isolat 1 BLK (*Coprinus comatus*), isolat SPNG (*Pleurotus ostreatus*), isolat 1 MKS (*Lentinus torulosus*) dan isolat 3 MKS (*Trametes versicolor*). Masing-masing isolat mempunyai karakteristik morfologi yang berbeda satu dengan lainnya.

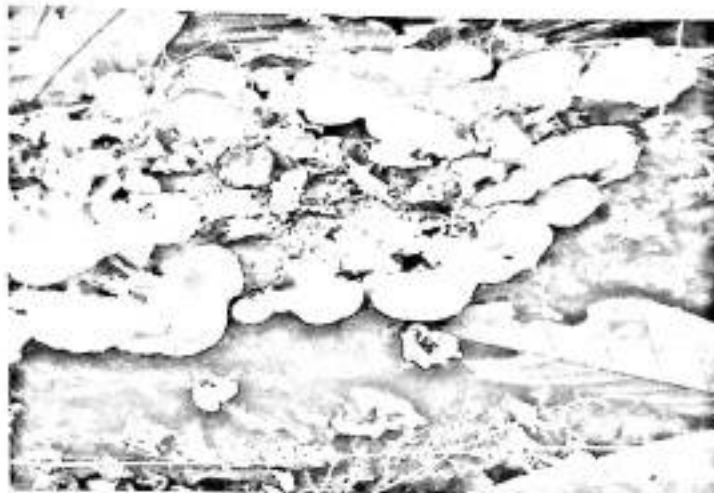


Gambar 10. Tubuh buah dari isolat 1 BLK (Bulukumba) pada media organik, 50 hari setelah inkubasi.

Bentuk tubuh buah jamur pada umumnya tersusun oleh bagian-bagian yang dinamakan tudung (*pileus*), bilah (*lamellae*), cincin (*annulus*), batang/tangkai (*stipe*), cawan (*volva*), dan akar semu (*rhizoids*). Isolat jamur *C.comatus* (Gambar 10.) mempunyai nama umum : mane shaggy; *Pileus* :



tinggi cap 5-14 cm, dengan luas 2,5-4,5 cm, kolumnar, berbentuk lonceng, permukaan kering, putih dengan lingkaran pusat cokelat, sisik bengkok, daging tipis, putih, dan lembut; lamellae mempunyai batas agak cair, hitam bertinta; Stipe: panjang 8-20 cm, tebal 1-1,5 cm, putih, mulus, berongga. Spora 12-16 x 7-8  $\mu\text{M}$ , mulus, berbentuk elips, meruncing ke puncak. Habitat tersebar berkelompok sering ditemukan di tanah atau daerah berumput dan lembab, pada serpihan kayu, serasah, jerami, dan bahan organik, kebanyakan tumbuh setelah musim hujan (Keirle, *et al.* 2004; Van de Bogart, 1976; Bougher and Syme, 1998; Smith, 1949). Isolat ini dapat dikonsumsi dan memiliki rasa yang lezat ketika muda. *C.comatus* adalah salah satu kelompok Basidiomycetes yang mudah untuk diidentifikasi. Menurut Orton and Watling (1979) cap *C.comatus* berukuran 3-15 cm, berbentuk oval atau bulat-silinder ketika muda, pada usia yang belum menghasilkan warna hitam "tinta", kering, keputihan dengan pusat kecoklatan, tapi jika telah membentuk "tinta", warnanya sangat bercorak. Stem: 5-20 cm, tebal 1-2 cm, mulus, putih, mudah dipisahkan dari topi, berongga, daging berwarna putih keseluruhan; lembut. Bau dan rasa: Tidak khas.



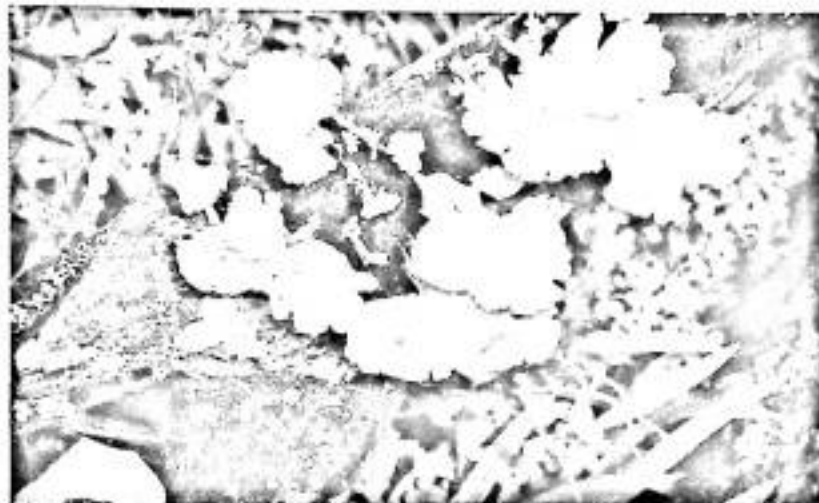
Gambar 11. Isolat SPNG (*Pleurotus ostreatus*) ditemukan di Soppeng

*Pleurotus ostreatus* (Gambar 11), *P. ostreatus* atau jamur tiram. Jamur tiram dapat digunakan untuk tujuan industri juga mycoremediation. Jamur tiram dapat dianggap sebagai jamur obat, karena mengandung statin seperti lovastatin yang bekerja untuk mengurangi kolesterol. ukuran normal: 5-15 cm, jenis topi, berbentuk saluran, jenis batang : lateral, dasar atau tidak ada, spora berwarna: putih, krim atau kekuningan, habitat: Tumbuh pada kayu, daging-coklat atau biru abu-abu, stem 10-20 cm. Jamur tiram mampu membunuh nematoda dan bakteri dengan imunitas, *Cap*: 4-15 cm, cembung, datar, berbentuk kipas, agak berminyak Ketika muda dan segar, halus, berwarna coklat pucat sampai coklat tua. Petersen and Krisai-Greilhuber, 1996; Bas *et al.*, 1990; Smith, 1949; Watling and Gregory, 1989 menyatakan bahwa, *P. ostreatus* mempunyai *Pileus* : luas *cap* 5-25 cm, *Stipe* : sering





tidak ditemukan, tapi ketika ada, pendek dan tebal: 0,5-3,0 cm, 0,5-2,0 cm, spora 7,5-9 x 3,5-4,5  $\mu$ m, mulus, berbentuk elips. Habitat pada tunggul dan log kayu keras, sering dikonsumsi selama musim panas, meskipun beberapa orang yang alergi jika mengkonsumsi jamur ini.



Gambar 12. Isolat 1 MKS (*Lentinus torulosus*) dari Makassar

*Lentinus torulosus* (Gambar 12.) Nama ilmiah: *Lentinus torulosus* (Pers.) Lloyd, Filum: *Basidiomycota*, Order: *Polyporales*, Keluarga: *Polyporaceae*. Dimensi: lebar caps 3-13 cm, panjang stipe 1-4 cm dan tebal 5-25 mm. Jamur *Lentinus* termasuk kelas Basidiomycetes, ordo Polyporales dengan famili Lentinaceae yang memiliki tubuh buah makroskopik dengan struktur liat dan kokoh serta tahan lama (Sudirman, 1995). Pada umumnya jamur ini memiliki ciri-ciri sebagai berikut: berbentuk seperti payung; berukuran sedang; warna beragam; permukaan tudung (*pileus*) halus,

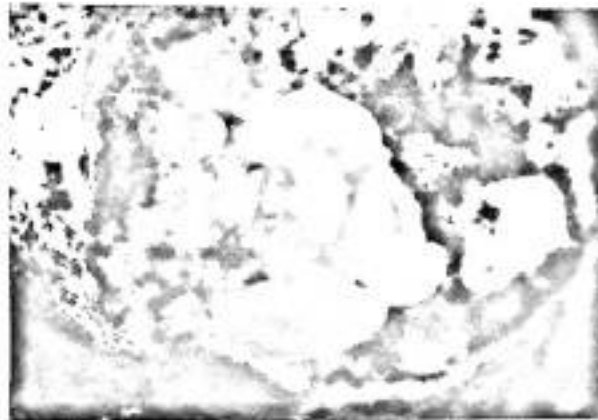
berbulu atau bersisik dengan bagian tengah melengkung ke bawah (*depressed*), berlekuk ke dalam (*umbilicate*); tangkai pada umumnya tidak di tengah atau eksentrik, kadang-kadang membentuk beberapa cabang sehingga terlihat seperti tandan; lamela rapat dan turun mencapai tangkai (*decurrent*); spora berwarna putih (Pegler dan Young, 1983). Beberapa jenis *Lentinus* dapat menghasilkan senyawa aktif yang dapat menghambat patogen penyakit (antimikroba, antibakteri, antifungi) dan berkhasiat sebagai antikolesterol dan antihipertensi selain dapat sebagai bahan pangan.



Gambar 13. Isolat 3 MKS (*Trametes versicolor*)

*Trametes versicolor* (Gambar 13.), sering disebut "ekor kalkun," *T. versicolor* adalah salah satu jamur yang paling umum di hutan Amerika Utara, ditemukan hampir di mana saja ada log kayu mati dan busuk. Warna topi yang dimiliki sangat bervariasi, tetapi cenderung untuk coklat dan coklat kemerahan. Permukaan topi halus seperti beludru dan berpori. Berbentuk

kipas, terpasang di sepanjang satu sisi atau hanya dekat bagian tengah dari satu sisi, dengan zona berwarna-warni. *T. versicolor* mempunyai daging tipis, biasanya kurang dari 2 mm dan berserat. Spora 4-6 x 1,5-2,5 mM, sedikit melengkung-silinder. Habitat biasanya pada log dari kayu keras, dapat dimakan tapi terlalu sulit untuk mencoba (Bernicchia, 2005; Bougher and Syme, 1998; Gilbertson and Ryvarden, 1987; Overholts 1967).



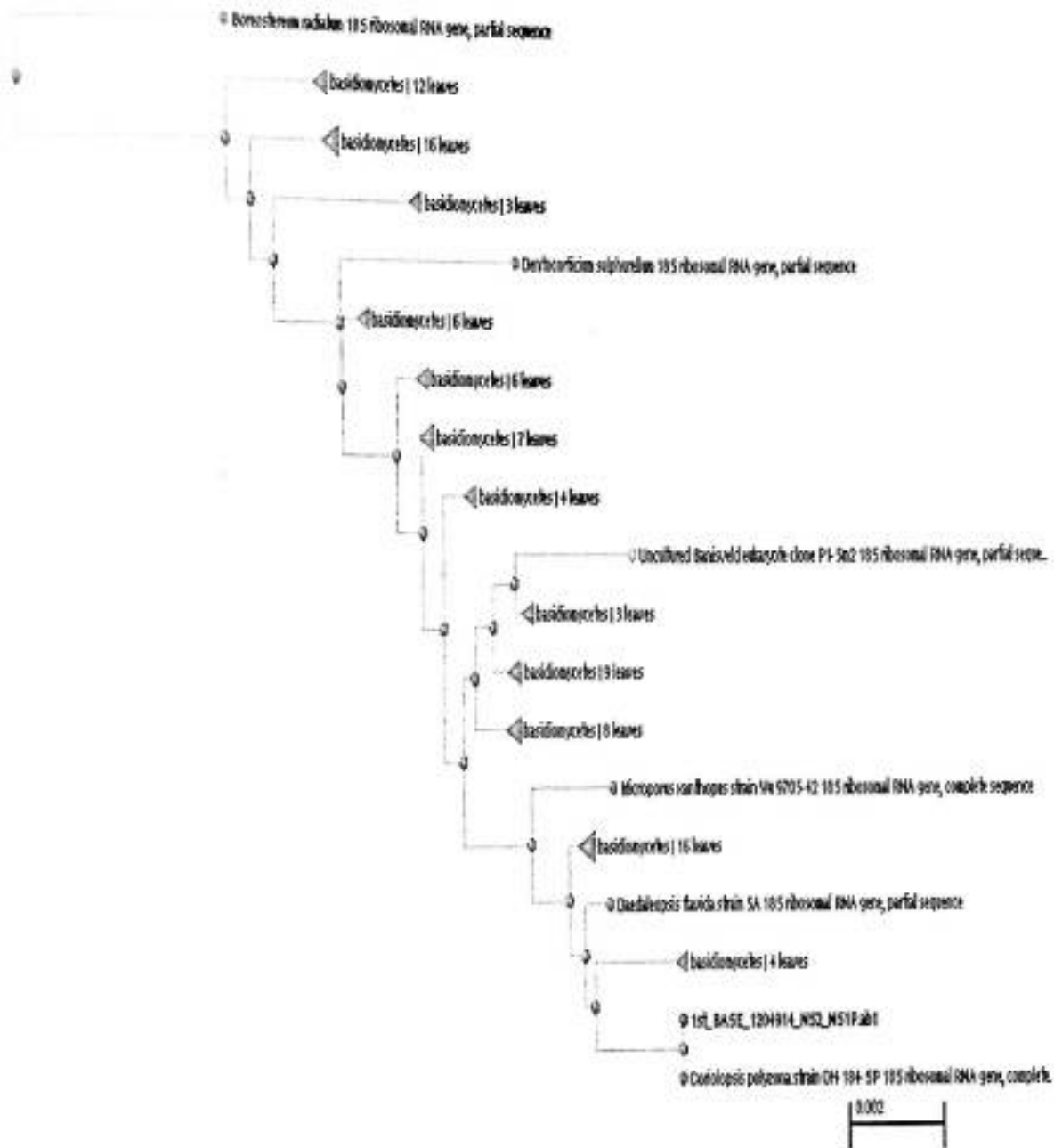
Gambar 14. Tubuh buah Isolat 2 BLK (Bulukumba) pada baglog setelah diinkubasi selama 80 hari

Isolat 2 BLK (Gambar 14.) dianalisis secara lebih detail menggunakan 3 jenis primer yaitu NS1 dan NS4 (untuk SSU 18S RNA), LROR dan LR5 (untuk LSU 28S RNA) dan ITS4, memperlihatkan adanya amplifikasi dengan pita yang berukuran 4000- 5000 bp (Gambar 15).

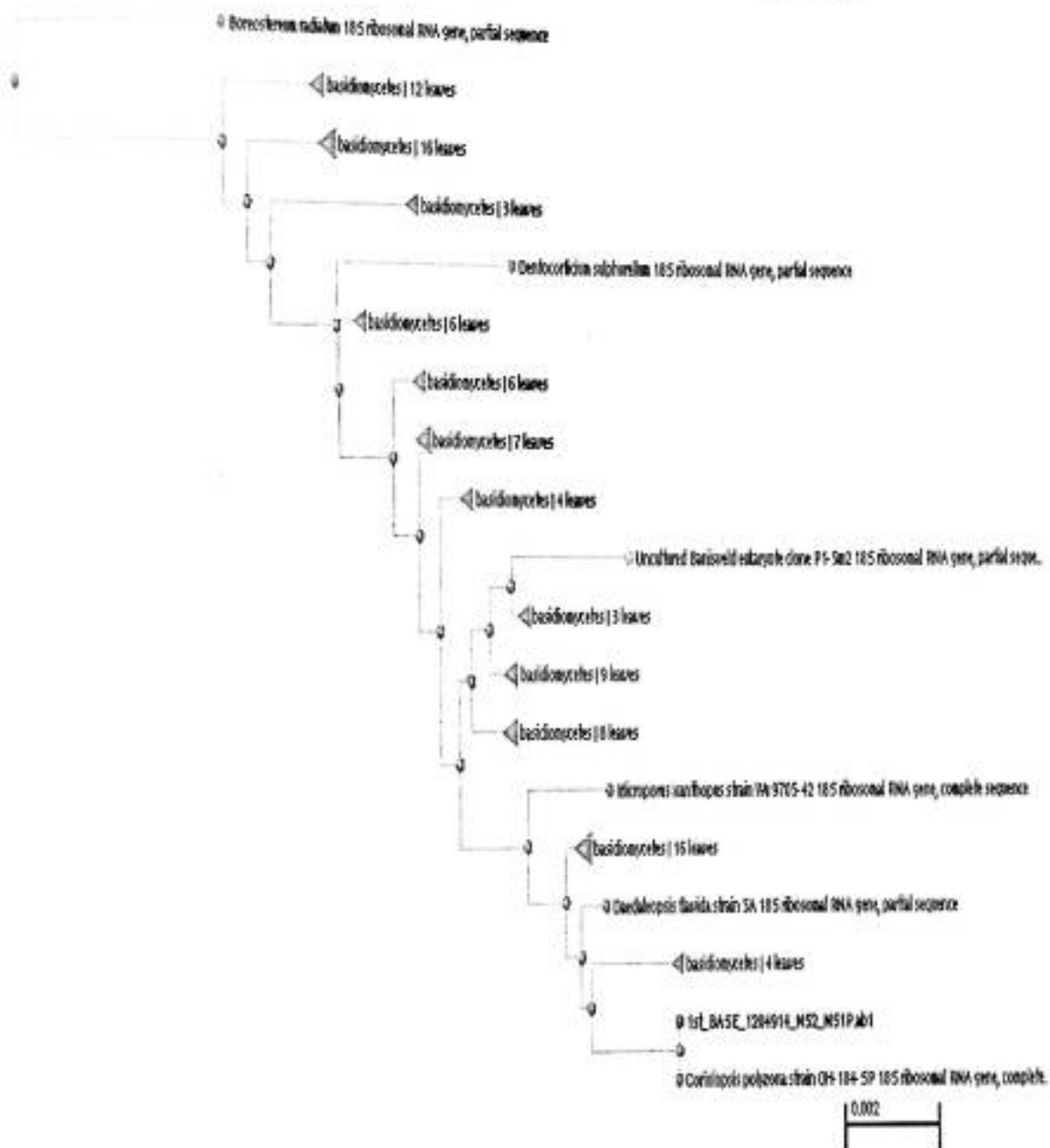


Gambar 15. Hasil amplifikasi PCR DNA isolat 2 BLK menggunakan primer SSU (1), primer LSU (2) dan primer ITS (3).

Pada Gambar 15. terlihat bahwa hasil amplifikasi PCR menggunakan primer ITS, menghasilkan pita yang lemah dibandingkan kedua primer lainnya yang mengamplifikasi daerah SSU dan LSU, hal ini diduga akibat kurangnya konsentrasi DNA template yang digunakan. Pada tahapan selanjutnya dilakukan sekuensing (pengurutan) DNA yang merupakan proses atau teknik penentuan urutan basa nukleotida pada suatu molekul DNA. Sekuensing DNA dapat dimanfaatkan untuk menentukan identitas maupun fungsi gen atau fragmen DNA lainnya dengan cara membandingkan sekuens-nya dengan sekuens DNA lain yang sudah diketahui (Bieber, 2004). Hasil sekuensing menggunakan tiga jenis primer dapat dilihat pada lampiran 8, sedangkan analisis dendogram menggunakan primer yang mengamplifikasi area 18S RNA dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Hasil analisis dendrogram menggunakan primer NS4 yang mengamplifikasi area SSU 18 S RNA menempatkan isolat ZBLK pada kelompok yang sama dengan *C. polyzona*



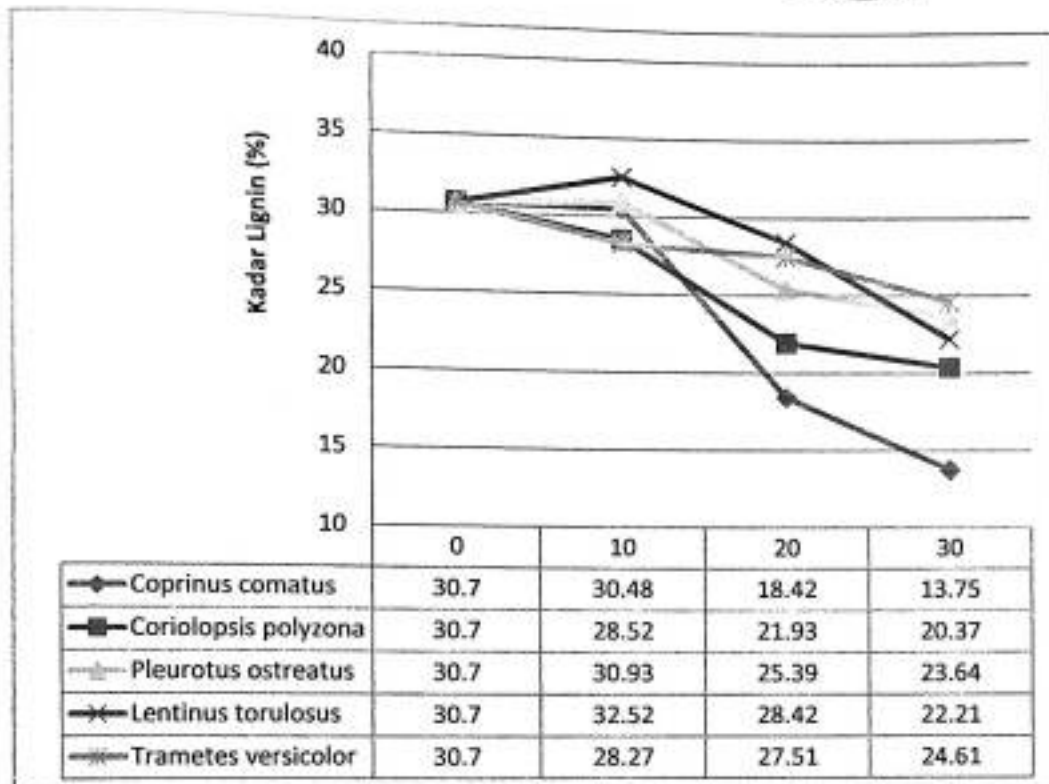
Gambar 16. Hasil analisis dendrogram menggunakan primer NS4 yang mengamplifikasi area SSU 18 S RNA menempatkan isolat 2BLK pada kelompok yang sama dengan *C. polyzona*



Hasil dari sekuensing menunjukkan bahwa isolat 2 BLK adalah *C. polyzona* (Ryvarden, 1980). Menurut ahli mikologi Amerika Polyporaceae merupakan kelompok jamur dalam Divisi Basidiomycota. Menurut Corda (1839), daging tubuh buah bervariasi dari lembut sampai liat. Sebagian anggota kelompok ini memiliki hymenium di pori-pori bagian bawah tudung (cap), tetapi beberapa memiliki insang atau struktur yang menyerupai insang. Sebagian besar jamur ini memiliki bubuk spora yang berwarna putih tapi sebagian lainnya memiliki spora yang beraneka warna.

#### **Kandungan Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa pada serbuk kayu**

Percobaan tahap ini dilakukan untuk menjawab tujuan tahap I yaitu : memperoleh isolat jamur pelapuk putih yang berkemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa pada media serbuk kayu. Analisis lignin, selulosa dan hemiselulosa dilakukan pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari setelah inokulasi pada media serbuk kayu. Hasil pengukuran pH, suhu, kandungan ADF, NDF, lignin, selulosa dan hemiselulosa dapat dilihat pada Lampiran 8.



Gambar 17. Kadar lignin hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari.

Dari Gambar 17, terlihat bahwa ke lima isolat mempunyai kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi lignin. Pada 10 hari masa inkubasi penurunan kadar lignin tertinggi diperoleh dari kelompok jamur *T.versicolor* yang mampu menurunkan kadar lignin sebesar 7,92% dari nilai kontrol, disusul oleh isolat jamur *C.polyzona* (7,10%) dan *C.comatus* (0,7%), sedangkan pada kelompok *P.ostreatus* dan *L.torulosis* terjadi peningkatan pada kadar lignin masing-masing sebesar 0,74% dan 5,59% dibandingkan kontrol. Pada proses degradasi lignin, kapang pelapuk putih memproduksi enzim oksidatif ekstraselular yang berfungsi sebagai agen biodegradasi yang





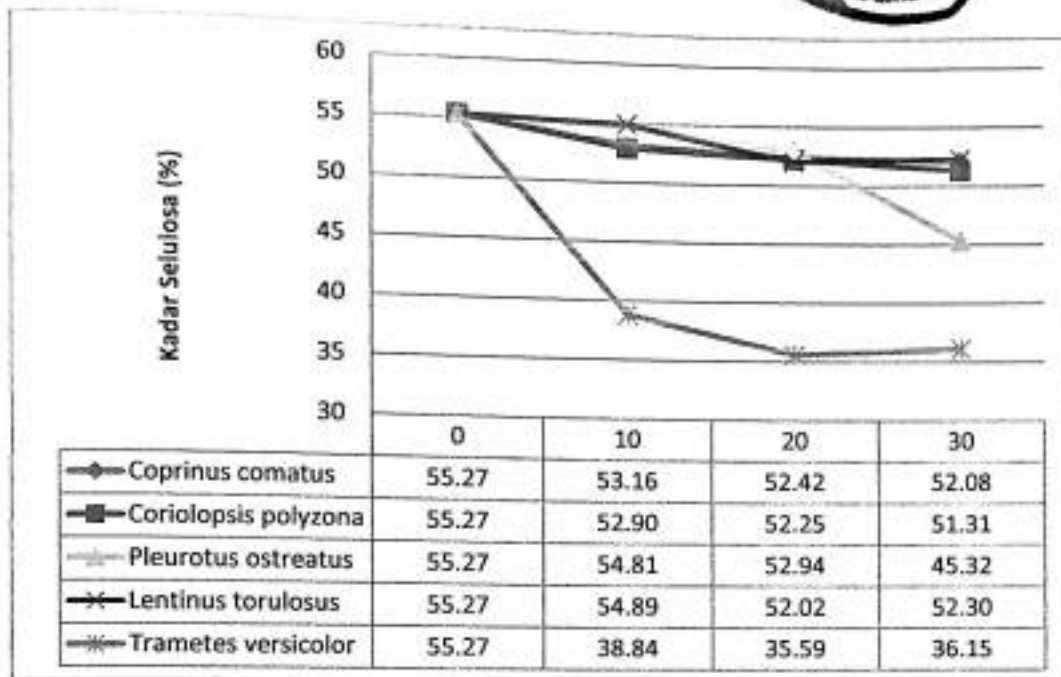
mampu memecah bahan berlignoselulosa menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana (Dewi 1996). Menurut Srinivasan *et al* (1995) pada umumnya *basidiomisetes* jamur pelapuk putih mensintesis tiga macam enzim, yaitu lignin-peroksidase (LIPs), manganese-peroksidase (MnPs) dan Laccase. Masing-masing jamur menghasilkan kombinasi enzim yang berbeda-beda, misalnya ada yang hanya menghasilkan LiP dan MnP, MnP dan lakase, atau jamur yang menghasilkan LiP dan lakase (Kerem dan Hadar 1998). Kombinasi ketiga enzim tersebut yang dimiliki oleh setiap isolat yang membedakan kemampuannya dalam degradasi lignin. Isolat jamur *Pleurotus ostreatus* menghasilkan Manganese peroksidase (Sarkar *et al*, 1997), sedangkan menurut Eaton dan Hale (1993) bahwa isolat jamur *Trametes versicolor* meningkat aktivitas lignolitiknya pada media tumbuh yang mempunyai kandungan karbon sederhana dan nitrogennya rendah. Pada masa inkubasi 20 hari setelah inokulasi kadar lignin mengalami penurunan, yang tertinggi diperoleh dari isolat jamur *Coprinus comatus*, sampai masa inkubasi 30 hari mampu menurunkan kadar lignin serbuk kayu sebesar 55,21%, disusul oleh *Coriolopsis polyzona* (33,65%), *Lentinus torulosus* (27,65%), *Pleurotus ostreatus* (23%) dan *Trametes versicolor* (19,83%). Beberapa jamur pelapuk putih dapat mendegradasi lignin dan berbagai polutan aromatik selama fase pertumbuhan *stationary* yang dipacu oleh kekurangan nutrisi dalam substrat, karena menghasilkan dua



peroksidase yaitu LiP dan MnP yang berperan penting dalam proses perombakan lignin. LiP merupakan katalis utama dalam proses ligninolisis oleh jamur karena mampu memecah unit non fenolik yang menyusun 90 persen struktur lignin (Srebotnik dkk, 1998)

Hasil analisis dari ke lima isolat jamur pelapuk putih yang digunakan mampu mendegradasi lignin berkisar 19,83 sampai 55,21%. Hasil ini, masih termasuk rendah dibandingkan dengan hasil penelitian Herliyana, dkk (2008) yang menggunakan kelompok jamur *Pleurotus* mampu menurunkan kadar lignin sebesar 10,7 sampai 89,7%. Hasil penelitian Fadilah, dkk (2008) yang menggunakan isolat jamur pelapuk putih *Phanerochaete chrysosporium* mampu mendegradasi lignin mencapai 81,4% pada inkubasi selama 30 hari dengan substrat batang jagung. Penurunan kadar lignin oleh ke-lima isolat jamur menunjukkan bahwa isolat jamur pelapuk putih mampu menurunkan kadar lignin pada media serbuk kayu, menurut Kaal, *et al* (1995) bahwa jamur pelapuk putih memiliki kemampuan mendepolimerisasi lignin dan memetabolisme lignin menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

Hasil analisis kandungan selulosa dari lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu, dapat dilihat pada Gambar 18. Grafik tersebut memperlihatkan bahwa, semua isolat menurunkan kadar selulosa serbuk kayu pada masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari dengan tingkat penurunan yang berbeda .

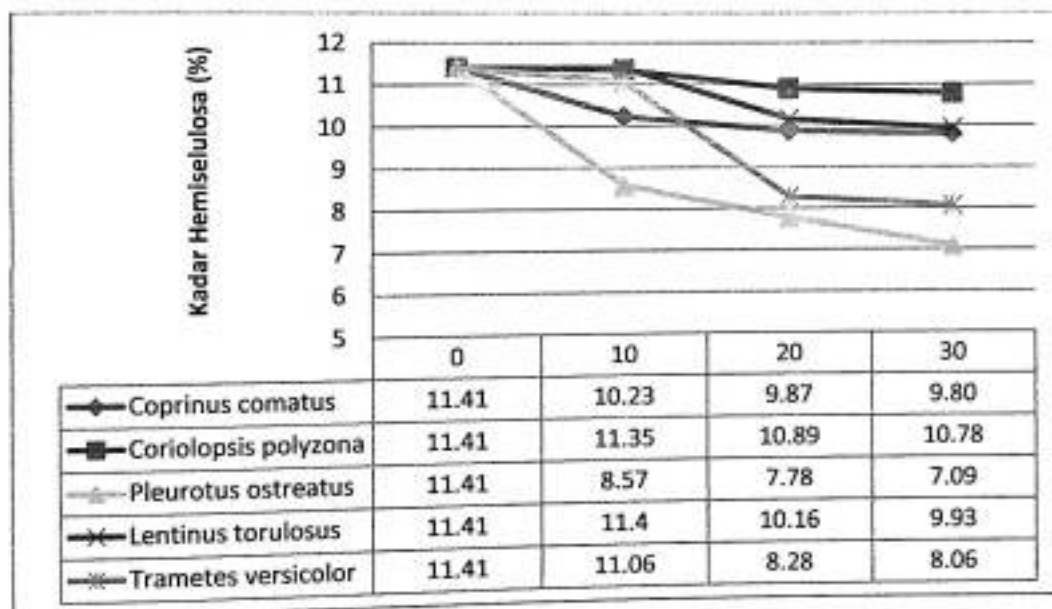


Gambar 18. Kadar selulosa hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari.

Serbuk kayu tanpa perlakuan (kontrol) yang digunakan mengandung selulosa 55,27%, menurut Smith dan Aidoo (1988) bahwa kandungan selulosa dalam bahan berkayu dapat mencapai 30-45%. Kandungan selulosa bervariasi tergantung dari jenis dan bagian tanaman. Serbuk kayu yang diinokulasikan isolat *C.comatus* kadar selulosa turun 5,77%, *C.polyzona* 7,16%, *P.ostreatus* 18%, *L.torulosis* 5,37% dan *T.versicolor* 34,59%. Pemecahan selulosa merupakan pemecahan anhidrosa menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dan pada akhirnya menghasilkan CO<sub>2</sub> dan air (Hardjo *et al.*, 1989). Semakin rendah penurunan kadar selulosa maka semakin baik isolat jamur tersebut. Hasil analisis kandungan selulosa maka

isolat jamur pelapuk putih terbaik berasal dari kelompok *Lentinus*, kemudian disusul oleh *Coprinus*, *Coriolopsis*, *Pleurotus* dan *Trametes*. Penurunan kadar selulosa pada isolat-isolat jamur tersebut berkisar antara 5,37 sampai dengan 34,59%, sedangkan pada penelitian Fadilah (2008) degradasi selulosa mencapai 22,3% pada inkubasi selama 30 hari dengan substrat batang jagung.

Pada Gambar 19. hasil penelitian kadar hemiselulosa serbuk kayu yang telah diinokulasi oleh isolat jamur pelapuk putih pada masa inkubasi 10 hari mengalami penurunan pada semua substrat yang diinokulasi oleh ke lima isolat jamur pelapuk putih dengan kadar yang berbeda-beda.



Gambar 19. Kadar hemiselulosa hasil fermentasi lima isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu dengan lama inkubasi 10, 20 dan 30 hari.



Penurunan kadar hemiselulosa yang terbesar dihasilkan oleh isolat jamur *Pleurotus* sampai hari ke 30 setelah inokulasi (37,86%), sedangkan pada isolat jamur *Trametes* terjadi penurunan yang sangat kecil pada masa inkubasi 10 hari (3,07%). Tetapi sampai masa inkubasi 30 hari penurunan kadar hemiselulosanya mencapai 29,36% dari kontrol. Isolat yang paling sedikit mendegradasi hemiselulosa diantara ke lima isolat jamur yang digunakan pada penelitian ini adalah *Coriolopsis*, jumlah hemiselulosa yang terdegradasi sampai masa inkubasi 30 hari adalah 5,52% disusul oleh isolat jamur *Lentinus* (12,97%) dan *Coprinus* (14,11%) dibandingkan kontrol. Penurunan kadar hemiselulosa yang sangat rendah dibandingkan tingkat degradasi terhadap lignin dan selulosa disebabkan hemiselulosa lebih erat terikat dengan lignin sehingga lebih sulit dicerna dan merupakan polimer campuran dari berbagai senyawa gula sehingga jika terjadi degradasi lignin dan selulosa maka kadar hemiselulosa relatif meningkat (Morrison, 1986). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, isolat jamur kelompok *Pleurotus* dan *Trametes* mendegradasi lignin, selulosa dan hemiselulosa

Pada tahap ini dilakukan seleksi terhadap isolat jamur pelapuk putih dengan melihat kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa substrat serbuk kayu yang telah diinokulasi. Kriteria isolat jamur terbaik adalah yang berkemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa pada media serbuk kayu.



Penurunan kadar hemiselulosa yang terbesar dihasilkan oleh isolat jamur *Pleurotus* sampai hari ke 30 setelah inokulasi (37,86%), sedangkan pada isolat jamur *Trametes* terjadi penurunan yang sangat kecil pada masa inkubasi 10 hari (3,07%). Tetapi sampai masa inkubasi 30 hari penurunan kadar hemiselulosanya mencapai 29,36% dari kontrol. Isolat yang paling sedikit mendegradasi hemiselulosa diantara ke lima isolat jamur yang digunakan pada penelitian ini adalah *Coriolopsis*, jumlah hemiselulosa yang terdegradasi sampai masa inkubasi 30 hari adalah 5,52% disusul oleh isolat jamur *Lentinus* (12,97%) dan *Coprinus* (14,11%) dibandingkan kontrol. Penurunan kadar hemiselulosa yang sangat rendah dibandingkan tingkat degradasi terhadap lignin dan selulosa disebabkan hemiselulosa lebih erat terikat dengan lignin sehingga lebih sulit dicerna dan merupakan polimer campuran dari berbagai senyawa gula sehingga jika terjadi degradasi lignin dan selulosa maka kadar hemiselulosa relatif meningkat (Morrison, 1986). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, isolat jamur kelompok *Pleurotus* dan *Trametes* mendegradasi lignin, selulosa dan hemiselulosa

Pada tahap ini dilakukan seleksi terhadap isolat jamur pelapuk putih dengan melihat kandungan lignin, selulosa dan hemiselulosa substrat serbuk kayu yang telah diinokulasi. Kriteria isolat jamur terbaik adalah yang berkemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah daya degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa pada media serbuk kayu.



Pada Tabel 2. dapat dilihat kemampuan dari lima isolat jamur pelapuk putih dalam mendegradasi lignin, selulosa dan hemiselulosa pada serbuk kayu dan peringkat pada setiap isolat.

Tabel 2. Kemampuan mendegradasi pada ke lima Isolat Jamur Pelapuk Putih dalam substrat serbuk kayu.

No	Isolat Jamur	Lignin	Selulosa	Hemiselulosa
1	<i>Coprinus comatus</i>	Menurun <sup>1)</sup>	Menurun <sup>4)</sup>	Menurun <sup>3)</sup>
2	<i>Corioloopsis polyzona</i>	Menurun <sup>2)</sup>	Menurun <sup>3)</sup>	Menurun <sup>5)</sup>
3	<i>Pleurotus ostreatus</i>	Menurun <sup>4)</sup>	Menurun <sup>2)</sup>	Menurun <sup>1)</sup>
4	<i>Lentinus torulosus</i>	Menurun <sup>3)</sup>	Menurun <sup>5)</sup>	Menurun <sup>4)</sup>
5	<i>Trametes versicolor</i>	Menurun <sup>5)</sup>	Menurun <sup>1)</sup>	Menurun <sup>2)</sup>

Keterangan: Superskrip pada kolom yang sama menunjukkan peringkat jamur tersebut dalam mendegradasi

Berdasarkan Tabel 2. maka dipilih tiga Isolat jamur terbaik sampai masa inkubasi 30 hari adalah *Coprinus comatus* karena mampu menurunkan kadar lignin substrat terbesar (55,21%), menurunkan kadar selulosa hanya 5,77% dan hemiselulosa substrat sebesar 14,11%. Isolat jamur terbaik berikutnya adalah *Corioloopsis polyzona* mampu menurunkan kadar lignin 33,65%, selulosa (7,16%) dan hemiselulosa (5,52%) sedangkan isolat ketiga terbaik adalah *Lentinus torulosus* mampu menurunkan kadar lignin 27,65%, kadar selulosa hanya turun 5,37% (peringkat ke-5) dan kadar hemiselulosa menurun 12,97% (peringkat ke-4).



## B. TAHAP II. Uji kualitas dan pencernaan secara *in vitro* substrat hasil fermentasi

Pada tahap II menggunakan tiga isolat jamur pelapuk putih hasil seleksi dari tahap pertama yaitu : *Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona* dan *Lentinus torulosus* di inokulasi pada substrat jerami padi dengan tiga level (5; 7,5 dan 10%) masa inkubasi 15 dan 30 hari. Percobaan dilakukan untuk menjawab hipotesis kedua yaitu bagaimana pengaruh hasil fermentasi yang menggunakan isolat jamur lignolitik pada level dan lama inkubasi tertentu terhadap kualitas dan pencernaan *in vitro* substrat jerami padi.

### **Analisis kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa menggunakan metode Van Soest (1976) pada substrat jerami padi dengan level dan lama inkubasi yang berbeda**

Rerata hasil analisis *van Soest* terhadap kadar lignin, selulosa dan hemiselulosa substrat jerami padi yang telah difermentasi oleh tiga isolat jamur pelapuk putih pada level dan lama inkubasi yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 3. Pada penelitian ini terlihat bahwa semakin lama masa inkubasi semakin rendah kadar lignin substrat jerami padi, pada tabel juga terlihat ke tiga isolat jamur yang digunakan mampu menurunkan kadar lignin substrat dengan masa inkubasi 15 dan 30 hari. Pada masa inkubasi 15 hari kadar lignin terendah pada inokulasi *Coprinus comatus* 7,5%, tetapi pada masa inkubasi 30 hari kadar lignin terendah pada perlakuan *C.comatus* level 10%.





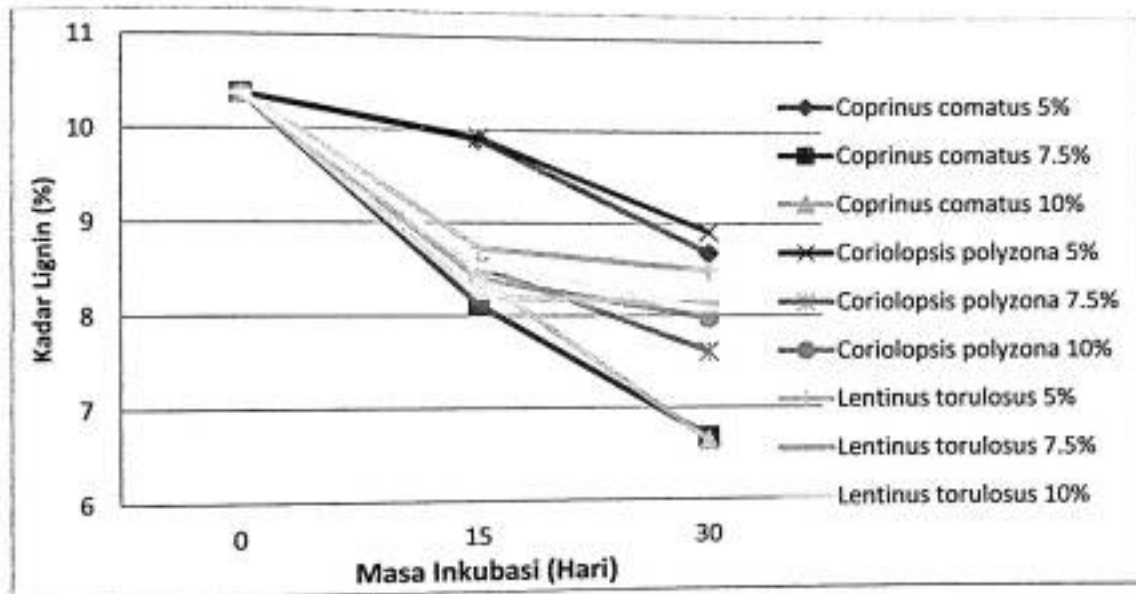
Tingkat penurunan kadar lignin selama penelitian sebesar 36,03%, hal ini menunjukkan bahwa isolat jamur *C.comatus* yang terbaik dalam mendegradasi lignin substrat jerami padi. Pertumbuhan jamur pelapuk putih dan kemampuan mendegradasi dari jamur tersebut dipengaruhi oleh ketersediaan nutrient, derajat keasaman medium (pH) dan suhu medium. Menurut Fadilah (2008) jika pada substrat masih tersedia kandungan nutrisi yang cukup maka laju degradasi lignin masih meningkat.

Tabel 3. Rerata hasil analisis lignin, selulosa dan hemiselulosa pada substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Isolat	Level (%)	Inkubasi (hari)	Lignin (%)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)
Kontrol	0		10,38	40,73	24,18
<i>Coprinus comatus</i>	5	15	9,90	39,87	21,88
		30	8,68	38,74	22,72
	7,5	15	8,12	39,11	18,97
		30	6,68	39,50	20,77
	10	15	8,41	40,65	10,41
		30	6,64	38,64	24,10
<i>Coriolopsis polyzona</i>	5	15	9,92	33,75	17,54
		30	8,91	33,44	13,15
	7,5	15	8,53	37,28	10,95
		30	7,61	31,14	11,32
	10	15	8,40	38,25	10,41
		30	7,98	33,99	16,98
<i>Lentinus Torulosus</i>	5	15	8,73	31,94	9,17
		30	8,49	26,47	16,50
	7,5	15	8,21	32,75	9,65
		30	8,13	27,90	17,56
	10	15	8,54	34,84	9,65
		30	8,07	28,49	16,98



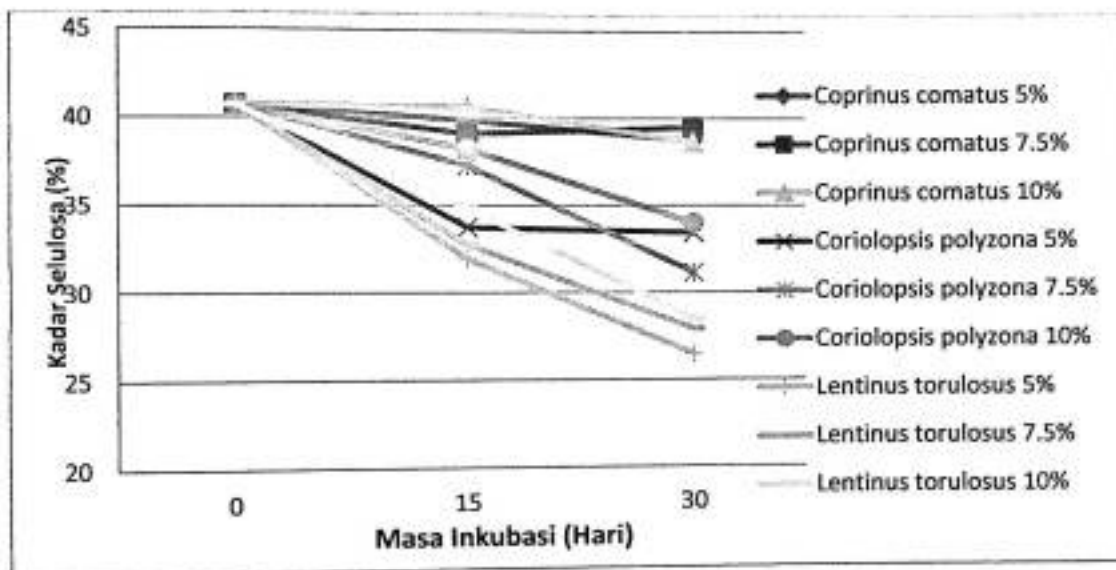
Data hasil pengamatan kadar lignin dianalisis dengan uji statistik disajikan pada Lampiran 9. Analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan lignin jerami padi. Hasil uji kontras pada ketiga jenis isolat jamur yang digunakan dalam fermentasi jerami padi mempunyai kadar lignin lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Penurunan kadar lignin pada substrat jerami padi dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20. Kadar lignin hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Uji lebih lanjut menunjukkan bahwa kadar lignin jerami padi yang diinokulasi isolat A (*Coprinus comatus*) lebih rendah dibandingkan dengan isolat B (*Coriolopsis polyzona*) dan C (*Lentinus torulosus*), pengaruh yang

signifikan juga terlihat pada isolat A (*C.comatus*), yang diinkubasi selama 15 dan 30 hari, ini terlihat dari nilai F hitung > F tabel. Sedangkan level pemberian pada isolat *C.comatus* 7,5 Vs 10% tidak berbeda ( $P>0,05$ ), hal ini menunjukkan bahwa kadar lignin substrat jerami padi pada inokulasi isolat A sama antara level 7,5 dan 10% tetapi kadar ligninnya berbeda terhadap lama fermentasi. Uji kontras antara isolat, level dan masa inkubasi dapat dilihat pada Lampiran 11.



Gambar 21. Kadar selulosa hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Pada Gambar 21. hasil analisis kadar selulosa substrat jerami padi hasil fermentasi mengalami penurunan pada setiap isolat dengan semakin lamanya masa inkubasi, kecuali pada isolat jamur *C.comatus* 7,5% kadar selulosanya mengalami kenaikan pada masa inkubasi 30 hari. Semakin lama

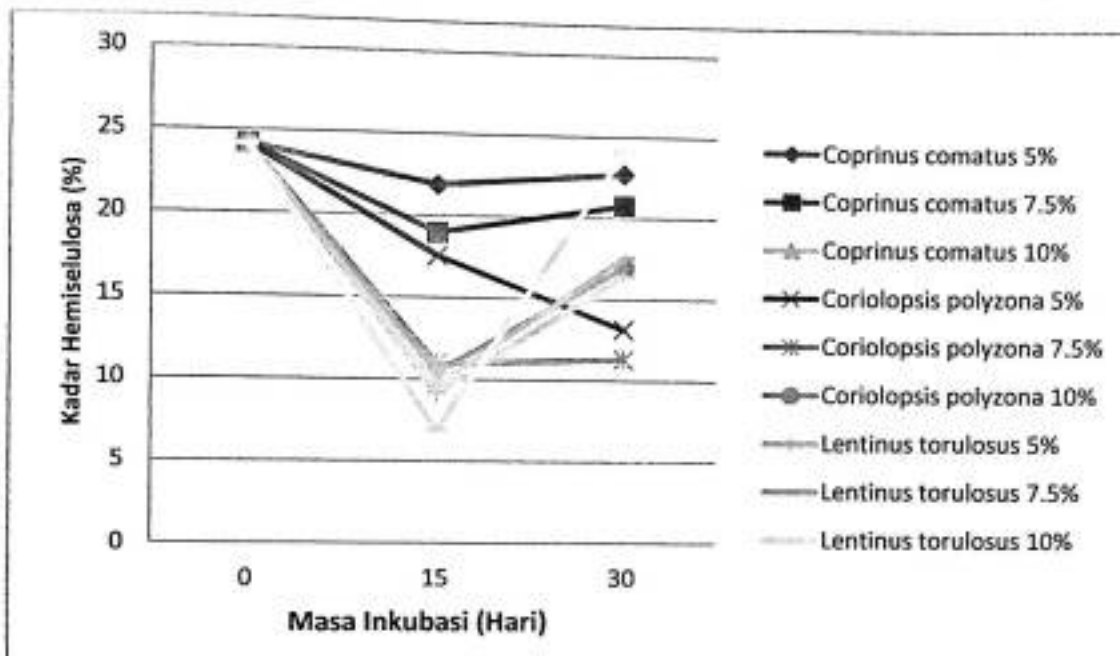


masa inkubasi maka kandungan selulosa substrat semakin menurun pada berbagai level pemberian. Hal tersebut disebabkan karena jamur menguraikan selulosa menjadi zat yang lebih sederhana untuk dipergunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya, sehingga jika dilakukan penambahan nutrisi merupakan faktor yang memperkecil degradasi selulosa oleh jamur. Menurut Fadilah (2008) Penambahan nutrisi akan meningkatkan laju degradasi lignin, meningkatkan pertumbuhan jamur serta menurunkan laju degradasi selulosa.

Isolat yang mendegradasi selulosa terbesar adalah jamur *L.torulosis* pada level pemberian 5% sedangkan isolat yang paling sedikit mendegradasi selulosa adalah jamur *C.comatus* dengan level pemberian 10% yang menurunkan kadar selulosa hanya sebesar 0,19%. Pada penelitian ini tingkat degradasi selulosa mencapai 35,01%. Dari hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara perlakuan terhadap kadar selulosa jerami padi. Pada uji kontras, kadar selulosa perlakuan yang tidak diinokulasi isolat jamur pelapuk putih (kontrol) berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) jika dibandingkan dengan perlakuan yang diinokulasi oleh ke tiga isolat jamur yaitu : *Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona* dan *Lentinus torulosus* (kontrol Vs A,B,C), perbedaan yang sangat nyata juga terjadi pada ke tiga isolat jamur yang digunakan (A Vs B, B Vs C dan A Vs C), hasil ini menunjukkan bahwa jerami padi yang



inokulasi dengan isolat jamur *C.comatus* yang paling sedikit mendegradasi selulosa, sedangkan dari uji lanjutan pada isolat A pemberian level yang berbeda tidak berpengaruh terhadap kadar selulosa, tetapi perbedaan yang nyata ( $P<0,05$ ) terjadi pada masa inkubasi 15 dan 30 hari (Lampiran 13).



Gambar 22. Kadar hemiselulosa hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Grafik pada Gambar 22. menunjukkan kadar hemiselulosa substrat jerami padi hasil fermentasi semua perlakuan menurun pada masa inkubasi 15 hari tetapi pada masa inkubasi 30 hari kadar hemiselulosanya meningkat, walaupun tidak sama dengan kadar hemiselulosa perlakuan yang tidak diinokulasi isolat jamur (kontrol). Peningkatan kadar hemiselulosa tidak terjadi pada perlakuan *Corioloopsis polyzona* 5%, dimana kadar



hemiselulosanya menurun terus sampai masa inkubasi 30 hari. Peningkatan kandungan hemiselulosa dari inkubasi 15 ke 30 hari, diduga disebabkan pada awal pertumbuhan atau masa adaptasi isolat jamur menggunakan hemiselulosa sebagai sumber energinya, tetapi masa inkubasi 30 hari ketika jamur sudah masuk pada fase pertumbuhan kadar hemiselulosa meningkat sejalan dengan kemampuan isolat dalam mendegradasi lignin dan selulosa menjadi gula-gula sederhana yang membatasi produksi sebagian besar enzim-enzim pendegradasi hemiselulosa oleh jamur pelapuk putih. Selulosa diduga menjadi sumber karbon penting untuk mendorong terbentuknya enzim-enzim pendegradasi hemiselulosa oleh jamur. (Kirk dan Cowling 1984). Pada Gambar 22. terlihat bahwa penurunan kadar hemiselulosa terbesar oleh isolat *L.torulosis* 5% dengan masa inkubasi 15 hari mencapai 62,07%, sedangkan tingkat degradasi terendah pada masa inkubasi 30 hari oleh isolat jamur *C.comatus*, kadar hemiselulosanya hanya berkurang sebesar 0,33% dari kontrol.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar hemiselulosa substrat jerami padi. Pada uji kontras terlihat bahwa perlakuan yang tidak di inokulasi jamur pelapuk putih (kontrol) berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) hemiselulosanya dibanding dengan jerami padi yang diinokulasi isolat jamur pelapuk putih (Kontrol Vs A,B, C), sedangkan uji lebih lanjut diantara isolat yang digunakan tidak berpengaruh



nyata ( $P > 0,05$ ) antara isolat B Vs C, tetapi kadar hemiselulosa substrat jerami padi berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) pada inokulasi isolat A Vs B dan A Vs C. Pada Lampiran 15. Tabel sidik ragam terlihat bahwa penambahan isolat jamur pada level 5; 7,5 dan 10% (w/w) berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kadar hemiselulosa substrat, demikian halnya dengan lama inkubasi 15 dan 30 hari berbeda sangat nyata. Hal ini menunjukkan bahwa inokulasi menggunakan isolat jamur A (*C.comatus*) adalah yang terbaik atau tingkat degradasinya paling rendah diantara kedua isolat lainnya, dengan level pemberian 10% dan masa inkubasi 30 hari. Dari hasil uji tersebut tampak bahwa perbedaaan kadar hemiselulosa antara perlakuan merupakan cerminan dari kemampuan masing-masing isolat dalam mendegradasi hemiselulosa substrat jerami padi.

**Analisis proksimat (protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan BETN) menurut AOAC (1990) substrat jerami padi pada level dan lama inkubasi yang berbeda.**

Parameter yang diukur pada tahap ini adalah protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan BETN. Pengaruh inokulasi isolat jamur pelapuk putih pada level (5; 7,5 dan 10%) dengan lama inkubasi 15 dan 30 hari dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis kandungan protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 23, 24, 25 dan 26.



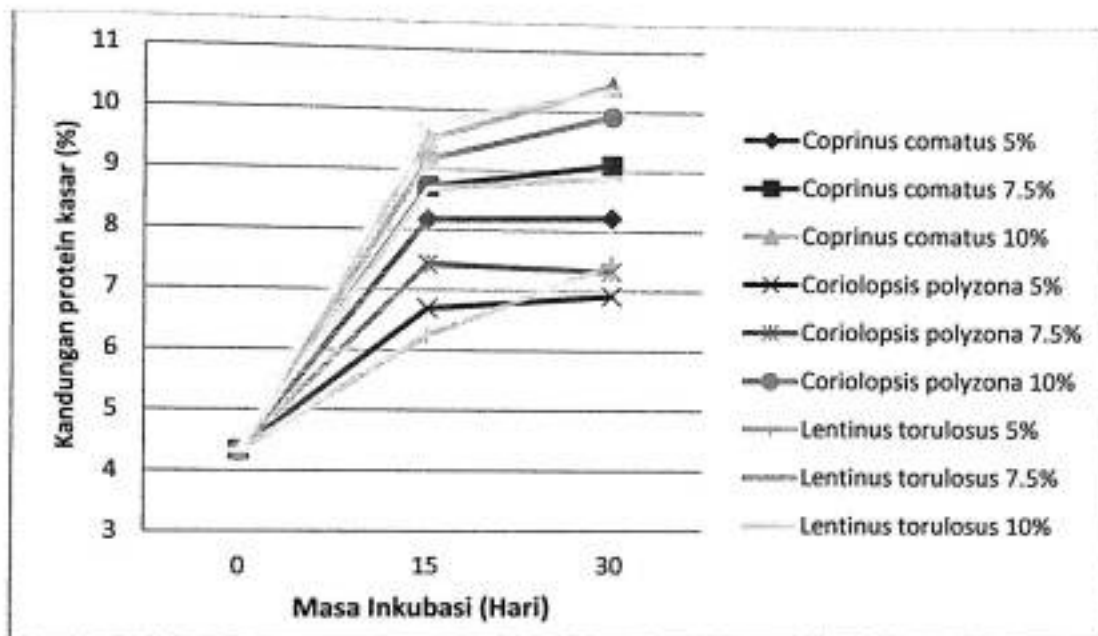
Tabel 4. Rerata hasil analisis proksimat (protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN) substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Isolat	Level (%)	Inkubasi (hari)	PK (%)	LK (%)	SK (%)	BETN (%)
Kontrol	0	0	4,33	2,44	28,78	42,79
<i>Coprinus comatus</i>	5	15	8,18	1,54	22,75	47,47
		30	8,22	1,48	20,87	48,18
	7,5	15	8,72	1,05	18,73	54,26
		30	9,11	0,99	18,59	52,26
	10	15	9,51	0,81	18,42	61,36
		30	10,44	0,89	16,60	61,79
<i>Coriolopsis polyzona</i>	5	15	6,70	1,42	25,12	45,07
		30	6,92	0,99	25,22	46,46
	7,5	15	7,43	0,64	23,34	49,37
		30	7,33	0,55	23,17	50,18
	10	15	9,17	0,51	17,21	60,77
		30	9,92	0,43	17,05	61,33
<i>Lentinus torulosus</i>	5	15	6,25	1,16	25,72	45,56
		30	7,44	0,93	22,92	49,24
	7,5	15	8,69	0,97	21,91	50,33
		30	8,90	0,76	21,07	51,25
	10	15	9,76	0,69	21,59	57,55
		30	10,36	0,63	18,75	59,62

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan BETN substrat jerami padi hasil fermentasi. Pada uji kontras menghasilkan jerami padi yang diinokulasi jamur pelapuk putih mengandung protein kasar lebih tinggi jika dibandingkan dengan jerami padi yang tidak difermentasi (kontrol Vs A, B, C). Pada kandungan protein kasar terdapat



perbedaan yang sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara isolat *Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona* dan *Lentinus torulosus*, tetapi pada kandungan lemak kasar, serat kasar dan BETN tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara isolat *C.polyzona* Vs *L.torulosis* (B Vs C). Hasil ini dapat dilihat pada Lampiran 17, 19, 21 dan 23.



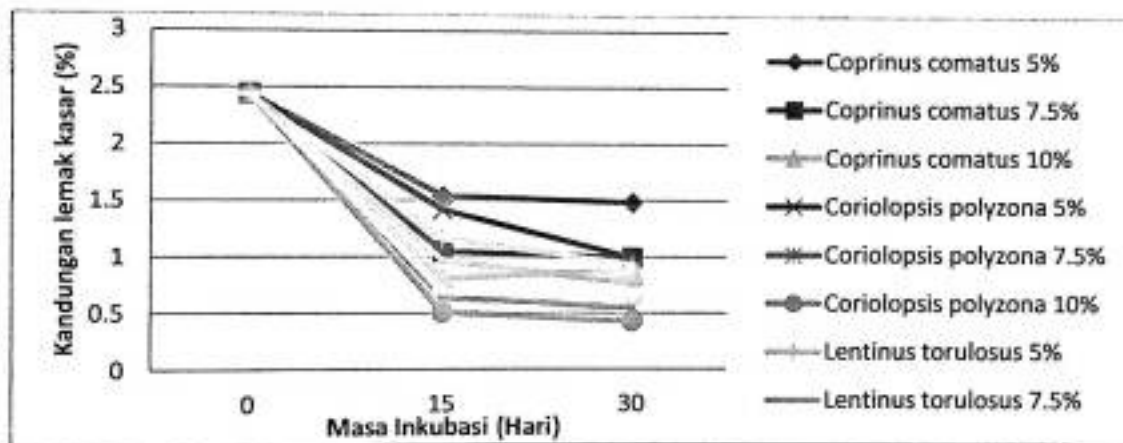
Gambar 23. Kandungan protein kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5, 7.5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Pada Tabel 4. terlihat bahwa penambahan isolat jamur pelapuk putih dapat meningkatkan kandungan protein kasar substrat jerami padi, dengan semakin meningkatnya level pemberian. Kandungan protein kasar hasil fermentasi berbeda sangat nyata ( $P < 0,01$ ) antara ke tiga isolat jamur, pengaruh isolat yang tertinggi merupakan inokulasi jamur kelompok



*C.comatus* mampu meningkatkan kandungan protein kasar substrat jerami padi sebesar 58,52%, disusul oleh kelompok *L.torulosis* (58,20%), dan *C.polyzona* (56,35%).

Hasil uji kontras menunjukkan bahwa inokulasi *C.comatus* 10% masa inkubasi 30 hari adalah perlakuan yang tertinggi kandungan proteinnya, ini dapat terlihat jelas pada Gambar 23. Dari grafik juga terlihat bahwa semakin lama masa inkubasi maka semakin tinggi kandungan protein kasar substrat jerami padi, diduga disebabkan oleh kandungan protein dari jamur yang tumbuh pada substrat ikut teranalisis. Peningkatan kandungan protein kasar pada percobaan ini antara 30,72 sampai 58,52%.



Gambar 24. Kandungan lemak kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan lemak kasar substrat jerami padi. uji kontras yang dilakukan (Lampiran 19), menunjukkan bahwa jerami padi

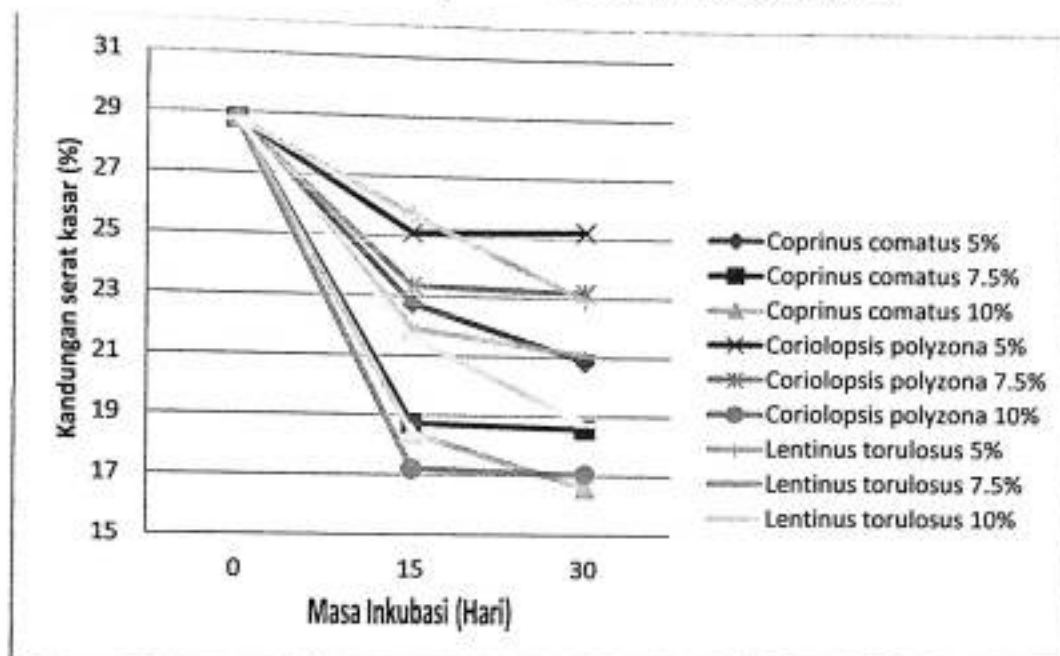


hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih mengandung lemak kasar lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol (Kontrol Vs A,B,C). Perlakuan A berbeda sangat nyata dengan isolat B dan C, tetapi antara isolat B Vs C tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan ( $P>0,05$ ), uji lebih jauh pada jerami padi yang diinokulasi oleh isolat jamur A (*C.comatus*) menunjukkan bahwa level pemberian antara 7,5 dan 10% tidak berbeda kandungan lemak kasarnya, tetapi lebih rendah dibandingkan dengan level 5%, sedangkan jerami padi pada masa inkubasi 15 hari lebih tinggi kandungan lemak kasarnya dibandingkan inkubasi 30 hari.

Pada Gambar 24. terlihat bahwa semakin lama masa inkubasi maka semakin rendah kandungan lemak kasar substrat kecuali pada perlakuan *C.comatus* 10% terjadi peningkatan kandungan lemak kasar dari inkubasi 15 ke 30 hari sebesar 8,99%. Pada semua perlakuan kandungan lemak kasar mengalami penurunan dari kontrol antara 36,88 sampai 82,37%. Hal ini menunjukkan bahwa proses fermentasi oleh jamur pelapuk putih menggunakan lemak kasar dalam proses pertumbuhannya, dengan kata lain isolat jamur pelapuk putih mempunyai kemampuan untuk mencerna lemak kasar. Rarumangkay (2002) menyatakan bahwa dalam proses fermentasi terjadi reaksi oksidasi-reduksi didalam sintesa biologi, yang menghasilkan energi sebagai donor dan akseptor elektron. Senyawa organik yang digunakan yaitu karbohidrat dalam bentuk glukosa. Berkurangnya kandungan



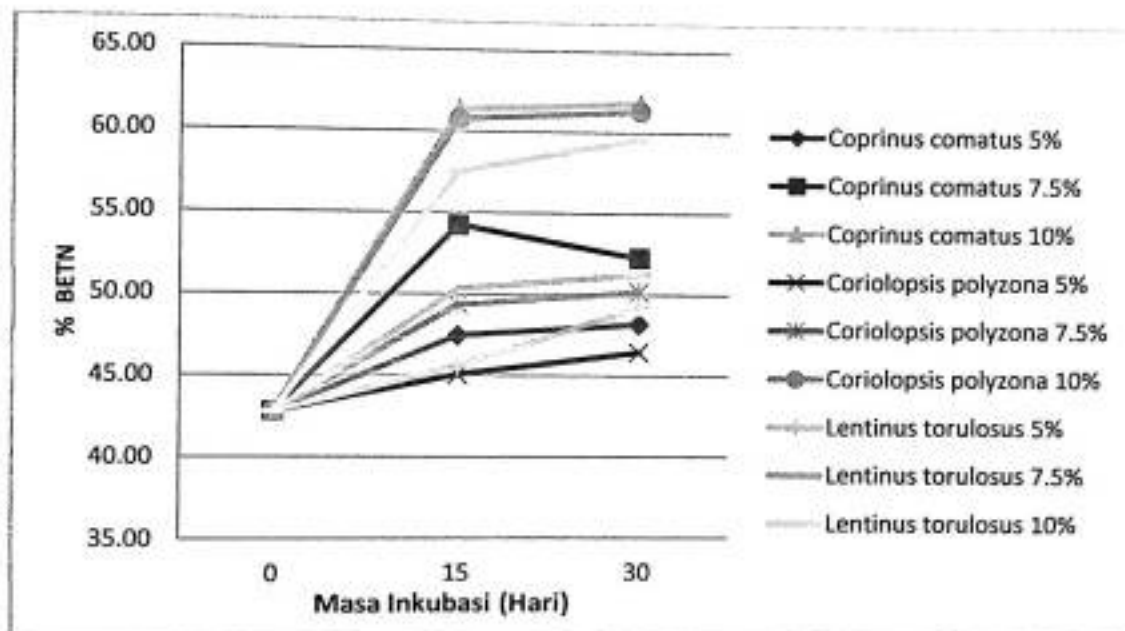
lemak kasar pada penelitian ini, diduga akibat proses perubahan kimiawi yang menggunakan lemak kasar menjadi glukosa untuk selanjutnya akan diubah oleh reaksi reduksi dengan katalis enzim menjadi asam.



Gambar 25. Kandungan serat kasar hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Pada Gambar 25. terlihat bahwa kandungan serat kasar substrat hasil fermentasi mengalami penurunan dengan semakin lamanya masa inkubasi. Terjadinya penurunan kandungan serat kasar secara signifikan mengindikasikan bahwa isolat jamur pelapuk putih mampu untuk mengurai serat kasar menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mudah larut. Penurunan ini sangat menguntungkan dari segi nutrisi karena serat makanan adalah bahan dalam pangan/pakan asal tanaman yang tahan terhadap

penguraian oleh enzim dalam saluran pencernaan dan karenanya tidak diabsorpsi (Gaman dan Sherrington, 1992). Kandungan serat kasar jerami padi yang terendah pada inokulasi menggunakan isolat jamur *C.comatus* 10% yang menurun sebesar 42,32% pada masa inkubasi 30 hari. Hasil ini sejalan dengan Anggorodi (1994) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kandungan protein bahan pakan maka semakin rendah serat kasarnya.



Gambar 26. Kandungan BETN hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih pada media substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Analisis ragam (Lampiran 27) terlihat bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ( $P < 0,01$ ) terhadap kandungan BETN substrat hasil fermentasi, tetapi pada uji kontras terhadap jerami padi yang diinokulasi isolat A tidak



ada perbedaan antara masa inkubasi 15 dan 30 hari. Pada Gambar 26. terlihat jerami padi yang diinokulasi dengan isolat *C.comatus* 10% adalah yang tertinggi. Peningkatan kadar BETN jerami padi yang dihasilkan dalam penelitian ini antara 5,06 sampai 30,75% dari kontrol, ini menunjukkan bahwa serat kasar perlakuan jerami padi yang diinokulasi isolat jamur A (*C.comatus*) 10% lebih rendah dibandingkan perlakuan lainnya, karena dalam analisis proksimat terbagi menjadi komponen yaitu serat kasar dan BETN. BETN mudah larut dan mempunyai daya cerna yang tinggi (Tillman, dkk. 1998).

**Analisis kecernaan bahan kering dan bahan organik menurut Goto Minson (1977) pada substrat jerami padi dengan level dan lama inkubasi yang berbeda.**

Rerata kecernaan bahan kering dan bahan organik substrat jerami padi hasil fermentasi oleh isolat jamur pelapuk putih dengan level (5; 7,5, 10%) pada masa inkubasi (15 dan 30 hari) dapat dilihat pada Table 5. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa inokulasi jamur pelapuk putih berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering dan bahan organik substrat jerami padi (Lampiran 25 dan 27). Uji kontras yang dilakukan menunjukkan bahwa jerami padi yang di fermentasi oleh tiga isolat jamur pelapuk putih lebih tinggi kecernaannya daripada kecernaan bahan kering jerami padi yang tidak difermentasi (Kontrol Vs A,B,C).

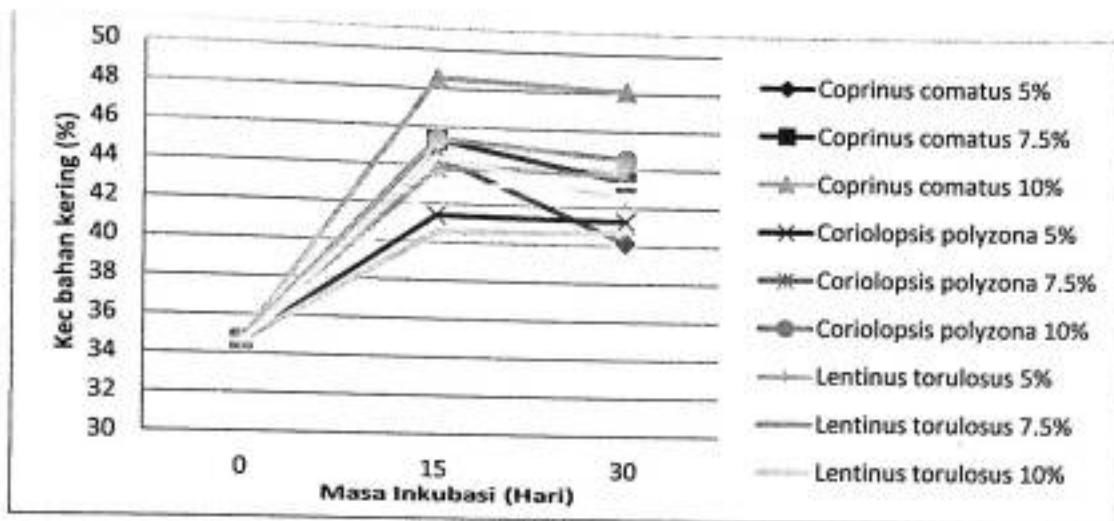


Tabel 5. Rerata pencernaan bahan kering dan bahan organik pada substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Isolat	Level	Inkubasi	KCBK	KCBO
			(%)	
Kontrol	0	0	34,67	32,71
<i>Coprinus comatus</i>	5	15	44,41	38,63
		30	40,17	38,85
	7,5	15	45,35	42,79
		30	43,39	43,33
	10	15	48,56	44,08
		30	48,09	43,68
<i>Coriolopsis polyzona</i>	5	15	41,41	40,87
		30	41,28	40,51
	7,5	15	43,87	40,30
		30	43,72	41,81
	10	15	45,39	41,67
		30	44,55	40,05
<i>Lentinus torulosus</i>	5	15	44,42	41,01
		30	42,48	40,20
	7,5	15	40,53	38,22
		30	40,73	40,81
	10	15	42,90	40,79
		30	43,24	40,83

Perbedaan yang nyata juga dihasilkan pada isolat A Vs B dan A Vs C tetapi antara isolat B dan C tidak ada perbedaan yang signifikan. Pengujian lebih lanjut pada isolat A yaitu *C.comatus* (Lampiran 25) menunjukkan pemberian level 5 dan 7,5% tidak berbeda pengaruhnya, tetapi pemberian level 10% lebih tinggi pencernaan bahan keringnya dibandingkan dengan level 5 dan 7,5%. Walaupun pada Gambar 27. terlihat bahwa semakin lama masa inkubasi maka semakin menurun pencernaan bahan kering jerami padi hasil

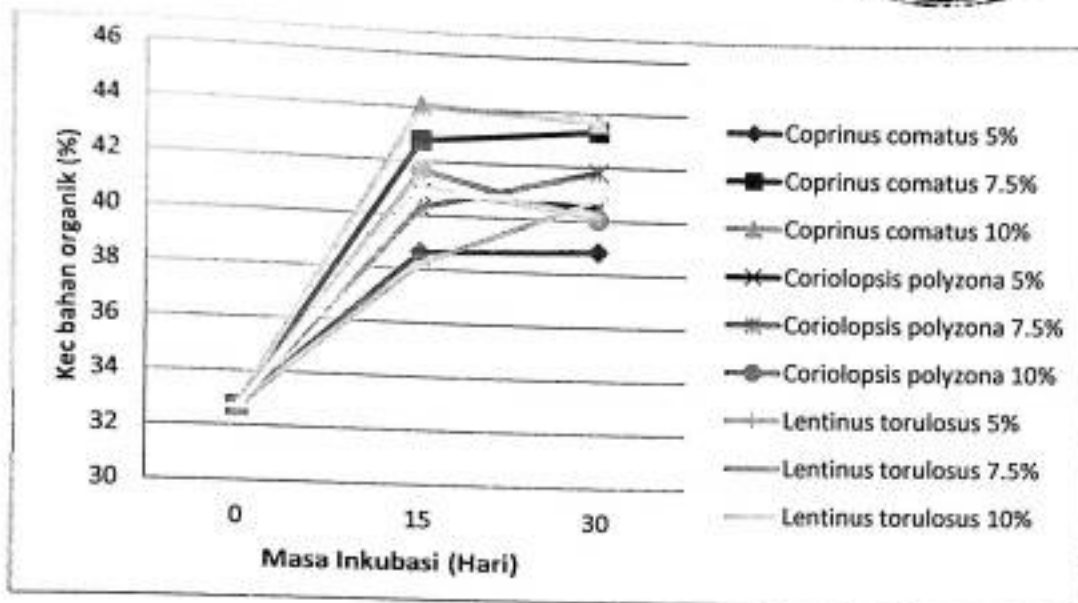
fermentasi, tetapi dari hasil uji kontras menunjukkan bahwa lama inkubasi 15 dan 30 hari tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap kecernaan bahan kering substrat.



Gambar 27. Kecernaan bahan kering substrat jerami padi hasil fermentasi tiga isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Pada penelitian ini isolat jamur *C.comatus* dengan level pemberian 10% mampu meningkatkan kecernaan bahan kering jerami padi menjadi 48,56%, persentase kenaikan sebesar 28,60% dari perlakuan kontrol yang mempunyai kecernaan bahan kering hanya 34,67%. Hasil ini disebabkan karena perlakuan tersebut mengandung kadar lignin dan serat kasar yang rendah, kadar hemiselulosa, protein kasar dan BETN yang tinggi, menyebabkan tingginya nilai kecernaan bahan kering substrat yang diinokulasi oleh isolat jamur *C.comatus* dengan level pemberian 10%.





Gambar 28. Kecernaan bahan organik substrat jerami padi hasil fermentasi 3 isolat jamur pelapuk putih dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Berdasarkan hasil analisis ragam (Lampiran 27) bahwa perlakuan berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap kecernaan bahan organik, sedangkan uji kontras yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan yang tidak diinokulasi jamur pelapuk putih lebih rendah kecernaan bahan organiknya dibandingkan dengan perlakuan yang diinokulasi isolat jamur (Kontrol Vs A,B,C), tetapi tidak ada perbedaan kecernaan bahan organik antara *C. polyzona* dan *L. torulosus*.

Pada Gambar 28. terlihat bahwa kecernaan bahan organik tertinggi pada inokulasi *C. comatus* 10% (44,08%) masa inkubasi 15 hari mampu meningkatkan kecernaan bahan organik sebesar 25,79% dari kontrol. Hasil uji lanjutan pada isolat A antara masa inkubasi tidak menunjukkan pengaruh



yang berbeda ( $P > 0,05$ ) antara 15 dan 30 hari. Inokulasi jamur pelapuk putih pada substrat jerami padi level 5; 7,5 dan 10% dengan masa inkubasi 15 dan 30 hari dapat meningkatkan pencernaan bahan organik secara *in vitro* antara 38,22 sampai 44,08% dari pencernaan awal hanya 32,71%. Peningkatan ini termasuk rendah dibandingkan dengan penelitian Yulistiani *et al.* (2000) yang menambahkan urea pada jerami padi, dapat meningkatkan pencernaan bahan organik antara 43-56%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa inokulasi jamur pelapuk putih dapat meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik sehingga menghasilkan jerami padi yang berkualitas, dengan kata lain teknologi fermentasi yang memanfaatkan mikrobial dapat merubah pakan berkualitas rendah, menjadi suatu produk bahan yang lebih berkualitas. Tetapi peningkatan pencernaan bahan kering dan bahan organik pada penelitian ini belum mampu untuk memenuhi kebutuhan hidup ternak ruminansia, karena menurut Soejono dkk (1987) untuk hidup pokok ternak ruminansia membutuhkan pencernaan 50-55%.

Berdasarkan Tabel 6, diperoleh isolat yang dapat meningkatkan kualitas dan pencernaan jerami padi adalah *Coprinus comatus* 10% dengan lama inkubasi 30 hari karena mampu mendegradasi lignin sebesar 36,03%, rendah daya degradasinya terhadap selulosa (5,13%) dan hemiselulosa (0,33%), peningkatan protein kasar tertinggi 58,51%, persentase penurunan



serat kasarnya paling rendah 42,34% dan peningkatan kecernaan peringat ke dua tertinggi. Oleh karena itu perlakuan ini yang dipilih untuk diterapkan pada tahap selanjutnya.

Tabel 6. Hasil analisis uji kualitas dan kecernaan pada jerami padi hasil fermentasi oleh tiga Isolat Jamur Pelapuk Putih (*Coprinus comatus*, *Corioloopsis polyzona* dan *Lentinus torulosus*)

Isolat Jamur	Lignin	Selulosa	Hemi-selulosa	Protein Kasar	Lemak Kasar	Serat Kasar	BETN	Kec BK	Kec BO
	-%-								
A1a	↓ 4,62	↓ 2,11	↓ 9,51	↑ 47,04	↓ 36,89	↓ 20,94	↑ 9,861	↑ 21,94	↑ 15,31
A1b	↓ 16,38	↓ 4,89	↓ 6,04	↑ 47,34	↓ 39,21	↓ 27,50	↑ 11,18	↑ 13,70	↑ 15,80
A2a	↓ 21,77	↓ 3,98	↓ 21,55	↑ 50,34	↓ 57,10	↓ 34,93	↑ 21,13	↑ 23,55	↑ 23,55
A2b	↓ 35,65	↓ 3,02	↓ 14,10	↑ 52,47	↓ 59,29	↓ 35,41	↑ 18,12	↑ 20,09	↑ 24,58
A3a	↓ 18,95	↓ 0,20	↓ 56,95	↑ 54,45	↓ 66,89	↓ 36,01	↑ 30,26	↑ 28,60	↑ 25,79
A3b	↓ 36,03	↓ 5,13	↓ 0,33	↑ 58,51	↓ 63,66	↓ 42,34	↑ 30,75	↑ 27,90	↑ 25,12
B1a	↓ 4,43	↓ 17,14	↓ 27,46	↑ 35,34	↓ 41,94	↓ 12,71	↑ 5,05	↑ 16,28	↑ 19,97
B1b	↓ 14,16	↓ 17,90	↓ 45,62	↑ 37,43	↓ 59,43	↓ 12,36	↑ 7,896	↑ 16,01	↑ 19,25
B2a	↓ 17,82	↓ 8,47	↓ 54,71	↑ 41,75	↓ 73,91	↓ 18,92	↑ 13,32	↑ 20,97	↑ 18,83
B2b	↓ 26,69	↓ 23,55	↓ 53,18	↑ 40,90	↓ 77,46	↓ 19,48	↑ 14,72	↑ 20,70	↑ 21,77
B3a	↓ 19,08	↓ 6,09	↓ 56,95	↑ 52,78	↓ 79,21	↓ 40,20	↑ 29,58	↑ 23,62	↑ 21,51
B3b	↓ 23,12	↓ 16,55	↓ 29,78	↑ 56,35	↓ 82,51	↓ 40,76	↑ 30,23	↑ 22,18	↑ 18,33
C1a	↓ 15,90	↓ 21,58	↓ 62,08	↑ 30,72	↓ 52,54	↓ 10,62	↑ 6,076	↑ 21,94	↑ 20,23
C1b	↓ 18,21	↓ 35,01	↓ 31,76	↑ 41,83	↓ 61,73	↓ 20,36	↑ 13,1	↑ 18,38	↑ 18,63
C2a	↓ 20,91	↓ 19,59	↓ 60,09	↑ 50,15	↓ 60,37	↓ 23,88	↑ 14,98	↑ 14,45	↑ 14,42
C2b	↓ 21,68	↓ 31,50	↓ 27,38	↑ 51,35	↓ 68,80	↓ 26,77	↑ 16,51	↑ 14,89	↑ 19,85
C3a	↓ 17,73	↓ 14,46	↓ 71,38	↑ 55,62	↓ 71,72	↓ 24,98	↑ 25,64	↑ 19,18	↑ 19,80
C3b	↓ 22,25	↓ 30,05	↓ 29,78	↑ 58,28	↓ 74,25	↓ 34,85	↑ 28,23	↑ 19,62	↑ 19,89

Keterangan : Superskrip menunjukkan persentase (%) peningkatan/penurunan dari nilai kontrol.

↑ = Peningkatan

↓ = Penurunan

■ = Peningkatan/penurunan tertinggi

A1a *Coprinus comatus* 5% inkubasi 15 hari  
 A1b *Coprinus comatus* 5% inkubasi 30 hari  
 A2a *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 15 hari  
 A2b *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 30 hari  
 A3a *Coprinus comatus* 10% inkubasi 15 hari  
 A3b *Coprinus comatus* 10% inkubasi 30 hari  
 B1a *Corioloopsis polyzona* 5% inkubasi 15 hari  
 B1b *Corioloopsis polyzona* 5% inkubasi 30 hari  
 B2a *Corioloopsis polyzona* 7,5% inkubasi 15 hari

B2b *Corioloopsis polyzona* 7,5% inkubasi 30 hari  
 B3a *Corioloopsis polyzona* 10% inkubasi 15 hari  
 B3b *Corioloopsis polyzona* 10% inkubasi 30 hari  
 C1a *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 15 hari  
 C1b *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 30 hari  
 C2a *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 15 hari  
 C2b *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 30 hari  
 C3a *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 15 hari  
 C3b *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 30 hari



### C. TAHAP III. Pengujian jerami padi hasil fermentasi isolat jamur pelapuk putih secara *in vivo*

Parameter yang diukur pada tahap ini adalah konsumsi, pencernaan dan efisiensi penggunaan ransum yang dijadikan gambaran untuk menjawab hipotesis penelitian yang ke tiga yaitu manpuakah Jerami padi fermentasi (JPF) oleh isolat jamur pelapuk putih pada level dan masa inkubasi terbaik (hasil penelitian tahap II) mensubtitusi rumput gajah (*Pennisetum purpureum*) pada ternak kambing. Rerata konsumsi, pencernaan dan efisiensi penggunaan ransum R1 (rumput gajah 100%), R2 (70% rumput gajah + 30% JPF), R3 (30% rumput gajah + 70% JPF) dan R4 (100% JPF) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rerata pengaruh perlakuan terhadap konsumsi, pencernaan dan efisiensi penggunaan ransum pada ternak kambing.

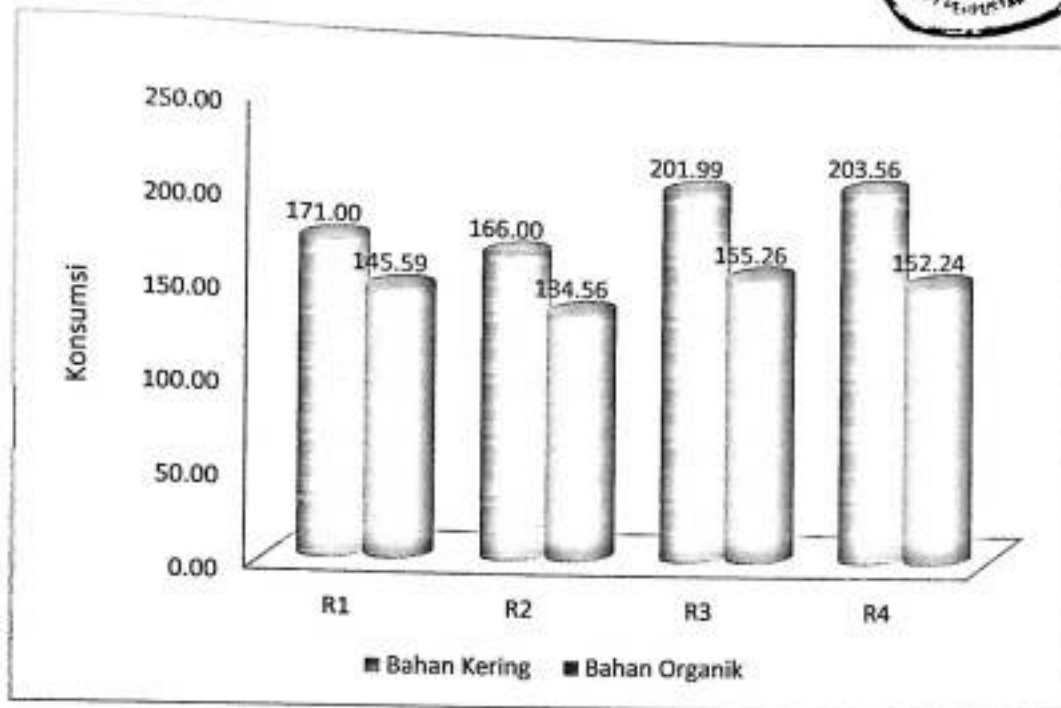
Parameter	Ransum Perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
<b>Konsumsi (g/ hari)</b>				
Bahan kering	171,00	166,00	201,99	203,56
Bahan organik	145,59	134,56	155,26	152,24
<b>Kecernaan (%)</b>				
Bahan kering	42,82	45,74	49,02	46,46
Bahan organik	46,77	46,97	47,53	43,26
<b>PBBH (g/ekor/hari)</b>	23,94	27,78	26,11	22,22
<b>Efisiensi Penggunaan Rasum</b>	0,140	0,167	0,129	0,109



### Pengaruh ransum perlakuan terhadap Konsumsi bahan kering dan bahan organik ternak kambing.

Jumlah konsumsi dapat dihitung dengan mengukur jumlah makanan yang diberikan dengan jumlah yang tersisa. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa empat jenis ransum yang digunakan pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap konsumsi bahan kering dan konsumsi bahan organik ternak kambing. Konsumsi merupakan tolak ukur dalam menilai palatabilitas suatu bahan pakan, sehingga jika tingkat konsumsi tinggi maka bahan pakan tersebut mempunyai palatabilitas yang juga tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa palatabilitas rumput gajah sama dengan jerami padi yang telah difermentasi dengan inokulan jamur pelapuk putih kelompok *Coprinus comatus*.

Pada Tabel 7, nilai konsumsi umumnya dibawah 300 g/hari. Nilai ini lebih rendah jika dibandingkan kemampuan mengkonsumsi bahan kering ransum dengan bobot badan kambing penelitian. Menurut Siregar (1994) kemampuan kambing mengkonsumsi bahan kering  $89$  sampai dengan  $104,9/(W^{0,75})$ , sehingga dengan melihat persentase bahan kering rumput gajah yang digunakan (23,38%), maka kambing penelitian yang terkecil mampu mengkonsumsi rumput gajah 117,01 g/hari, sedangkan jerami padi fermentasi dengan bahan kering (69,02%) mampu di konsumsi 345,43 g/hari.



Gambar 29. Konsumsi bahan kering dan bahan organik ransum perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%).

Pada penelitian ini analisis ragam menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara perlakuan (R1, R2, R3, R4) dan antara kelompok (1, 2, 3) sehingga tidak dilanjutkan dengan uji Duncan. Pada Gambar 29. terlihat bahwa konsumsi pada percobaan ini berkisar antara 166,00 sampai 203,56 g/ekor/hari, nilai tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan Krisnan, R (2008) konsumsi antara 529,0 sampai 547,9 g/ekor/hari yang menggunakan pakan mengandung probion, mikroba rumen kerbau dan suplemen katalitik. Konsumsi bahan kering mempunyai kecenderungan lebih tinggi pada ransum R4 (100% jerami padi fermentasi)



yaitu 203,56 g/hari dan konsumsi bahan organik dari ransum R3 (30% rumput gajah + 70% jerami padi fermentasi) yaitu 155,26 g/hari, konsumsi bahan kering dan bahan organik kecenderungan lebih rendah pada kambing yang mengkonsumsi R2 (70% rumput gajah + 30% jerami padi fermentasi). Kecilnya nilai perbedaan konsumsi antara perlakuan menyebabkan pengaruh perlakuan tidak nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap konsumsi bahan kering dan bahan organik, hal ini kemungkinan disebabkan oleh lamanya periode pendahuluan dan adaptasi pada kambing penelitian, sehingga ternak sudah terbiasa mengkonsumsi jerami padi hasil fermentasi.

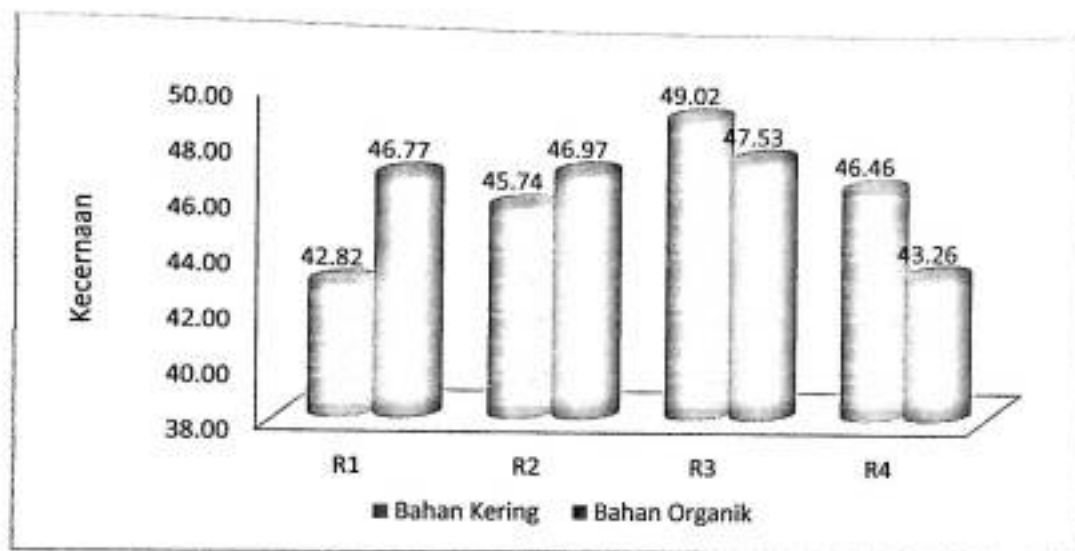
Kecenderungan nilai konsumsi yang tinggi pada perlakuan R4 diduga karena kebutuhan energi ternak belum cukup, sehingga akan terus makan sampai kapasitas rumennya tercukupi. Menurut Erwanto (1995) bahwa konsumsi ransum pada dasarnya ditujukan untuk memenuhi kebutuhan energi ternak, sehingga ternak akan berhenti makan apabila telah merasa kebutuhan energinya telah tercukupi.

#### **Pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik ternak kambing.**

Pada Tabel 7. terlihat bahwa pemberian ransum R3 (30% rumput gajah + 70% jerami padi fermentasi) yang mempunyai pencernaan bahan kering dan bahan organik cenderung lebih tinggi, sedangkan pencernaan bahan kering terendah adalah perlakuan R1 dan pencernaan bahan organik



terendah dari kambing yang mengkonsumsi jerami padi fermentasi 100% (R4). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh yang berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) antara perlakuan dan kelompok terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik (Lampiran 32 dan 33), untuk itu tidak dilakukan uji lanjutan.



Gambar 30. Kecernaan bahan kering dan bahan organik ransum perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%).

Pada Gambar 30. terlihat bahwa nilai pencernaan bahan kering berkisar antara 42,82 sampai 49,02% dan pencernaan bahan organik (43,26 – 47,53). Kecernaan bahan kering dan bahan organik cenderung tinggi dari pemberian ransum R3. Nilai pencernaan tertinggi pada percobaan ini, belum mampu meningkatkan penambahan bobot badan ternak, ini sesuai dengan pendapat Preston dan Leng (1978), yang menyatakan bahwa pencernaan bahan kering





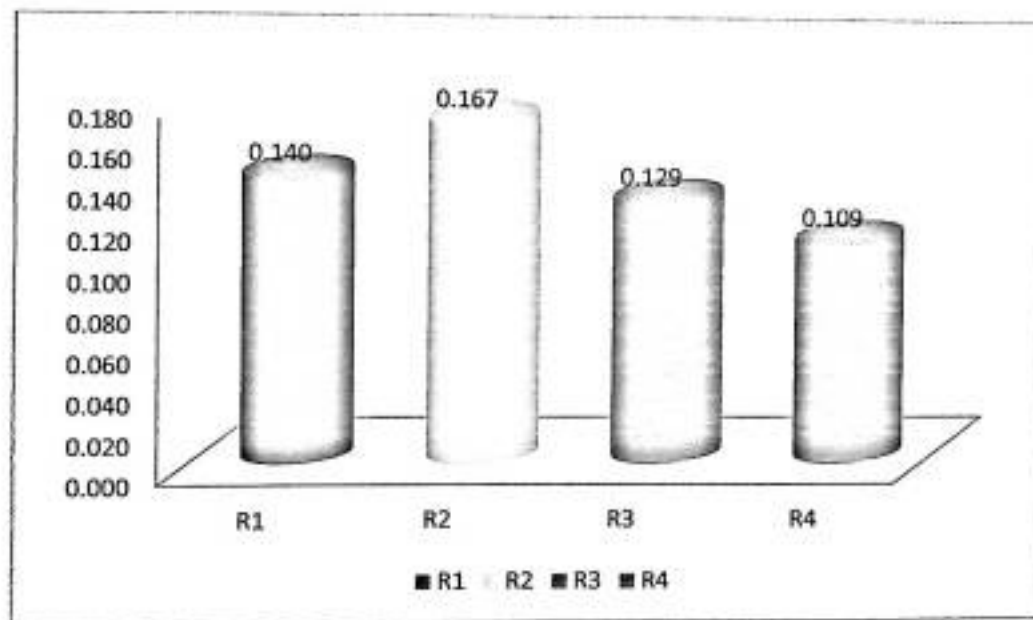
yang berkisar antara 55-65% merupakan pencernaan bahan kering yang tinggi dan diperkirakan dapat meningkatkan pertumbuhan ternak. Perbedaan nilai pencernaan akibat perlakuan ransum tidak dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap pencernaan bahan kering dan bahan organik, sehingga dapat dikatakan bahwa dalam saluran pencernaan daya serap ternak kambing terhadap pakan jerami padi hasil fermentasi sama dengan rumput gajah. Hal ini sesuai pendapat Ranjhan dan Pathak (1979) bahwa daya cerna bahan makanan, menggambarkan daya serap bahan makanan itu dalam saluran pencernaan. Zat makanan yang terkandung di dalam bahan makanan tidak seluruhnya tersedia untuk tubuh ternak, sebagian besar akan dikeluarkan lagi melalui feses karena tidak tercerna dalam saluran pencernaan.

Hasil pengukuran penelitian menunjukkan pencernaan bahan kering jerami padi hasil fermentasi secara *in vivo* lebih rendah 2,1% dibandingkan dengan pengukuran secara *in vitro*, hal ini sejalan dengan pendapat Tangdilintin (1992), bahwa daya cerna *in vitro* lebih tinggi dari hasil penelitian *in vivo*. Sumber kesalahan dalam uji pencernaan *in vivo* adalah terdapatnya bahan-bahan yang berasal dari tubuh didalam feses sehingga zat makanan yang terdapat didalam feses adalah enzim yang disekresikan kedalam saluran pencernaan yang tidak diabsorpsi kembali, dan juga bahan yang berupa hasil kikisan sel-sel dari dinding pencernaan (Tillman *et al.*, 1998).



### Pengaruh perlakuan terhadap efisiensi penggunaan ransum (EPR).

Dari Tabel 7. diperoleh hasil pengukuran efisiensi penggunaan ransum antara 0,109 sampai 0,167. Ini menunjukkan bahwa setiap 1 kg ransum perlakuan dapat menaikkan berat badan sebesar 109 sampai 167 gram. Nilai EPR tertinggi pada penggunaan ransum R2 (70% rumput gajah + 30% jerami padi fermentasi), sehingga untuk mendapatkan 1 kg pertambahan berat badan membutuhkan 5,98 kg bahan kering ransum R2. Hasil ini lebih baik jika dibandingkan dengan Siregar (1994), bahwa untuk pertambahan 1 kg berat badan kambing muda dibutuhkan  $\pm 12,66$  kg bahan kering.



Gambar 31. Efisiensi penggunaan ransum (EPR) pada perlakuan R1 (Rumput gajah 100%), R2 (Rumput Gajah 70% + JPF 30%), R3 (Rumput gajah 30% + JPF 70%) dan R4 (JPF 100%).



Efisiensi makanan adalah perbandingan antara pertambahan berat badan dan jumlah makanan yang dikonsumsi, oleh karena itu dalam pengukuran efisiensi penggunaan ransum tidak terlepas dari pertambahan berat badan harian (PBBH). Pada Gambar 31. terlihat kecenderungan nilai tertinggi pada efisiensi penggunaan ransum dari perlakuan R2 disebabkan karena kecenderungan nilai konsumsinya rendah sedangkan PBBH-nya (27,78 g/ekor/hari) cenderung lebih tinggi dari semua perlakuan, disusul oleh R3 (26,11 g/ekor/hari), R1 (23,94 g/ekor/hari) dan perlakuan R4 (22,22 g/ekor/hari). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa, semua ransum penelitian memberikan pertambahan berat badan harian yang positif, selama 30 hari penelitian. Ini menunjukkan bahwa jerami padi hasil fermentasi oleh isolat jamur pelapuk putih dapat diberikan pada ternak kambing sebagai ransum tunggal selama 30 hari, tetapi belum diketahui pengaruhnya terhadap PBBH kambing jika pemberian lebih lama daripada 30 hari.

Pada Tabel 7. terlihat bahwa perlakuan R2 menghasilkan konsumsi bahan kering, bahan organik rendah sedangkan pertambahan bobot badan harian tinggi, sehingga menghasilkan efisiensi penggunaan ransum tertinggi diantara semua perlakuan, hal ini menunjukkan bahwa jerami padi hasil fermentasi isolat jamur pelapuk putih terbaik dalam mensubstitusi rumput gajah sebesar 30%, dimana 1 kg bahan kering ransum mampu menaikkan berat badan kambing sebesar 167 gram/ekor/hari.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Terdapat tiga isolat jamur pelapuk putih (*Coprinus comatus*, *Coriolopsis polyzona*, *Lentinus torulosus*) yang berkemampuan tinggi dalam mendegradasi lignin dan rendah tingkat degradasinya terhadap selulosa dan hemiselulosa.
2. Inokulasi isolat jamur *Coprinus comatus* pada level 10% (w/w) dengan masa inkubasi 30 hari mampu menurunkan kadar lignin, serat kasar, meningkatkan kadar hemiselulosa, protein kasar dan BETN sehingga meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik secara *in vitro* substrat jerami padi.
3. Jerami padi hasil fermentasi isolat jamur *Coprinus comatus* level pemberian 10% dengan masa inkubasi 30 hari mempunyai nilai efisiensi penggunaan ransum terbaik pada perlakuan R2 (70% rumput gajah + 30% jerami padi fermentasi).



## B. Saran

Dari hasil dan pembahasan yang diperoleh pada penelitian ini disarankan:

1. Penelitian terhadap kemampuan isolat jamur pelapuk putih dalam memfermentasi bahan-bahan yang berasal dari limbah agroindustri, agar limbah dapat dimanfaatkan sebagai pakan yang berkualitas.
2. Sebaiknya dilakukan penelitian mengenai media/substrat tempat tumbuh bagi jamur konsumsi agar media tempat tumbuh dan jamur dapat dimanfaatkan dan mempunyai nilai jual.
3. Perlu pengamatan lebih lanjut terhadap kemampuan bahan pakan yang telah di fermentasi isolat jamur pelapuk putih dalam mensubstitusi berbagai jenis hijauan pakan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abadulla E, Tzanov T, Costa S, Robra KH, Cavoca-Paulo A, Gubitz GM. 2000. Decoloration and Detoxification of Textile Dyes with a Laccase from *Trametes hirsute*. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 3357-3362.
- Achmad, Mugiono, T.Arlianti dan C.Azmi. 2011. *Panduan Lengkap Jamur*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Acunzo , F de, Galli C, Masci, B. 2006. Oxidation of Phenol by Laccase and Laccase Mediator System. *New Journal Chemistry* 30: 583-591.
- Addleman K, Dumonceaux T, Paice MG, Bourbonnais R dan Archibald FS. 1995. Production and Characterization *trametes versicolor* Mutants unable to Bleach Hardwood Kraft Pulp. *Applied and Environmental Microbiology* 61: 10 3687-94.
- Ahn MY, Dec J, Kim JE, Bollog JM. 2002. Treatment of 2,4-dichlorophenol Polluted Soil with Free and Immobilized Laccase. *J Environ Qual* 31:1509-1515.
- Aisworth GC, FK Sparrow and AS Sussman. 1973. *The Fungi*. Vol IV B. Academic Press, New York, San Fransisco, London.
- Akhtar M., R.A. Blanchette and T.K. Kirk. 1997. Fungal Delignification and Biomechanical Pulping of wood. *Advances in Biochemical Engineering Biotechnology*.
- Alexopoulus, J.C and C.W. Mims. 1996. *Introductory Mycology*, 3<sup>rd</sup> ed. New York: John Wiley & Sons.
- Algamar, K. 1986. Posisi Rotan Indonesia dalam Pandangan Internasional. *Prosiding Lokakarya Nasional Rotan*, Jakarta. p. 209-304
- Amalia, Y. 2004. *Pemberian Tepung Isi Rumen Sapi pada Pakan dan Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Metabolisme Burung Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) Umur 15 hingga 45 Hari*. Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH) - ITB <http://digilib.sith.itb.ac.id/gdl.php?mod=browse&op=read&id=jbptitbbi-gdl-1-2004-yusnitaama-1464&newlang=english&newtheme=gray>. Diakses 24 Mei 2012.



- Anggorodi. 1994. Ilmu Makanan Ternak Umum. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ansori, R. 1992. Teknologi Fermentasi. Arcan, Kerjasama dengan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- AOAC. Association of Official Analytical Chemists. 1991. Official Methods of Analysis, of The Association of Official Analytical Chemist, Washington, D.C.
- Arora, S.P. 1995. Pencernaan Mikrobia pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Artiningsih, T, Simbolon, H, Suhirman, Osaki M. 2000. Diversity of Aphylophorales Fungi Isolated from Tanjung Puting National Park, Central Kalimantan and Its Potentiality for Lignin Decompotion. Berita Biologi 5.
- Bachruddin, Z. 1992. Aplikasi Enzim dalam Bioteknologi Pertanian. Buletin Peternakan. Edisi Khusus. Fakultas Peternakan niversitas Gajah Mada.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2004. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik Jakarta.
- Balai Penelitian Ternak. 1992. Pelatihan Bioteknologi Pakan. Ciawi-Bogor, 4-14 Nopember 1992. Balai Penelitian Ternak. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. ANBAPH. Food and Agricultural Organization.
- Baldrian, P. 2003. Interaction of Heavy Metals with White- Rot Fungi, *Enzyme and Microbial Technology* 32: 78-91
- Bamualim, A.M., A. Saleh, P.Th. Fernandez, dan C. Liem. 1994. Komposisi jenis makanan yang diberikan petani pada ternak sapi yang dipelihara dengan sistem semi-intensif di Nusa Tenggara. Final Seminar of the Cattle Health and Productivity Survey (CHAPS) held at the Disease Investigation Centre, Denpasar-Bali, 15-17 May 1994.
- Bas, C., Kyper, T.W., Noordeloos, M.E. & Vellinga, E.C. 1990. Flora Agaricina Neerlandica—Critical monographs on the families of agarics and boleti occuring in the Netherlands. Volume 2. Pluteaceae, Tricholomataceae. A. A. Balkema: Rotterdam, Netherlands.



- Bemicchia, A. 2005. Polyporaceae s.l. (Fungi Europaei). Edizioni Candusso: Alassio, Italy. 807 p.
- Bieber, F.R. 2004. Science and Technology of Forensic DNA Profiling: Current Use and Future Directions, in Lazer, D. (Penyunting), DNA and the Criminal Justice System: the Technology of Justice, Cambridge, MA: MIT Press, hlm. 30.
- Bougher, N.L. and Syme, K. 1998. Fungi of Southern Australia. University of Western Australia Press: Nedlands, Australia. 391 p.
- Baumgart, B.R. 1969. Voluntary Feed Intake. Dalam : E.S.E. Hafez and I.A. Dyer. (Ed), Animal Growth and Nutrition. Philadelphia.
- Boominathan K, Dsouza TM, Naidu PS, Dosoretz CG & Redd CA, 1993. Temporal expression of major lignin peroxidase genes of Phanerochaete chrysosporium, Applied and Environmental Microbiology.
- Bourbonnais, R and Paice, M.G. 1990. Oxidation of Non-Phenolic substrates : an Expanded Role for Laccase in Lignin Biodegradation. In FEBS Lett.
- Brown DEG.1981. Trial Field Key to the Pleurotoid Species. Di dalam Gibson I, Editor. The Northwest Prepared for the Pacific Northwest Key. Spokane Mushroom Club. Pacific Northwest Key Council.
- Buswell, JA and Odier. 1996. Lignocellulolytic Enzyme Profiles of Edible Mushroom Fungi. World Journal of Microbiol and Biotechnol 12: 537-542.
- Carlile, M.J, Watkinson, S.C, Goodway, G.W. 1994. The Fungi. London: Academic Press.
- Chang, S.T. 1982. Mushroom Spawn. Dalam: Chan, S.T. and T.H. Quimio. Tropical Mushrooms: Biological Nature and Cultivation Methodes. The Chinese University Press. Hongkong.
- Chang, S.T. and and T.H. Quimio. 1982. Tropical Mushrooms Biological Nature and Cultivation Methodes. The Chinese University Press. Hongkong.



- Chesson, A and Forssberg, C.W. 1988. Polysaccharide Degradation by Rumen Mikroflora. In P>N. Hobson Ed. The Rumen Microbial Ecosystem. Elsevier Applied Science. London.
- Church, D.C. 1988. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey. USA.
- Church, D.C. and W.G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. 2<sup>nd</sup> edition. John Wiley and Sons. New York.
- Corda, A.C.J. 1839. *Icones fungorum hucusque cognitorum*. pp. 1-55.
- Crowder, L.V. and H.R. Chheda. 1982. Tropical Grassland Husbandry. Longman Group Ltd, London and New York.
- Crampton, E. W and L.E. Harris. 1969. Applied Animal Nutrition. 2<sup>nd</sup> Ed. W.H. Freeman and Company, San Fransisco.
- Crueger, W. and A. Crueger. 1989. Biotechnology : A Text-Book of Industrial Microbiology. Second Edition. Edited by Thomas D. Brock. Sinaeurr Associated Inc. Sunderland.
- Cullen, D and Kersten, P. 1992 Fungal Enzymes for Lignocellulose degradation. Dalam Kinghorn, JR, Turner, G. Editor. Applied Molecular Genetics of Filamentous Fungi. London: Chapman and Hall.
- Dewi, K.H. 1996. Kajian Ukuran dan Jenis Bahan Berligniselulosa pada Hidrolisis Menggunakan Enzim dari *Neurospora sitophila* (Thesis). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Djajanegara A. dan P. Sitorus. 1993. Problematika Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Makanan Ternak. Jurnal Litbang.
- Djajanegara, A. 1999. Local Livestock Feed Resources. In: Livestock Industries of Indonesia Prior to The Asian Financial Crisis. RAP Publication.
- Djarwanto. 1997. Pertumbuhan, Produktivitas dan Kemampuan Melapuk Kayu Sembilan Isolat Tiga Jenis Jamur *Pleurotus* pada Tiga Jenis Kayu Hutan Tanaman. Tesis Magister Sains Biologi. FMIPA, Universitas Indonesia.



- Domsch, K.H, Gams, W and Anderson, T.H. 1993. *Compendium of Soil Fungi*. Volume I. IHW Verlag, Eching.
- D'Souza TM, Boominathan K, Reddy. 1996. Isolation of Laccase Gene-Specific Sequences from White Rot and Brown Rot Fungi by PCR. *Appl Environ Microbiol* 62(10):3739-44.
- D'Souza, TM de, Merrit CS, Reddy CA. 1999. Lignin Modifying Enzymes of The White Rot Basidiomycete *Ganoderma lucidum*. *Applied and Environmental Microbiology* vol. 65 no. 12 5307-5313.
- Eaton, R.A and Hale, MDC. 1993. *Wood Decay, Pests and Protection*. London: Chapman and Hall.
- Ensminger, E.M. 1979. *Animal Science*. 4<sup>th</sup> Ed. The Inter State Printers of Publishers Inc. Denville, Illionis.
- Erwanto. 1995. *Optimalisasi Sistem Fermentasi Rumen melalui Suplementasi Sulfur, Defaunasi, Reduksi Emisi Metan dan Stimulasi Pertumbuhan Mikroba pada Ternak Ruminansia*. Disertasi. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 117 hlm.
- Fadilah., S. Distantina. E, K. Artati., A. Jumari. 2008. Bidelignifikasi Batang Jagung dengan Jamur Pelapuk Putih *P. Chrysosporium*. *Journal Ekuilibrium* Vol 7 No. 1 hal 7 – 11.
- Fengel, D and G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. (Terjemahan). Gadjah Mada Univ. Peress.
- Fharhandani, N. 2006. *Pengaruh pemberian Urea Molasses Multinutrient Block dan Suplemen Pakan Multinutrient terhadap kualitas susu sapi perah*. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Gaman, P.M. dan K.B. Sherrington. 1992. *Pengantar ilmu Pangan, Nutrisi dan Mikrobiologi*. Edisi 2. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gandjar, I, W.sjamsuridzal, A. Oetari. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Gasperz, V. 1991. *Metode Rancangan Percobaan*. CV. Armico, Bandung.



- Gaur, A.C. 1981. Improving soil Fertility Through Organic Recycling : A Manual of Rural Composting. FAO/UNDP. Regional Project. Project Field Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Getachewe, G, E.J. De Peters and P.H.Robinson. 2004. In Vitro Gas Production Provides Effective Method for Assessing Ruminant Feeds. California Agriculture, 58 (1).
- Gilbertson, R. L. and Ryvarden, L. 1987. North American Polypores, vol. 2. Fungiflora: Oslo, Norway.
- Gold, M.H and Alic, M. 1993. Molecular Biology of The Lignin-Degrading Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. Mycobiol 57(3): 605-622.
- Gomez, K.A. and A.A Gomez. 1995. Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian. Terjemahan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Goto, I and Minson. 1977. Prediction of the Dry Matter Digestibility of Tropical Grasses Using a Pepsin-Cellulase Assay. Animal Feed Science. Technol 2 :247-253
- Griffin, D. 1994. Fungal Physiology. New York: John Wiley and Sons.
- Guang Z, Y.Hong, H.Hong dan C Yao, H guo and L Jian. 2006. Lacase Activities of a Soil Fungus *Penicillium simplicissimum* in Relation to Lignin Degradation. World Journal of Microbiology and Biotechnology Volume 22, Issue 4, pp 317-324.
- Hammel, K.E.1997. Fungal Degradation of Lignin. <http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/PDF1997/hamme97a.pdf>.
- Han MJ, Choi HT, Song HG. 2004. Degradation of Phenanthrene by *Trametes versicolor* and Its Laccase. Journal Microbiol 42(2):94-8
- Harahap, N. 1987. Petunjuk Teknik Penggunaan Limbah Pertanian dan Teknologi Pengolahannya Untuk Pakan Ruminansia. Proceeding Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes, Grati.
- Hardjo, S.N, Indrastuti dan T. Barbacut. 1989. Biokonversi: Pemanfaatan Limbah Industri Pertanian. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.



- Harris, L. E. 1970. Nutrition Research Technique for Domestic and Wild Animals. Animal Science Department Utah State University.
- Hartadi, H. 1980. Prediction of The Quality of Tropical Grasses for Ruminant by Laboratorium Analysis by Summative Equations. Thesis. Dept of Anim Science. Univ of Florida. Gainesville. USA.
- Hatakka, A. 1994. Lignin Modifying Enzyme from Selected White Rot Fungi: Production and Role in Lignin Degradation. FEMS Microbiol Rev 13.
- Hatfield, R.D. 1989. Structural Polysaccharides in Forage and Their Degradability. Agronomi Journal 81:33-38
- Heinzkill, M., and K. Messner. 1997. The ligninolytic system of fungi, p. 213-227. In T. Ankc (ed.).
- Herliyana, EN, Nandika D, Achman, Sudirman, L.I dan Witarto, A.B. 2008. Biodegradation of Sengon-wood Sawdust Subtrate by Pleurotus Group Fungi from Bogor. Journal Tropical Wood Science and Technology 6:75-84.
- Higley, T.L and Dashek, W.V. 1998. Biotechnology in The Study of Brown and White Rot Decay. Di dalam Bruce A, Palfreyman JW, Editor. Forrest Products Biotechnology. London: Taylor and Francis Ltd.
- Hungate, R.E. 1966. The Rumen and Its Microbes. Departemen of Bacteriology and Agriculture Experiment Univ. Of California Academic Press, New York.
- Jayasuriya, M.C and H.G.D. Parera. 2002. The Utilizations of Fibrous Residues in South Asia Departement of Animal Husbuandry. Faculty of Agriculture, Universitas Paradenya. Paradenya, Sri Langka.
- Jung, H.G. 1989. Forage Lignins and Their Effects on Feed Digestibility. Agronomi Journal Vol. 81 No. 1, p. 33-38.
- Kaal, EEJ, Field JA and Joice, TW . 1995. Increasing Ligninolytic Enzyme Activities in Several White Rot Basiddiomycetess by Nitrogen Sufficient Media. Biosource Technology 53 : 133-139.



- Katagiri N, Tsutsumi Y, Nishida, T. 1995. Correlation of Brightening with Cumulative Enzyme Activity Related to Lignin Biodegradation during Biobleaching of Kraft Pulp by White-Rot Fungi in The Solid State Fermentation System. *Journal Applied And Environmental Microbiology*, Vol. 61, No. 2 p. 617-622.
- Keirle, M.R., Hemmes, D.E. & Desjardin, D.E. (2004). Agaricales of the Hawaiian Islands. 8. Agaricaceae: *Coprinus* and *Podaxis*; Psathyrellaceae: *Coprinopsis*, *Coprinellus* and *Parasola*. *Fungal Diversity* 15: 33-124.
- Kerem, Z dan Hadar, Y. 1998. Lignin Degrading Fungi. Mechanisms and utilization. Dalam: Altman A, Editor. *Agricultural Biotechnology*. New York: Marcel Dekker.
- Kirk, T.K. and Cowling, E.B. 1984. Biological Decomposition of Solid Wood. Dalam: Rowell, R.M, Editor. *The Chimestry of Solid Wood*. Washington DC: American Chemical Society.
- Kirk, T.K. and Farel, R.L. 1987. Enzymatic "Combustion": The Microbial Degradation of Lignin. *Ann. Rev Microbiol* 41.
- Krisnan. R, Haryanto. B dan Wiryawan, K.G. 2008. Pengaruh Kombinasi Penggunaan Probiotik Mikroba Rumen dengan Suplemen Katalitik dalam Pakan Terhadap Kecernaan dan Karakteristik Rumen Domba. *JITV Vol 14. No. 4. Tahun 2009: 262-269*.
- Lakshmikant. 1990. Cellulose Degradation and Cellulose Activity of Five Cellulolytic Fungi. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 6(1): 64-66.
- Leatham G.F, Crawford R.L and Kirk, T.K. 1983. Degradation of Phenolic Compounds and Ring Cleavage of Catechol by *Phanerochaete chrysosporium*. *Journal Appl Environ Microbiol* 46(1):191-7.
- Lebdosoekojo, S. 1982. Pemanfaatan Limbah Pertanian untuk Menunjang Kebutuhan Pakan Ruminansia. *Pertemuan Ilmiah Ruminansia Besar Deptan, Bogor*.
- Lynd L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl WH and I.S. Pretorius. 2002. Microbial Cellulose Utilization: Fundamentals and Biotechnology. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66 (3)



- Mahmood K.Y Wei-jun, K. Nazir, RZ Iqbal and AG Abdullah. 2006. Study of Cellulolytic soil Fungi and Two Nova Spesies and Medium. Journal of Zheijiang University 7(6): 459-466.
- Maggy, T.S. 1989. Enzim dan Bioteknologi. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mariyono dan E. Romjali. 2007. Petunjuk Teknis Teknologi Inovasi Pakan Murah untuk Usaha Pembibitan Sapi Potong. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Martawidjaja, M dan M. Rangkuti. 1988. Pengaruh Suplementasi Bungkil Bii Kapuk dengan Hijauan Dasar Rumput Gajah pada Anak Domba. Proceeding Pertemuan Ilmiah Ruminansia. Jilid 2. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- McDonald, P. R. A. Edwards, and J. F. D. Greenhalge dan C. A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. 6th Ed. Longman Sci. and Technical. New York.
- Minyard, J.A. and C.A. Dinkel. 1965. Weaning Wight of Beef Calves as affected by Ages and Sex of Calves and Ages of Dam, Journal Animal Science November 1965 24: 1067-1071.
- Misra, A.K, Mishra A.S, Tripathi, M.K, Prasad R, Vaithiyanathan S, Yakhmola, R.C. 2007. Optimization of Solid State Fermentation of Mustard (*Brassica Campestris*) Straw for Production of Animal Feed by White Rot Fungi (*Gonoderma lucidum*). Asian-Australian Jurnal Animal Science 20: 208-13.
- Moore, E and Landecker, E. 1996. Fundamentals of The Fungi. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Morrison, F.B. 1986. Feed and Feeding.. 21th Ed. The Iowa State University Press, Iowa.
- Muchtadi, D, Nur Heni, S.P dan Made Astawan. 1992. Enzim dalam Industri Pangan. Depdikbud. Dirjen Dikti, PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.
- Murni, R, Suparjo, Akmal, dan B.L.Ginting. 2008. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah untuk Pakan. Laboratorium Makanan Ternak. Fakultas Peternakan universitas Jambi.



- Nelson, D.C and M.C. Michael. 2000. *Lehninger Principle of Biochemistry*. 3<sup>rd</sup> Ed. Worth Publishers, New York.
- Onions, A.H.S, Allsopp, D and Higgins, H.O.W. 1981. *Smith's Introduction to Industrial Mycology*. 7<sup>th</sup> edition. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London.
- Orton, P.D. & Watling, R. 1979. *British Fungus Flora: Agarics and Boleti. Vol 2. Coprinaceae: Coprinus*. Royal Botanic Garden: Edinburgh, Scotland. 149 p.
- Overholts, L.O. 1967. *The Polyporaceae of the United States, Alaska, and Canada*. University of Michigan Press: Ann Arbor, MN. 466 p.
- Parakkasi, A. 1995. *Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Paul, E.A. 1992. *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. Elsevier Inc. Canada.
- Pegler, D and Young, T.W.K. 1983. *Anatomy of The Lentinus hymenophore*. *Trans. Br. Soc.* 80(3) : 469-482.
- 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.*
- Petersen, R.H. and Krisai-Greilhuber, I. 1996. *An epitype specimen for Pleurotus ostreatus*. *Mycol. Res.* 100(2): 229-235.
- Prayitno. 1997. *Purifikasi and Analisis Kinetika Reaksi Enzim Selulosa dari Aspergillus Niger L-23*. Tesis S2. Program Pascasarjana Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Preston, T.R. and R.A. Leng. 1987. *Matching Ruminant Production System with Available Resources in The Tropics and Subtropics*. Penambul Books Armidale, Australia.
- Rachman, A. 1989. *Teknologi Fermentasi*. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.



- Rangkuti, M. 1984. Meningkatkan Pemakaian Jeram Padi sebagai Pakan Ternak Ruminansia dengan Suplementasi. Proceeding Bioconversion Project Second Workshop on Cropresiduest for Feed and Other Purposes, Granti.
- Ranjhan, SK and N.N.Pathak. 1979. Management and feeding of buffaloes. Vikas Publishing House PVT LTD. New Delhi.
- Rarumangkay, J. 2002. Pengaruh Fermentasi Isi Rumen Sapi oleh *Trichoderma viridie* terhadap Kandungan Serat Kasar dan Energi Metabolis pada Ayam Broiler. Program Pasca Sarjana, UNPAD, Bandung
- Redaksi Agromedia. 2009. Buku Pintar Bertanam Jamur Konsumsi Tiram, Kuping, Shiitake, Merang dan Champignon. PT. Agromedia Pustaka.
- Reid, ID. 1995. Biodegradation of Lignin. Canadian Journal of Botany: 73(S1): 1011-1018.
- Reno, F. 2006. Penapisan, Optimasi dan Karakterisasi Selulase Khamir dari Taman Nasional Gunung Halimun, Jawa Barat. Tesis Magister Sains Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia. Depok.
- Ryvarden L, Johansen I. 1980. A preliminary polypore flora of East Africa. Synopsis Fungorum. Oslo, Norway: Fungiflora. p. 282.
- Sanchez, C. 2009. Lignocellulosic residues: Biodegradation and bioconversion by fungi. *Biotechnology Advances* 27, 185-194.
- Saparrat MCN, Guillen, F, Arambarri AM, Martinez AT and Martinez MJ. 2002. Induction, Isolation and characterization of Two Laccases from The White Rot Basidiomycete *Coriolopsis rigida*. *Applied and Environmental Microbiology* 68.
- Sarkar, S, Martinez AT, Martinez MJ. 1997. Biochemical and Moleculler Characterization of a Manganese Peroxidase Isoenzyme from *Pleurotus ostreatus*. *Biochemica et Biophysica Acta* 1339.
- Sarwono, B. 2003. Penggemukan Sapi Potong secara Cepat. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sastradipradja, D. 1981. Feeding Stuffs from the Residues of Agricultural Industry. Proceeding Bioconversion Project Second Worksho on Crop Residues for p Feed and Other Purposes, Grati.





- Siregar, S. B. 1994. Ransum Ternak Ruminansia. Penebar swadaya.
- Siregar, A.Z, Suharsono, U.W, Akmal, A, Hadisunarso, Sulistijorini, Sukarno, N, Merdiyani, A, Widarto, T.H dan Perwitasari, R.R.D. 2008. Biologi Pertanian. Jilid 2. Diterbitkan oleh Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional
- Sitorus, S.S. 1986. Pemberian Suplementasi Daun Lamtoro Pada Kambing Yang Mendapat Jerami Padi Sebagai Ransum Pokok. Proceeding Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes, Grati.
- Sjamsuridzal, W. 2004. Eksplorasi Keanekaragaman Khamir pada Ekosistem Mangrove dan Kajian Potensinya dalam Bioremediasi. Laporan Riset Unggulan Terpadu. Kementerian Riset dan Teknologi dan Lembaga Pengetahuan Indonesia.
- Smith, A.H. 1949. Mushrooms in their Natural Habitats. Sawyer's Inc: Portland, OR. 626 p.
- Smith, J.E. and K.E. Aidoo. 1988. Growth of Fungi on Solid Substrates in Physiology of Industrial Fungi. Blackwell Scientific Publish, Oxford.
- Smith, J.E. 1990. Prinsip Bioteknologi. PT. Gramedia, Jakarta. Institut National De La Recherche Agronomique. INRA, Paris.
- Soejono, M.R.Utomo dan Widyantoro. 1987. Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Padi dengan Berbagai Perlakuan. Proceeding Bioconversion Project Second Workshop on Crop Residues for Feed and Other Purposes, Grati.
- Srebotnik, E, Jensen KA dan Hammel KE. 1998. Cleavage of Nonphenolic Lignin Structure by Laccase in The Presence of 1-Hydroxibenzotriazole.
- Srinivasan C, D'Souza T, Boominathan K, Reddy CA. 1995. Demonstration of Laccase in The White Rot Basidiomycete Phanerochaete Chrysosporium BKM-F1767. Journal App Environ Microbiol 61(12): 4274-4277.





- Van de Bogart, F. 1976. The genus *Coprinus* in western North America, Part I: Section *Coprinus*. *Mycotaxon* 4(1): 233-275.
- Van Soest P. J. 1976. New Chemical Methods for Analysis of Forages for The Purpose of Predicting Nutritive Value. Pref IX International Grassland Cong.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of The Ruminant. Cornell University Press. Ithaca. New York.
- Vares, T, and Hatakka, A. 1997. Lignin-Degrading Activity and Ligninolytic Enzyme of Different White- Rot Fungi; Effect of Manganese and Malonate. *Canadian Journal Botany* 75:61-70.
- Walker, H.G. and G.O. Kohler. 1978. Treated and Untreated Cellulosic Wastes and Animal Feeds. *Recent Work Interaksi The United States of America*.
- Watling, R. and Gregory, N.M. 1989. British Fungus Flora: Agarics and Boleti. Vol 6. Crepidotaceae and other pleurotoid agarics. Royal Botanic Garden: Edinburgh, Scotland.
- Wijono, D.B, B. Sarjono, Haryono dan D. Wibowo. 1988. Prinsip-Prinsip Teknologi Fermentasi. PAU Pangan Gizi, Universitas Gadjah Mada.
- Wilson KB and Walter, M. 2002. Development of Biotechnology Tool Using New Zealand White Rot Fungi to Degrade Pentachlorophenol. Hasil Presentasi pada Waste Management Institute New Zealand. <http://www.hortresearch.co.nz/files/2002/biorem-wasteminz.pdf>.
- Yang JS, HL Yuan, HXWang and WX Chen. 2005. Purification and Characterization of Lignin Peroxidases from *Penicillium decumbens* P6. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 22 (4), 317-324
- Yong, T.A. and P.C. Leong. 1983. A Guide to Cultivation of Edible Mushrooms in Singapore. Agricultural Handbook No. 6. Primary Production Departement, Ministry of National Development, Republic of Singapore.
- Young, R. 1986. Cellulosa Structure Modification and Hydrolysis. New York.



- Yulistiani, D, J.R.Gallagher and R.J. Van Barneveld. 2000. Nutritive Value Improvement of Rice Straw Varieties for Ruminant as Determined by Chemical Composition and In-Vitro Organic Digestibility. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (1): 23-31.
- Yunilas. 2009. Bioteknologi Jerami Padi Melalui Fermentasi Sebagai Bahan Pakan Ternak Ruminansia. Karya Ilmiah. Departemen Peternakan Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Yunus, M. 1997. Pengaruh Umur Pemetongan dan Spesies Rumput terhadap Produksi, Komposisi Kimia, Kecernaan In Vitro dan In Sacco. Thesis S2. Fakultas Pascasarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.



# LAMPYRAN



**Lampiran 1.** Pembuatan media PDA, (Achmad dkk, 2011)

Cara I :

Formula PDA (Potato Dextro Agar) : 30 gram potato dextro agar dilarutkan dalam 1 liter air destilasi, kemudian diaduk rata dan dipanaskan sampai mendidih. Larutan media kemudian di autoclave pada tekanan 15 psi, suhu  $121^{\circ}\text{C}$  selama 15 menit. Setelah larutan media agak dingin, sebanyak 16 ml ditempatkan dalam cawan petri steril berdiameter 90 mm.

Cara II :

Kentang 200 g dikupas, lalu dicuci bersih dan dipotong-potong dengan bentuk kubus atau persegi panjang, lalu direbus dengan air sebanyak 1 liter sampai mendidih. Disaring kentang, dan diambil airnya, lalu ditambahkan air lagi sampai volumenya 1 liter, kemudian didihkan kembali. Dimasukkan agar dan dextrose atau gula pasir, lalu diaduk sampai merata hingga mendidih. Dimasukkan kedalam autoclave pada suhu  $121^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm selama 20 menit, lalu dimasukkan kedalam cawan petri dan dibiarkan memadat pada suhu kamar.



Lampiran 2. Penentuann ADF, NDF, Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa  
Acid Detergent Fiber (ADF) menurut Van Soest (1976).

### **Acid Detergent Fiber (ADF)**

1. Sampel sebanyak 0,5 gram (a gram) dimasukkan ke dalam gelas piala kemudian dtambahkan 50 ml larutan ADS dan 2 ml decalin. Dipanaskan selama 1 jam diatas penangas air.
2. Penyaringan di lakukan dengan bantuan pompa vakum, juga dengan menggunakan penyaring kaca masir yang sudah di timbang sebagai b gram, Pencucian di lakukan dengan menggunakan hexan, acetone dan air panas.
3. Dilakukan pengeringan dengan memasukkan hasil penyaringan tersebut dalam oven, setelah dimasukkan lagi di dalam desikator untuk melakukan pendinginan dan ditimbang sebagai c gram.

$$\%ADF = \frac{c - b}{a} \times 100\%$$

### **Neutral Detergent Fiber (NDF)**

1. Sampel sebanyak 0,5 gram (a gram) di masukkan ke dalam gelas piala berukuran 500 ml, serta di tambahkan dengan 50 ml larutan NDS dan 0,5 gram  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , Dipanaskan selama 1 jam.
2. Menimbang kaca masir sebagai b gram.
3. Melakukan penyaringan dengan bantuan pompa vakum dibilas dengan air panas dan acetone.



4. Hasil penyaringan tersebut dikeringkan dalam oven 105°C setelah itu dimasukkan lagi dalam eksikator selama 1 jam, kemudian dilakukan penimbangan akhir sebagai c gram.

$$\% \text{NDF} = \frac{c - b}{a} \times 100\%$$

Rumus yang digunakan sebagai berikut:

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

#### **% Lignin dan Selulosa**

1. Residu ADF (c gram) yang berada di dalam kaca masir diletakkan di atas nampan yang berisi air setinggi kira-kira 1 cm.
2. Ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72% setinggi ¾ bagian gelas kaca masir dan dibiarkan selama 3 jam sambil diaduk-aduk.
3. Penyaringan dilakukan dengan bantuan pompa vakum serta pencucian juga dilakukan seperti analisis sebelumnya.
4. Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven 105°C dan selanjutnya dilakukan pendinginan dengan desikator dan ditimbang sebagai berat akhir, yaitu e gram.

$$\% \text{Selulosa} = \frac{c - e}{a} \times 100\%$$





5. Jika dibakar dalam tanur 500°C, didinginkan dalam desikator serta disimpan kembali sebagai berat akhir, yaitu f gram.

$$\% \text{ Lignin} = \frac{e - f}{a} \times 100\%$$



Lampiran 3. Pengukuran kandungan nutrisi dalam pakan menurut analisis proksimat (AOAC, 1991).

a. Penetapan Kadar Protein Kasar

- Timbang sampel 0,5 gram
- Masukkan kedalam labu khjedhal 100 ml
- Tambahkan kurang lebih 1 gram campuran selenium dan 10 ml  $H_2SO_4$  pekat (teknis).
- Labu khjedhal bersama isinya digoyangkan sampai semua sampel terbasahi dengan  $H_2SO_4$
- Destruksi dalam lemari asam sampai jernih
- Setelah dingin, dituang kedalam labu ukur 100 ml dan dibilas dengan air suling,
- Setelah dingin, menambahkan air suling sampai pada tanda garis.
- Siapkan labu penampung yang terdiri dari 10 ml  $H_3BO_3$  2% ditambah dengan 4 tetes larutan indikator campuran dalam erlenmeyer 100 ml
- Kemudian Pipet 5 ml larutan NaOH 30% dan air suling
- Suling hingga volume penampung menjadi lebih kurang 50 ml
- Kemudian Bilas ujung penyuling dengan air suling kemudian penampung bersama isinya dititrasi dengan larutan HCl atau  $H_2SO_4$  0,0129 N.

Penentuan kadar protein kasar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Protein Kasar} = \frac{V1 \times N \times 0,014 \times 6,25 \times P}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

- V = Volume titrasi contoh  
N = Normaliter larutan HCl atau  $H_2SO_4$   
P = Faktor pengencer 100/5



### b. Penentuan Kadar Serat Kasar

- Timbang sampel 1-2 gram lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi
- Tambahkan 30 ml  $H_2SO_4$  0,3 N dan direfluks selama 30 menit
- Tambahkan 25 ml NaOH 1,5 N kemudian direfluks selama 30 menit dan disaring dengan menggunakan sintered glass no.1 sambil diisap dengan pompa vakum
- Cuci dengan menggunakan 50 cc air panas, 50 cc  $H_2SO_4$  0,3 N, 50 cc air panas dan 50 cc alkohol 96%.
- Keringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}C$  selama 8 jam atau biarkan bermalam lalu dinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (berat a).
- Tanurkan selama 3 jam lalu dimasukkan kedalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (berat b).

Penentuan kadar serat kasar dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{a - b}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

a = berat sintered glass + sampel setelah oven

b = berat sintered glass + sampel setelah tanur

### c. Penetapan Kadar Lemak Kasar

- Timbang 2 gram sampel (a gram)
- Masukkan ke dalam tabung reaksi berskala 10 ml
- Tambahkan kloroform mendekati skala
- Tutup rapat kemudian kocok dan biarkan bermalam
- Himpitkan dengan tanda skala 10 ml dengan pelarut lemak yang sama (pakai pipet)
- Kocok hingga homogen



- Saring dengan kertas tissue ke dalam tabung reaksi
- Pipet 5 cc ke dalam cawan yang telah diketahui beratnya
- Ovenkan pada suhu 105°C selama 3jam atau biarkan bermalam
- Masukkan ke dalam desikator lebih kurang 30 menit
- Timbang (b).

Penentuan kadar lemak kasar dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Lemak kasar} = \frac{p (b - a)}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Keterangan:

a = Berat cawan kosong (gram)

b = Berat sampel + cawan setelah oven (gram)

P = Faktorpengenceran = 10/5 = 2

#### d. Penetapan Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)

Penentuan Kadar BETN dilakukan dengan cara pengurangan angka 100% dengan persentase abu, protein kasar, lemak kasar dan serat kasar.

$$\text{BETN}(\%) = 100\% - (\text{abu} + \text{Protein Kasar} + \text{Lemak kasar} + \text{Serat kasar})$$



**Lampiran 4.** Pengukuran pencernaan bahan kering dan bahan organik menurut Goto and Minson (1977).

- Menimbang sampel sebanyak  $\pm 0,5$  gram memasukkannya ke dalam tabung centrifuge plastik yang volumenya 120 ml.
- Melakukan penambahan 25 ml larutan asam – pepsin ke dalam setiap tabung lalu menutup tabung tersebut dengan sumbat karet.
- Diinkubasikan selama 48 jam pada temperature  $39^{\circ}\text{C}$  dengan diikuti pengocokan halus sebanyak 2 kali sehari.
- Sumbat karet dilepaskan dan memasukkan 1,5 ml 1 mol sodium carbonat melalui dinding tabung dan diikuti dengan penambahan 30 ml buffer cellulose assetat ke dalam tiap tabung. Pada tahapan ini, pH sampel penelitian diperhatikan sehingga pH sampel menjadi 4,5 – 4,7. Jika pH sampel lebih rendah dari angka yang ditentukan, maka ditambahkan sodium carbonat dan jika yang terjadi pH sampel lebih tinggi dari sampel penelitian maka ditambahkan asam asetat lalu tabung tersebut ditutup kembali
- Menginkubasikan kembali selama 48 jam pada temperatur  $39^{\circ}\text{C}$  dan diikuti dengan pengocokan halus sebanyak 2 kali sehari.
- Selanjutnya, isi tabung disaring melalui gooch crussible yang sudah dikeringkan dan ditimbang sebelumnya.
- Tahapan yang terakhir adalah menimbang crucible yang berisi sampel penelitian yang sudah dikeringkan. Untuk menentukan daya cerna bahan organik dilakukan dengan mengabukan sampel selama 3 jam pada suhu  $520^{\circ}\text{C}$ .



Lampiran 5. Hasil pengukuran diameter pertumbuhan dan ranking pada ke-23 isolat jamur pelapuk putih pada hari ke 3, 5 dan 7 hari di media PDA.

Isolat	Diameter Pengukuran (cm)			Rerata	Rangking
	Hari ke-				
	3	5	7		
1 BLK	7.5	9	9	8.50	1
2 BLK	5.2	9	9	7.73	2
3 BLK	6.1	6.5	6.8	6.47	7
5 BLK	5.2	7.3	7.3	6.60	6
6 BLK	3	5.1	5.8	4.63	13
8 BLK	4.2	5.2	5.8	5.07	11
C MKS	5.4	7.6	9	7.33	3
SPNG	2.5	5.3	9	5.60	10
1 MKS	3.3	9	9	7.10	4
3 MKS	4.5	7.3	9	6.93	5
5 MKS	0.4	3.3	9	4.23	14
6 MKS	0.3	3.5	6.2	3.33	18
7 MKS	0.3	5.7	6	4.00	15
8 MKS	0.6	3.5	7.9	4.00	16
10 MKS	1.2	2.3	7.8	3.77	17
11 MKS	0.8	1.4	3.3	1.83	22
14 MKS	0.2	2.2	4.2	2.20	21
15 MKS	0.2	1.2	1.9	1.10	23
16 MKS	0.1	3.5	5.1	2.90	19
17 MKS	1.3	2.5	3.4	2.40	20
18 MKS	1	5.7	7.3	4.67	12
19 MKS	3	6.1	8.4	5.83	8
20 MKS	2.8	5.4	9	5.73	9

Keterangan :

BLK	=	Bulukumba
MKS	=	Makassar
SPNG	=	Soppeng
Rangking	=	Berdasarkan rerata tertinggi



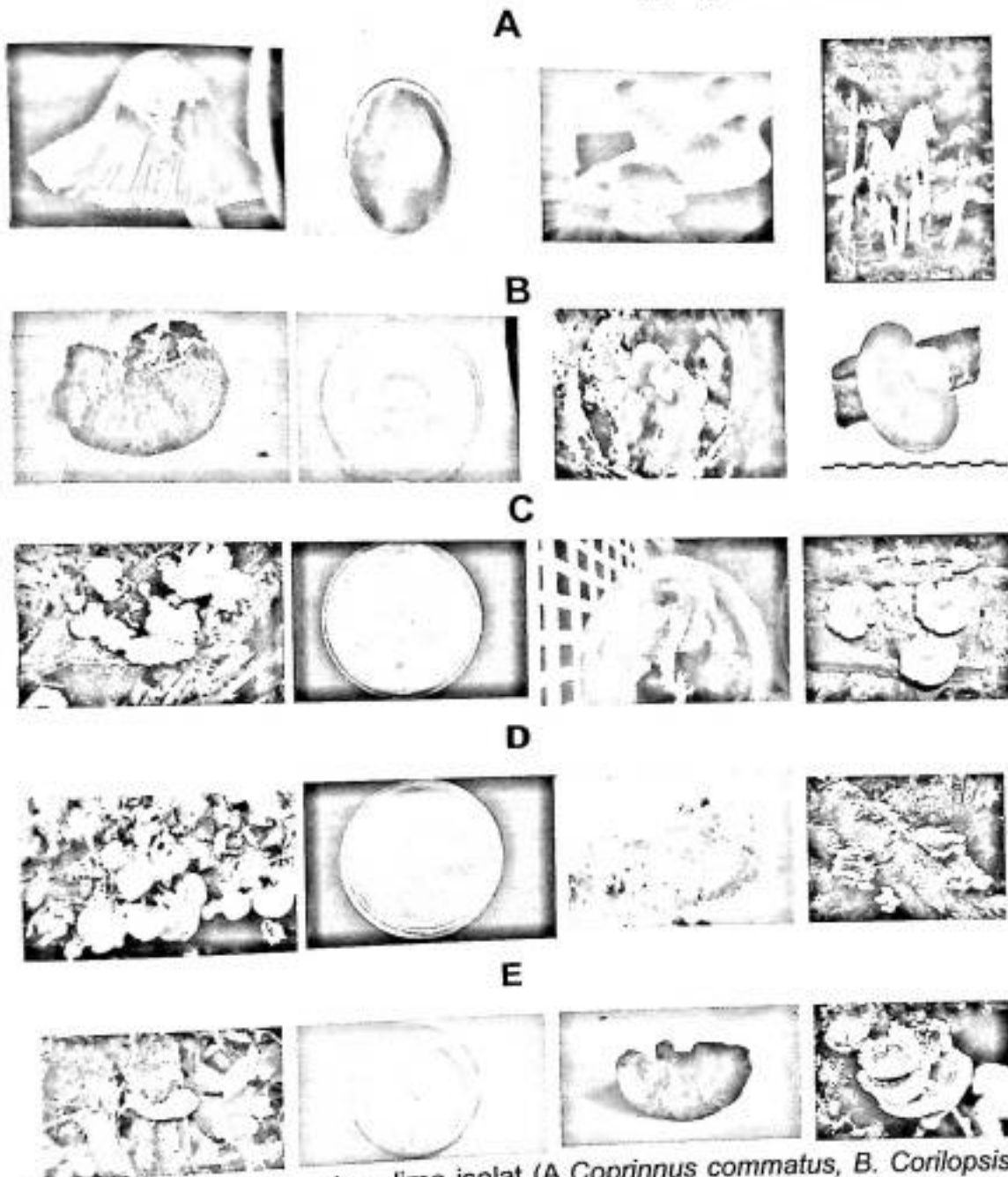
Lampiran 6. Hasil pengamatan pertumbuhan dan ranking pada ke-15 isolat jamur pelapuk putih pada media serbuk kayu.

Isolat	Tumbuh hari ke..	Memenuhi Spawn hari ke..	Ket	Ranking
1 BLK	17	43		
2 BLK	14	38		3
3 BLK	34	-		2
5 BLK	69	-		9
C MKS	45	90	1/2 botol	13
SPNG	21	73		8
1 MKS	10	25		4
3 MKS	23	90		1
5 MKS	37	-		5
6 MKS	72	-		10
8 MKS	67	82		14
10 MKS	78	-		6
18 MKS	62	-		15
19 MKS	42	-		12
20 MKS	23	90	1/2 botol	11
				7

Keterangan :

- BLK = Bulukumba  
MKS = Makassar  
SPNG = Soppeng  
Ranking = Berdasarkan kecepatan pertumbuhan dalam memenuhi spawn (botol bibit)

Lampiran 7. Pertumbuhan lima isolat jamur pelapuk putih di lapangan, cawan petri, baglog dan perbandingan gambar dari literature



Gambar 32. Pertumbuhan lima isolat (A. *Coprinus commatus*, B. *Coriopsis polyzona*, C. *Lentinus torulosus*, D. *Pleurotus ostreatus* dan E. *Trametes versicolor*) di lapangan, cawan petri, baglog dan perbandingan gambar dari literature





### Lampiran 8. Hasil sekuensing isolat 2 BLK menggunakan tiga jenis primer.

>1st\_BASE\_1204914\_NS2\_NS1P.ab1 (sekuensing 2 BLK dengan primer NS1)  
GAAAACGACCTGTTCTAGTATAACAGTTTGGTACTGTGAACTGCGAATGGCTCATTAAATCAGTTATAGTTTATTGGATGG  
TACCTTACTACATGKATRACTGYGGTAATCTAGAGCTAATACATGCATCAAGCCCGACTTCTGGGAGGGGTGTATTT  
ATTAGATAAAAAACCAACGGGTTCCCGCTCCATTGGTGATTCATAAATCTTCGAATCGCATGGCTTGTGCCGGC  
GATNCTTCAATCAAAATATCTGCCCTATCAACTTTCCGATGGTAGGATAGAGGCTACCATGGTTCAACGGGTAAACGGGA  
ATAMGTTTCGATTCCGGAGAGGGAGCCTGAGAAACGGCTACCACATCCAAGGAAGGCAGCAGGGCCGCAAATACCCAA  
TCTCTTAACGAGGAACAATTGGAGGCAAGTCTGGTGCCAGCAGCCGGTAATCCAGCTCCAATAGCGGTATATATAA  
GTTGTTGCAGTTAAAAAGCTCGTAGTTGAACCTTCAGACCTGGCCGGGCGGTCGGCTCACGGTGTGTACTGTCTGGCT  
GTCTTACCTCTGGTGGAGCCGGCATGCCCTTCACTGGGTGTGTCCGGGAACAGSACTTTTACCTTGAGAAATACAGT  
GTTCAAAGCAGGCATATGCCGAATACATTAGCATGGAATAAATAAATAGGACGTCCGGTCTATTITGTTGGTTCTAG  
AGTCCCGTAATGATTAATAGGATAGTTCGGGGCATTAGTATTCAGTTGCTAGAGGTGAAATTCCTGGATTACTGAG  
ACTAACTACTGCCAAAGCATTTGCCAAGGATTTTCCATTAATCAAGAACGAAAGTTAGGGGATCGAAAACGATCAGATA  
CCGTTGTAGTCTTAACAGTAAACTATGCCACTAGGGATCGGGCAGCTCAATCTTATGTGTCTGCGTCCGACCTACGAG  
AAATCAAAGTCTTTGGGTTCTGGGGGAGTATGGTCCAGGCTGAAACTTAAAGGAATTTGACGGAGGAA

>1st\_BASE\_1204915\_NS2\_NS4P.ab1 (sekuensing 2 BLK dengan primer NS4)  
ACCCCTGTCCATCTCCCGAGACCAAGACTTTGATTTCTCGTAAGGTGCCGAGCCACACATAAGATTGAGGTCCGCGC  
ATCCCTAGTCGGCATAGTTTACTGTTAAGACTACAACGGTATCTGATCGTTTTCGATCCCTAACCTTCGTTCTGATTA  
ATGAAAACATCCFTGGCAAATGCTTTCGCAGTAGTTAGTCTTCAGTAAATCCAAGATTCACCTCTAGCAACTGAATAC  
TATGCCCCCAACTATCCCTATTAATCATTACGGCGACTCTAGAAACCAAAATAGAACCCGACGTCCTATTTTATTA  
TTCCATGCTAATGTATTGGGCATATGCCCTGCTTGAACACTCTAATTTTCTCAAGSTAAAGTCCGTTCCCGGACAC  
ACCCAGTGAAGGGCATGCCGGCTCACCAAGAGGTAAGACCCAGAGCAGTACACACCGGTGAGGGCGGACCGCCGGCCA  
GGTCTGAAGTTCAACTACGAGCTTTTTAACTGCAACACTTTAATATACGCTATTGGAGTGGAAATACCGCGCTGCTG  
GCACCAGACTTGCCTCCAAATGTTCCCTCGTTAAGAGATTTAAATTTGACTCATTCCAAATATGAGACCCGAAAGAGCC  
CATATTGTTATTTATTTGCTACTACCTCCCGGTGTCGGGATGGGTAATTTCCGCGCTGCTGCCCTTCCTGGATGGTA  
GCGTTTTCTCAGGCTCCCTCTCCGGAATCSAACCTTATCCCGGTTACCGTTGAAACCATGGTAGGCTCTATCCTAC  
CATCGAAAGTTGATAGGGCAGATATTTGAATGAAGCATCGCCGGCACAAGGCCATGCGATTGAGAAAGTATTATGAATC  
ACCAATGGAGCGGCGAACCGGTTGGTTTTTATCTAATAATACACCCCTCCCGAAGTCCGGGCTTGATTGCATGTAT  
TAGCTCTAGAATTACCACAGTTATCCATGTAGCAAGGTACCATCAATAAATACTATAACTGATTTAATGAGCCATTCCGAG  
TTTACAGTACAACTTGTATTACTTAGACATGCATGGCTTAACTCTTGAGCAAGCCTATTGACTTCAA

>1st\_BASE\_1204918\_LR2\_LROR.ab1 (sekuensing 2 BLK dengan primer LROR)  
CAAAAGGGAGTAGGACTAACAGTTTCCCTAGTAACTGCGAGTGRGCGGAAAGCTCAAATTTAAATCTGGCGGTCT  
TTGGCCGTCOGAGTTGTAGTCTGGAGAAGTGTCTTCCCGCTGGACCGTGFACAAGTCTCTTGGAACAGAGCGTCATAGA  
GGGTGAGAATCCCGTCTTTGACACGGACTACCAAGTCTTTGTGATGGCTCTCAAAGAGTCCGATTTGTTGGAAATGCAG  
CTCAAAATGGGTGGTGAATTCATCTAAAGCTAAATATTGGCGAGAGCCGATAGCGAACAGTACCCTGAGGGAAAGAT  
GAAAAGCACTTTGGAAAGAGAGTAAACAGTACGTTGAAATTTGCTGAAAGGAAACGTTGAAATCAGTCCGCTTTCGCG  
AACTCAGCCTTGTCTCGGCTTGGTGCATTTCCGGATGACGGCCAGCATCGATTTTGACCGCCGAAAGGGTAGGAGA  
AATGTGGCACCTTCCGGTGTGTTATAGTCTCCTATCGCATAACGGGCTTGGATCGAGGAACGACCGCGCTTATGGCT  
GGGGTTCGCCCACATTCGGCTTAGGATGCTGGCATAAAGCTTTAAACGACCCGCTTGAACACCGAOCOAAGGAGTCT  
AACATACCTGCGAGTGTTTGGGTGGAAACCGGAGCGGTAAAGAAAGTGAAGTTGAGACCTCTGTCTGGAGGGCATC  
GACGCCCGGACTGACGTTCTCTGACGGATCCGGGTAGAGCATGTATGTTGGACCCGAAAGATGGTGAATATGCTCTG  
AATAGGGTGAAGCCGGAGGAACCTGGTGGAGGCTCGTAGCGATCTAACGTGCAAAATCGATCGTCAAATTTGGGTATA  
GGGGCGAAAGACTAATCCGAACCACTAATTAGCTGGTCTTCCCGAAATTTCCCTTCAGGAAAA

>1st\_BASE\_1204919\_LR2\_LR5.ab1 (sekuensing 2 BLK dengan primer LR5)  
AGGGCCCCGGGAGGGTTGATTTAGTCTTTCCGCCCTATADCCAAATTTGACGATCGAATTCACAGTCCAGAAATCGCTACGA  
GCCTCCACAGAGTTTCCCTCTGGCTTCACCCCTATTACGGENTAGTTCACCATCTTTCGGGTCCCAACATACATGCTCTAC  
CGGGATCCGCTCAGAGAACGTCAGGTCCGGGCGTCCGATGCCCTCCACGACAGAGGTCTCAACTTTCACCTTTCATTACGGC  
CTCGGGTTTTCCACCCAAACACTCCGAGGTATGTTAGACTCCTTGGTCCGTTTCAAGACGGGTGCTTTAAAGCCATTA  
TGCCAGCATCCTAAGCGGAATGTGGGCGAACCCAGCATAAGGCGGCTGCGTTCTCGATCCCAACCGCGGTATGCG  
ATAGGAGACTATAACACACCCGAGGAGGTGCCACATTTCTCCTACCTTTTCCGGGCTCAAATCGATGCTGGCCGCTCAT  
CCGGAAAGTGCACCAAGCCGAAAGCAAGGCTGAGTTCGGGCAACCGGACTGACTTCAAGCGTTTCCCTTCAGCAATTC  
ACGTTACTGTTAACTCTCTTTCCAAAGTGTCTTTCATCTTTCCCTCACGGTACTTGTTCGCTATCGGCTCTCGCCAAATA  
TTTAGCTTTAGATGGAATTCACCACCCATTTTGGAGCTGCATTTCCCAACAACCTCGACTCTTTGAGAGCGCATCAAAAGC  
ACTGGTAGTCCGTGTCAAAGACGGGATTTCTACCCCTCTATGACGCTCTGTTCCAAAGGACTTTGACACGGTCCAGCGCG  
AAAGCACTTCTCCAGACTACANCTCGGRCGGCCAAAGACCGCCAGATTTAAATTTGAGCTTTCCCGCTTCACTCGCAG  
TTACTAGGGGAAATCCTTGTAGTCTTTCCCTCCGCTATTGATATGCTTAAGTTCCACCGGTTAA



Lampiran 9. Rerata hasil pengukuran pH, Suhu, ADF/NDF, Lignin, Selulosa dan Hemiselulosa pada lima Isolat terpilih dengan masa inkubasi 10, 20 dan 30 hari.

Isolat	Inkubasi	pH	Suhu (°C)	ADF NDF Lignin Selulosa Hemiselulosa (%)				
				ADF	NDF	Lignin	Selulosa	Hemiselulosa
Kontrol	0	7,19	25	87,09	98,50	30,70	55,27	11,41
<i>Caprinus</i>	10	7,21	26	83,67	93,89	30,48	53,16	10,23
	20	7,70	25	84,72	94,60	18,42	52,42	9,87
	30	7,34	25	81,07	92,51	13,75	52,08	9,80
<i>Coriolopsis</i>	10	7,3	26	77,12	88,47	28,52	52,90	11,35
	20	7,27	25	80,98	92,54	21,93	52,25	10,89
	30	5,69	25	77,13	93,91	20,37	51,31	10,78
<i>Trametes</i>	10	7,26	26	71,26	88,65	28,27	38,84	8,83
	20	7,19	25	87,56	94,84	27,51	35,59	8,28
	30	7,24	25	86,24	91,74	24,61	36,15	8,06
<i>Pleurotus</i>	10	7,51	25	88,23	95,13	30,93	54,81	8,57
	20	7,01	25	88,54	98,65	25,39	52,94	7,78
	30	6,75	25	86,49	95,57	23,68	45,32	7,09
<i>Lentinus</i>	10	7,25	25	85,42	98,15	32,52	54,89	11,06
	20	6,74	25	81,79	91,95	28,42	52,02	10,16
	30	6,71	25	81,10	91,69	22,21	52,30	9,93

Keterangan :

ADF = Acid Detergen Fiber  
NDF = Neutral Detergen Fiber



Lampiran 10. Data pengamatan kadar lignin (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Kadar Lignin (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	9,96	11,01	10,18	31,15	10,38
A1a	9,03	9,89	10,79	29,71	9,90
A1b	8,92	8,88	8,24	26,04	8,68
A2a	7,56	8,12	8,69	24,37	8,12
A2b	7,13	6,44	6,48	20,05	6,68
A3a	8,23	8,65	8,34	25,22	8,41
A3b	6,08	6,70	7,15	19,93	6,64
B1a	10,11	9,58	10,06	29,75	9,92
B1b	8,83	9,24	8,67	26,74	8,91
B2a	8,21	9,22	8,16	25,59	8,53
B2b	7,48	8,10	7,24	22,82	7,61
B3a	9,05	8,26	7,89	25,20	8,40
B3b	8,47	8,12	7,36	23,95	7,98
C1a	8,26	9,33	8,61	26,20	8,73
C1b	9,19	9,02	7,25	25,46	8,49
C2a	8,24	8,06	8,33	24,63	8,21
C2b	7,95	8,02	8,41	24,38	8,13
C3a	9,01	8,14	8,48	25,63	8,54
C3b	7,34	8,32	8,55	24,21	8,07
<b>Total</b>	<b>159,05</b>	<b>163,10</b>	<b>158,80</b>	<b>481,032</b>	<b>160,34</b>

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Corioloopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Corioloopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Corioloopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Corioloopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Corioloopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Corioloopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari

Lampiran 11. Sidik ragam kadar lignin substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	48,285	2,682	9,152**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	11,970	11,970	40,836**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	2,117	2,117	7,222*	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	0,348	0,348	1,188 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	0,748	0,748	2,553 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C5 (A5% Vs A7,5%)	1	10,697	10,697	36,495**	4,1	7,350
C6 (A5% Vs A10%)	1	9,363	9,363	31,944**	4,1	7,350
C7 (A7,5% Vs A10%)	1	0,044	0,044	0,152 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C8 (A15 hari Vs A30 hari)	1	5,441	5,441	18,561**	4,1	7,350
C9 (B5% Vs B7,5%)	1	4,490	4,490	15,317**	4,1	7,350
C10 (B5% Vs B10%)	1	0,046	0,046	0,156 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C11 (B7,5% Vs B10%)	1	0,585	0,585	1,996 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C12 (B15 hari Vs B30 hari)	1	0,28	0,280	0,955 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C13 (C5% Vs C7,5%)	1	0,057	0,057	0,196 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C14 (C5% Vs C10%)	1	9,797	9,798	33,426**	4,1	7,350
C15 (C7,5% Vs C10%)	1	2,745	2,746	9,367**	4,1	7,350
C16 (C15 hari Vs C30 hari)	1	0,322	0,323	1,101 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
Galat	38	11,139	0,293			
Total	56	59,423				

$$KK = 0,34\%$$

Keterangan :

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 12. Data pengamatan kadar selulosa (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Kadar Selulosa (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	41,39	40,16	40,65	122,20	40.73
A1a	41,02	39,56	39,04	119,62	39.87
A1b	38,28	38,92	39,03	116,23	38.74
A2a	39,06	39,73	38,55	117,34	39.11
A2b	40,26	39,39	38,85	118,50	39.50
A3a	40,27	40,03	41,66	121,96	40.65
A3b	38,42	38,29	39,20	115,91	38.64
B1a	38,45	30,24	32,57	101,26	33.75
B1b	35,76	32,30	32,25	100,31	33.44
B2a	37,44	36,13	38,26	111,83	37.28
B2b	30,49	31,87	31,06	93,42	31.14
B3a	38,27	38,4	38,07	114,74	38.25
B3b	33,15	35,52	33,31	101,98	33.99
C1a	32,26	32,17	31,4	95,83	31.94
C1b	25,66	27,81	25,93	79,40	26.47
C2a	33,37	33,58	31,29	98,24	32.75
C2b	28,18	27,96	27,55	83,69	27.90
C3a	33,58	35,22	35,71	104,51	34.84
C3b	28,17	29,19	28,11	85,47	28.49
Total	673,48	666,47	662,49	2002,44	667.48

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari

**Lampiran 13.** Sidik ragam kadar selulosa substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	1105,207	61,400	34,562**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	99,406	99,406	55,955**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	205,540	205,540	115,697**	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	162,138	162,138	91,266**	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	732,785	732,785	412,479**	4,1	7,350
C5 (A5% Vs A7,5%)	1	0,000	0,000	0,000 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C6 (A5% Vs A10%)	1	0,340	0,340	0,191 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C7 (A7,5% Vs A10%)	1	0,343	0,343	0,193 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C8 (A15 hari Vs A30 hari)	1	1,129	1,129	0,635 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C9 (B5% Vs B7,5%)	1	19,127	19,127	10,766**	4,1	7,350
C10 (B5% Vs B10%)	1	10,963	10,963	6,171*	4,1	7,350
C11 (B7,5% Vs B10%)	1	3,741	3,741	2,106 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C12 (B15 hari Vs B30 hari)	1	18,130	18,130	10,205**	4,1	7,350
C13 (C5% Vs C7,5%)	1	5,400	5,400	3,040 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C14 (C5% Vs C10%)	1	3,809	3,809	2,144 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C15 (C7,5% Vs C10%)	1	57,316	57,316	32,263**	4,1	7,350
C16 (C15 hari Vs C30 hari)	1	139,000	139,000	78,242**	4,1	7,350
Galat	38	67,508	1,777			
Total	56	1172,715				

$$KK = 0,20\%$$

Keterangan :

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 14. Data pengamatan kadar hemiselulosa (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Kadar Hemiselulosa (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	28,05	22,12	22,36	72,53	24,18
A1a	22,17	22,68	20,79	65,64	21,88
A1b	23,14	23,27	21,75	68,16	22,72
A2a	18,32	20,18	18,42	56,92	18,97
A2b	20,23	21,70	20,38	62,31	20,77
A3a	12,02	9,88	9,34	31,24	10,41
A3b	19,71	26,67	25,91	72,29	24,10
B1a	18,22	16,37	18,03	52,62	17,54
B1b	13,26	13,27	12,92	39,45	13,15
B2a	10,27	11,28	11,30	32,85	10,95
B2b	12,42	10,27	11,28	33,97	11,32
B3a	12,02	9,88	9,34	31,24	10,41
B3b	16,59	16,31	18,05	50,95	16,98
C1a	8,24	10,73	8,54	27,51	9,17
C1b	16,17	16,1	17,23	49,50	16,50
C2a	9,18	9,76	10,02	28,96	9,65
C2b	18,08	18,33	16,26	52,67	17,56
C3a	3,23	10,01	7,53	20,77	6,92
C3b	16,59	16,31	18,05	50,95	16,98
Total	303,91	305,12	299,53	908,56	302,85

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari

**Lampiran 15.** Sidik ragam kadar hemiselulosa substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	1489,370	82,743	37,915**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	214,853	214,853	98,451**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	370,434	370,434	169,742**	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	0,201	0,201	0,092 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	387,893	387,893	177,742**	4,1	7,350
C5 (A5% Vs A7,5%)	1	17,690	17,690	8,106**	4,1	7,350
C6 (A5% Vs A10%)	1	76,356	76,356	34,988**	4,1	7,350
C7 (A7,5% Vs A10%)	1	20,541	20,541	9,412**	4,1	7,350
C8 (A15 hari Vs A30 hari)	1	53,130	53,130	24,346**	4,1	7,350
C9 (B5% Vs B7,5%)	1	8,135	8,135	3,727 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C10 (B5% Vs B10%)	1	19,686	19,686	9,021**	4,1	7,350
C11 (B7,5% Vs B10%)	1	1,779	1,779	0,815 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C12 (B15 hari Vs B30 hari)	1	0,626	0,626	0,287 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C13 (C5% Vs C7,5%)	1	0,295	0,295	0,135 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C14 (C5% Vs C10%)	1	133,171	133,171	61,022**	4,1	7,350
C15 (C7,5% Vs C10%)	1	3,260	3,260	1,494 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C16 (C15 hari Vs C30 hari)	1	255,757	255,757	117,194**	4,1	7,350
Galat	38	82,929	2,182			
Total	56	1572,299				

KK = 0,49%

Keterangan :

SK	=	Sumber Kergaman
DB	=	Derajat Bebas
JK	=	Jumlah Kuadrat
KT	=	Kuadrat Tengah
*	=	Berpengaruh Nyata
**	=	Berpengaruh sangat nyata
ns	=	Tidak berpengaruh nyata ( <i>non significant</i> )
KK	=	Koefisien keragaman





Lampiran 16. Data pengamatan kandungan protein kasar (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Protein Kasar (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	5,92	3,69	3,37	12,98	4,33
A1a	8,59	8,34	7,60	24,53	8,18
A1b	8,45	8,19	8,03	24,67	8,22
A2a	9,15	8,44	8,57	26,16	8,72
A2b	8,80	9,63	8,90	27,33	9,11
A3a	9,56	9,25	9,71	28,52	9,51
A3b	10,65	10,48	10,18	31,31	10,44
B1a	6,57	6,29	7,23	20,09	6,70
B1b	7,16	7,22	6,38	20,76	6,92
B2a	7,45	7,55	7,30	22,30	7,43
B2b	7,42	7,26	7,30	21,98	7,33
B3a	9,08	10,23	8,20	27,51	9,17
B3b	9,83	10,92	9,01	29,76	9,92
C1a	6,28	5,99	6,48	18,75	6,25
C1b	7,81	7,59	6,93	22,33	7,44
C2a	8,69	8,36	9,01	26,06	8,69
C2b	9,26	8,95	8,49	26,70	8,90
C3a	9,68	9,34	10,25	29,27	9,76
C3b	10,7	10,82	9,57	31,09	10,36
Total	161,05	158,54	152,51	472,10	157,37

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari

**Lampiran 17.** Sidik ragam kandungan protein kasar substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	132,109	7,339	21,987**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	49,553	49,553	148,446**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	11,245	11,245	33,686**	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	3,868	3,868	11,587**	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	1,923	1,923	5,760*	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	1,534	1,534	4,594*	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	9,416	9,416	28,209**	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	3,350	3,350	10,035**	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	0,980	0,980	2,937 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	22,468	22,468	67,308**	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	14,062	14,062	42,125**	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	11,369	11,369	34,057**	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	30,977	30,977	92,797**	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	4,813	4,813	14,419**	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	0,934	0,934	2,798 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	0,376	0,376	1,125 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	2,027	2,027	6,072*	4,1	7,350
Galat	38	12,685	0,334			
Total	56	144,794				

$$KK = 0,37\%$$

Keterangan :

SK	=	Sumber Kergaman
DB	=	Derajat Bebas
JK	=	Jumlah Kuadrat
KT	=	Kuadrat Tengah
*	=	Berpengaruh Nyata
**	=	Berpengaruh sangat nyata
ns	=	Tidak berpengaruh nyata ( <i>non significant</i> )
KK	=	Koefisien keragaman

Lampiran 18. Data pengamatan kandungan lemak kasar (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	3,6	1,20	2,53	7,33	2,44
A1a	1,15	1,93	1,54	4,62	1,54
A1b	1,38	1,26	1,81	4,45	1,48
A2a	1,21	1,05	0,88	3,14	1,05
A2b	0,50	1,06	1,42	2,98	0,99
A3a	0,63	0,77	1,03	2,42	0,81
A3b	1,11	0,82	0,73	2,66	0,89
B1a	1,32	1,11	1,82	4,25	1,42
B1b	1,40	0,75	0,82	2,97	0,99
B2a	0,56	0,72	0,63	1,91	0,64
B2b	0,13	0,55	0,97	1,65	0,55
B3a	0,562	0,68	0,28	1,52	0,51
B3b	0,35	0,66	0,27	1,28	0,43
C1a	1,225	1,26	0,989	3,47	1,16
C1b	0,957	0,961	0,883	2,80	0,93
C2a	0,952	0,916	1,033	2,90	0,97
C2b	0,22	1,13	0,934	2,28	0,76
C3a	0,94	0,14	0,99	2,07	0,69
C3b	0,604	0,632	0,649	1,89	0,63
Total	18,80	17,60	20,20	56,60	18,87

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari



**Lampiran 19.** Sidik ragam kandungan lemak kasar substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	12,182	0,677	4,264**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	6,661	6,661	41,966**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	1,244	1,244	7,837**	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	0,093	0,093	0,588 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	0,656	0,656	4,132 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	0,725	0,725	4,569*	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	1,324	1,324	8,342**	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	0,089	0,089	0,564 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	1,116	1,116	7,033*	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	1,627	1,627	10,248**	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	0,048	0,048	0,302 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	0,099	0,099	0,624 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	0,449	0,449	2,826 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	0,126	0,126	0,794 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	0,000	0,000	0,003 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	0,176	0,176	1,111 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	0,121	0,121	0,762 <sup>NS</sup>	4,1	7,350
Galat	38	6,031	0,159	4,264*		
Total	56	18,214				

KK = 2,11%

**Keterangan :**

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 20. Data pengamatan kandungan serat kasar (%) substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Serat Kasar (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	27,69	31,28	27,36	86,33	28,78
A1a	25,33	25,16	24,86	75,35	25,12
A1b	24,61	25,54	25,52	75,67	25,22
A2a	23,44	23,47	23,10	70,01	23,34
A2b	23,25	23,28	22,99	69,52	23,17
A3a	15,40	18,92	20,93	55,25	18,42
A3b	15,95	17,91	15,92	49,79	16,60
B1a	23,10	22,42	22,74	68,26	22,75
B1b	20,94	21,03	20,63	62,60	20,87
B2a	18,27	18,25	19,66	56,18	18,73
B2b	18,34	18,37	19,06	55,77	18,59
B3a	16,99	17,38	17,26	51,63	17,21
B3b	16,62	16,41	17,119	50,15	16,72
C1a	25,392	25,45	26,33	77,17	25,72
C1b	23,457	23,163	22,144	68,76	22,92
C2a	22,371	22,07	21,283	65,72	21,91
C2b	20,946	21,342	20,935	63,22	21,07
C3a	20,74	21,324	22,704	64,77	21,59
C3b	18,55	19,428	18,273	56,25	18,75
Total	401,39	412,20	408,81	1222,39	407,46

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari



**Lampiran 21.** Sidik ragam kandungan serat kasar substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Corioloopsis polyzona* dengan level 5, 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	620,321	34,462	36,534**	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	170,197	170,197	180,431**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	54,990	54,990	58,296**	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	0,355	0,355	0,377 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	64,184	64,184	68,043**	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	29,783	29,783	31,574**	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	55,547	55,547	58,887**	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	3,983	3,983	4,222*	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	10,999	10,999	11,661**	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	202,040	202,040	214,188**	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	118,756	118,756	125,897**	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	24,052	24,052	25,498**	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	51,738	51,738	54,849**	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	5,238	5,238	5,553*	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	7,400	7,400	7,845**	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	0,152	0,152	0,161 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	20,965	20,965	22,226**	4,1	7,350
Galat	38	35,845	0,943			
Total	56	656,166				

KK = 0,24%

Keterangan :

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 22. Data pengamatan kandungan BETN substrat jerami padi dengan level 5, 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	BETN (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	42,46	39,96	45,94	128,36	42,79
A1a	47,047	46,995	48,37	142,41	47,47
A1b	47,615	48,636	48,28	144,54	48,18
A2a	53,229	53,8799	55,659	162,77	54,26
A2b	53,331	52,259	51,19	156,78	52,26
A3a	64,311	61,47	58,297	184,08	61,36
A3b	61,93	60,616	62,818	185,36	61,79
B1a	44,269	47,328	43,6	135,20	45,07
B1b	46,01	46,134	47,231	139,38	46,46
B2a	48,847	48,9538	50,303	148,10	49,37
B2b	50,049	50,36	50,118	150,53	50,18
B3a	63,948	59,529	58,831	182,31	60,77
B3b	62,44	58,7	62,841	183,98	61,33
C1a	45,643	45,78	45,251	136,67	45,56
C1b	47,736	49,026	50,953	147,72	49,24
C2a	49,187	50,404	51,404	151,00	50,33
C2b	50,324	51,978	51,451	153,75	51,25
C3a	58,15	58,956	55,536	172,64	57,55
C3b	59,596	58,22	61,038	178,85	59,62
Total	996,12	989,18	999,11	2984,42	994,81

Keterangan :

A1a	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 15 hari	B2b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 30 hari
A1b	<i>Coprinus comatus</i> 5% inkubasi 30 hari	B3a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 15 hari
A2a	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 15 hari	B3b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 10% inkubasi 30 hari
A2b	<i>Coprinus comatus</i> 7,5% inkubasi 30 hari	C1a	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 15 hari
A3a	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 15 hari	C1b	<i>Lentinus torulosus</i> 5% inkubasi 30 hari
A3b	<i>Coprinus comatus</i> 10% inkubasi 30 hari	C2a	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 15 hari
B1a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 15 hari	C2b	<i>Lentinus torulosus</i> 7,5% inkubasi 30 hari
B1b	<i>Coriolopsis polyzona</i> 5% inkubasi 30 hari	C3a	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 15 hari
B2a	<i>Coriolopsis polyzona</i> 7,5% inkubasi 15 hari	C3b	<i>Lentinus torulosus</i> 10% inkubasi 30 hari

**Lampiran 23.** Sidik ragam kandungan BETN substrat jerami padi dan uji kontras pada isolat *Corioloopsis polyzona* dengan level 5, 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	2101,036	116,724	43,710	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	290,112	290,112	108,639	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	36,888	36,888	13,813	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	0,036	0,036	0,014	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	34,613	34,613	12,962	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	88,536	88,536	33,154	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	567,105	567,105	212,366	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	207,493	207,493	77,701	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	48,235	48,235	18,063	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	701,001	701,001	262,506	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	381,469	381,469	142,850	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	34,541	34,541	12,935	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	375,279	375,279	140,532	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	182,115	182,115	68,197	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	0,371	0,371	0,139	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	3,803	3,803	1,424	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	22,247	22,247	8,331	4,1	7,350
Galat	38	101,476	2,670			
Total	56	2202,512				

$$KK = 0,16\%$$

**Keterangan :**

SK	=	Sumber Kergaman
DB	=	Derajat Bebas
JK	=	Jumlah Kuadrat
KT	=	Kuadrat Tengah
*	=	Berpengaruh Nyata
**	=	Berpengaruh sangat nyata
ns	=	Tidak berpengaruh nyata ( <i>non significant</i> )
KK	=	Koefisien keragaman





Lampiran 24. Data pengamatan kecernaan bahan kering *in vitro* substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Kec Bahan Kering (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	39,41	32,11	32,48	104,00	34,67
A1a	40,27	52,18	40,79	133,24	44,41
A1b	39,33	42,17	39,02	120,52	40,17
A2a	45,57	45,3	45,18	136,05	45,35
A2b	40,51	45,52	44,13	130,16	43,39
A3a	40,67	52,33	52,67	145,67	48,56
A3b	38,41	52,21	53,64	144,26	48,09
B1a	42,71	40,38	41,15	124,24	41,41
B1b	43,29	40,37	40,18	123,84	41,28
B2a	45,18	43,25	43,17	131,60	43,87
B2b	40,78	45,3	45,08	131,16	43,72
B3a	47,00	45,77	43,41	136,18	45,39
B3b	45,90	42,15	45,6	133,65	44,55
C1a	40,11	46,75	46,39	133,25	44,42
C1b	42,01	45,23	40,19	127,43	42,48
C2a	42,27	39,14	40,17	121,58	40,53
C2b	40,58	41,44	40,18	122,20	40,73
C3a	43,22	42,37	43,1	128,69	42,90
C3b	42,81	44,01	42,96	129,78	43,26
Total	800,03	837,98	819,49	2457,50	819,17

Keterangan :

- A1a *Coprinus comatus* 5% inkubasi 15 hari
- A1b *Coprinus comatus* 5% inkubasi 30 hari
- A2a *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 15 hari
- A2b *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 30 hari
- A3a *Coprinus comatus* 10% inkubasi 15 hari
- A3b *Coprinus comatus* 10% inkubasi 30 hari
- B1a *Coriolopsis polyzona* 5% inkubasi 15 hari
- B1b *Coriolopsis polyzona* 5% inkubasi 30 hari
- B2a *Coriolopsis polyzona* 7,5% inkubasi 15 hari

- B2b *Coriolopsis polyzona* 7,5% inkubasi 30 hari
- B3a *Coriolopsis polyzona* 10% inkubasi 15 hari
- B3b *Coriolopsis polyzona* 10% inkubasi 30 hari
- C1a *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 15 hari
- C1b *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 30 hari
- C2a *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 15 hari
- C2b *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 30 hari
- C3a *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 15 hari
- C3b *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 30 hari



Lampiran 25. Sidik ragam pencernaan bahan kering *in vitro* substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	510,294	28,350	2,308*	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	225,967	225,967	18,399**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	23,733	23,733	1,932 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	8,742	8,742	0,712 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	61,283	61,283	4,990*	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	12,917	12,917	1,052 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	109,022	109,022	8,877**	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	46,887	46,887	3,818 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	17,959	17,959	1,462 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	39,422	39,422	3,210 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	4,165	4,165	0,339 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	23,801	23,801	1,938 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	0,407	0,407	0,033 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	17,983	17,983	1,464 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	22,267	22,267	1,813 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	0,631	0,631	0,051 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	0,938	0,938	0,076 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
Galat	38	466,686	12,281			
Total	56	976,979				

$$KK = 0,43\%$$

Keterangan :

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 26. Data pengamatan pencernaan bahan organik *in vitro* substrat jerami padi dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

Perlakuan	Kec Bahan Organik (%)			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	37,85	30,17	30,1	98,12	32,71
A1a	38,55	38,24	39,11	115,90	38,63
A1b	39,57	38,26	38,71	116,54	38,85
A2a	42,91	42,86	42,59	128,36	42,79
A2b	45,52	43,88	40,59	129,99	43,33
A3a	38,25	45,7	48,29	132,24	44,08
A3b	40,4	45,36	45,29	131,05	43,68
B1a	42,37	40,15	40,1	122,62	40,87
B1b	43,76	38,99	38,78	121,53	40,51
B2a	39,55	40,7	40,65	120,90	40,30
B2b	43	40,28	42,16	125,44	41,81
B3a	41,57	41,25	42,2	125,02	41,67
B3b	40,81	39,22	40,13	120,16	40,05
C1a	38,29	42,58	42,15	123,02	41,01
C1b	39,75	40,78	40,06	120,59	40,20
C2a	38,11	38,5	38,06	114,67	38,22
C2b	48,65	40,99	32,79	122,43	40,81
C3a	39,78	39,3	43,28	122,36	40,79
C3b	41,42	40,28	38,05	119,75	39,92
Total	780,11	767,49	763,09	2310,69	770,23

Keterangan :

A1a *Coprinus comatus* 5% inkubasi 15 hari  
 A1b *Coprinus comatus* 5% inkubasi 30 hari  
 A2a *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 15 hari  
 A2b *Coprinus comatus* 7,5% inkubasi 30 hari  
 A3a *Coprinus comatus* 10% inkubasi 15 hari  
 A3b *Coprinus comatus* 10% inkubasi 30 hari  
 B1a *Coriolopsis polyzona* 5% inkubasi 15 hari  
 B1b *Coriolopsis polyzona* 5% inkubasi 30 hari  
 B2a *Coriolopsis polyzona* 7,5% inkubasi 15 hari

B2b *Coriolopsis polyzona* 7,5% inkubasi 30 hari  
 B3a *Coriolopsis polyzona* 10% inkubasi 15 hari  
 B3b *Coriolopsis polyzona* 10% inkubasi 30 hari  
 C1a *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 15 hari  
 C1b *Lentinus torulosus* 5% inkubasi 30 hari  
 C2a *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 15 hari  
 C2b *Lentinus torulosus* 7,5% inkubasi 30 hari  
 C3a *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 15 hari  
 C3b *Lentinus torulosus* 10% inkubasi 30 hari



Lampiran 27. Sidik ragam pencernaan bahan organik *in vitro* substrat jerami padi dan uji kontras dengan level 5; 7,5 dan 10% pada masa inkubasi 15 dan 30 hari.

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel	
					5%	1%
Perlakuan	18	337,934	18,774	2,356*	1,89	2,46
C1 (Kontrol Vs A,B,C)	1	194,232	194,232	24,375**	4,1	7,350
C2 (A Vs B)	1	9,415	9,415	1,182 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C3 (B Vs C)	1	4,587	4,587	0,576 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C4 (A Vs C)	1	27,144	27,144	3,406 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C5 (A5% Vs B5%)	1	55,944	55,944	7,021*	4,1	7,350
C6 (B5% Vs C5%)	1	79,310	79,310	9,953**	4,1	7,350
C7 (A5% Vs C5%)	1	2,034	2,034	0,255 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C8 (A7,5% Vs B7,5%)	1	0,400	0,400	0,050 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C9 (B7,5% Vs C7,5%)	1	0,088	0,088	0,011 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C10 (A7,5% Vs C7,5%)	1	0,112	0,112	0,014 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C11 (A10%Vs B10%)	1	3,532	3,532	0,443 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C12 (B10% Vs C10%)	1	0,188	0,188	0,024 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C13 (A10% Vs C10%)	1	2,092	2,092	0,262 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C14 (A15 hari Vs A30 hari)	1	0,065	0,065	0,008 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C15 (B15 hari Vs B 30 hari)	1	0,110	0,110	0,014 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
C16 (C 15 hari Vs C30 hari)	1	0,411	0,411	0,052 <sup>ns</sup>	4,1	7,350
Galat	38	302,798	7,968			
Total	56	640,732				

$$KK = 0,37\%$$

Keterangan :

- SK = Sumber Kergaman
- DB = Derajat Bebas
- JK = Jumlah Kuadrat
- KT = Kuadrat Tengah
- \* = Berpengaruh Nyata
- \*\* = Berpengaruh sangat nyata
- ns = Tidak berpengaruh nyata (*non significant*)
- KK = Koefisien keragaman

Lampiran 28. Data pengamatan konsumsi bahan kering dan bahan organik 4 jenis ransum perlakuan pada ternak kambing.

Perlakuan	Kelompok	Konsumsi Segar		Konsumsi BK		Total BK	Konsumsi B.O		Total BO
		JPF	RG	JPF	RG		JPF	RG	
R1	1	0,00	510,14	0,00	119,27	119,27	0,00	101,55	101,55
	2	0,00	654,56	0,00	153,04	153,04	0,00	130,29	130,29
	3	0,00	1029,50	0,00	240,70	240,70	0,00	204,93	204,93
	<b>Rata-rata</b>	<b>0,00</b>	<b>731,40</b>	<b>0,00</b>	<b>171,00</b>	<b>171,00</b>	<b>0,00</b>	<b>145,59</b>	<b>145,59</b>
R2	1	84,48	414,02	58,31	96,80	155,11	43,61	82,41	126,02
	2	113,28	467,16	78,19	109,22	187,41	58,48	92,99	151,47
	3	86,50	409,62	59,70	95,77	155,47	44,65	81,54	126,19
	<b>Rata-rata</b>	<b>94,75</b>	<b>430,27</b>	<b>65,40</b>	<b>100,60</b>	<b>166,00</b>	<b>48,91</b>	<b>85,65</b>	<b>134,56</b>
R3	1	154,26	141,38	106,47	33,05	139,52	79,63	28,14	107,77
	2	236,84	200,22	163,47	46,81	210,28	122,26	39,86	162,11
	3	310,52	178,92	214,32	41,83	256,15	160,29	35,62	195,91
	<b>Rata-rata</b>	<b>233,87</b>	<b>173,51</b>	<b>161,42</b>	<b>40,57</b>	<b>201,99</b>	<b>120,73</b>	<b>34,54</b>	<b>155,26</b>
R4	1	237,22	0,00	163,73	0,00	163,73	122,45	0,00	122,45
	2	201,62	0,00	139,16	0,00	139,16	104,08	0,00	104,08
	3	445,94	0,00	307,79	0,00	307,79	230,19	0,00	230,19
	<b>Rata-rata</b>	<b>294,93</b>	<b>0,00</b>	<b>203,56</b>	<b>0,00</b>	<b>203,56</b>	<b>152,24</b>	<b>0,00</b>	<b>152,24</b>

Keterangan :

- R1 = 100% Rumput Gajah
- R2 = 70% Rumput Gajah + 30% Jerami Padi Fermentasi
- R3 = 30% Rumput Gajah + 70% Jerami Padi Fermentasi
- R4 = 100% Jerami Padi Fermentasi
- RG = Rumput Gajah
- JPF = Jerami padi fermentasi
- BK = Bahan Kering
- BO = Bahan Organik

Lampiran 29. Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap konsumsi bahan kering menggunakan program SPSS.

		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumput Gajah	3
	2	70% Rumput Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumput Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:KonsBK

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	22891.397 <sup>a</sup>	5	4578.279	2.160	.188
Intercept	413524.279	1	413524.279	195.062	.000
Ransum	3565.345	3	1188.448	.561	.660
Blok	19326.052	2	9663.026	4.558	.063
Error	12719.753	6	2119.959		
Total	449135.429	12			
Corrected Total	35611.150	11			

## Blok

KonsBK

Duncan

Blok	N	Subset	
		1	2
1	4	1.4441E2	
2	4	1.7247E2	1.7247E2
3	4		2.4003E2
Sig.		.422	.083

Lampiran 30. Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap konsumsi bahan organik menggunakan program SPSS.

		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumput Gajah	3
	2	70% Rumput Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumput Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:KonsBO

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12555.495 <sup>a</sup>	5	2511.099	1.992	.213
Intercept	259003.462	1	259003.462	205.458	.000
Ransum	757.434	3	252.478	.200	.893
Blok	11798.061	2	5899.031	4.679	.060
Error	7563.703	6	1260.617		
Total	279122.660	12			
Corrected Total	20119.198	11			

a. R Squared = .624 (Adjusted R Squared = .311)

## Blok

### KonsBO

Duncan

Blok	N	Subset	
		1	2
1	4	1.1445E2	
2	4	1.3699E2	1.3699E2
3	4		1.8930E2
Sig.		.404	.082



Lampiran 31. Data pengamatan kecernaan bahan kering (%) dan bahan organik (%) empat jenis ransum perlakuan pada ternak kambing.

Perlakuan	KLP	Konsumsi Segar			% BK			Total			% B.O			Total			Feses			Kecernaan		
		JPF	RG	JPF	JPF	RG	BK	BK	BO	BO	RG	RG	BO	BO	Segar	BK	BO	BO	BK	BO		
R1	1	0.000	510.140	0.000	119.271	119.271	119.271	0.000	101.547	101.547	193.400	92.465	73.287	22.475	27.829							
	2	0.000	654.560	0.000	153.036	153.036	153.036	0.000	130.295	130.295	140.625	67.233	53.289	56.067	59.101							
	3	0.000	1029.500	0.000	240.697	240.697	240.697	0.000	204.930	204.930	252.075	120.517	95.522	49.930	53.388							
Rata-rata		0.000	731.400	0.000	171.001	171.001	171.001	0.000	145.591	145.591	195.367	93.405	74.033	42.824	46.773							
R2	1	84.480	414.020	58.308	96.798	155.106	155.106	43.609	82.414	126.022	156.375	74.763	59.257	51.799	52.979							
	2	113.280	467.160	78.186	109.222	187.408	187.408	58.475	92.992	151.467	179.950	86.034	68.191	54.093	54.980							
	3	86.500	409.620	59.702	95.769	155.471	155.471	44.651	81.538	126.189	223.300	106.760	84.618	31.332	32.944							
Rata-rata		94.753	430.267	65.399	100.596	165.995	165.995	48.912	85.648	134.559	186.542	89.186	70.688	45.741	46.967							
R3	1	154.260	141.380	106.470	33.055	139.525	139.525	79.629	28.143	107.772	169.475	81.026	64.221	41.927	40.410							
	2	236.840	200.220	163.467	46.811	210.278	210.278	122.257	39.855	162.112	258.150	123.422	97.824	41.308	39.657							
	3	310.520	178.920	214.321	41.831	256.152	256.152	160.291	35.615	195.906	193.800	92.656	73.439	63.828	62.513							
Rata-rata		233.873	173.507	161.419	40.566	201.985	201.985	120.726	34.538	155.263	207.142	99.034	78.495	49.020	47.527							
R4	1	237.220	0.000	163.729	0.000	163.729	163.729	122.453	0.000	122.453	204.400	97.724	77.456	40.314	36.747							
	2	201.620	0.000	139.158	0.000	139.158	139.158	104.076	0.000	104.076	134.300	64.209	50.892	53.859	51.101							
	3	445.940	0.000	307.788	0.000	307.788	307.788	230.194	0.000	230.194	352.750	168.650	133.672	45.206	41.931							
Rata-rata		294.927	0.000	203.558	0.000	203.558	203.558	152.241	0.000	152.241	230.483	110.194	87.340	46.460	43.260							

Keterangan :

- R1 = 100% Rumpus Gajah
- R2 = 70% Rumpus Gajah + 30% Jerami Padi Fermentasi
- R3 = 30% Rumpus Gajah + 70% Jerami Padi Fermentasi
- R4 = 100% Jerami Padi Fermentasi
- JPF = Jerami padi fermentasi
- RG = Rumpus gajah
- BK = Bahan Kering



Lampiran 32. Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan bahan kering menggunakan program SPSS.

Between-Subjects Factors			
		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumput Gajah	3
	2	70% Rumput Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumput Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

#### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:KCBK

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	370.905 <sup>a</sup>	5	74.181	.418	.822
Intercept	25404.422	1	25404.422	143.154	.000
Ransum	58.457	3	19.486	.110	.951
Blok	312.448	2	156.224	.880	.462
Error	1064.775	6	177.462		
Total	26840.102	12			
Corrected Total	1435.680	11			

a. R Squared = .258 (Adjusted R Squared = -.360)



**Lampiran 33.** Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap pencernaan bahan organik menggunakan program SPSS.

**Between-Subjects Factors**

		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumpul Gajah	3
	2	70% Rumpul Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumpul Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

**Tests of Between-Subjects Effects**

Dependent Variable: KCBO

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	323.211 <sup>a</sup>	5	64.642	.386	.842
Intercept	25537.550	1	25537.550	152.436	.000
Ransum	33.913	3	11.304	.067	.975
Blok	289.299	2	144.649	.863	.468
Error	1005.176	6	167.529		
Total	26865.937	12			
Corrected Total	1328.387	11			

a. R Squared = .243 (Adjusted R Squared = -.387)



Lampiran 34. Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap penambahan bobot badan harian (PBB) menggunakan program SPSS.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumput Gajah	3
	2	70% Rumput Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumput Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: PBB

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1034.213 <sup>a</sup>	5	206.843	2.283	.172
Intercept	7508.002	1	7508.002	82.859	.000
Ransum	53.366	3	17.789	.196	.895
Blok	980.846	2	490.423	5.412	.045
Error	543.669	6	90.611		
Total	9085.883	12			
Corrected Total	1577.881	11			

a. R Squared = .655 (Adjusted R Squared = .368)

**Blok**

**PBB**

Duncan

Blok	N	Subset	
		1	2
3	4	13.3742	
1	4	26.2500	26.2500
2	4		35.4158
Sig.		.104	.222

Lampiran 35. Hasil analisis data pengaruh ransum perlakuan terhadap efisiensi penggunaan ransum (EPR) menggunakan program SPSS.

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Ransum	1	100% Rumput Gajah	3
	2	70% Rumput Gajah + 30% JPF	3
	3	30% Rumput Gajah + 70% JPF	3
	4	100% JPF	3
Blok	1		4
	2		4
	3		4

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: EPR

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.052 <sup>a</sup>	5	.010	3.883	.065
Intercept	.269	1	.269	100.016	.000
Ransum	.001	3	.000	.081	.968
Blok	.052	2	.026	9.585	.014
Error	.016	6	.003		
Total	.337	12			
Corrected Total	.068	11			

a. R Squared = .764 (Adjusted R Squared = .567)

Blok

EPR

Duncan

Blok	N	Subset	
		1	2
3	4	.0580	
1	4		.1837
2	4		.2073
Sig.		1.000	.545