

**PENGGUNAAN JERAMI JAGUNG YANG DIINOKULASI
FUNGI *Trichoderma sp.* DAN DIPERKAYA DAUN GAMAL
SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA**

***THE USE OF CORN STOVER INOCULATED BY FUNGI
Trichoderma sp. AND SUPPLEMENTED WITH GLIRICIDIA
LEAVES AS FEED FOR RUMINANT***

ROHMIYATUL ISLAMIYATI



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**PENGGUNAAN JERAMI JAGUNG YANG DIINOKULASI
FUNGI *Trichoderma sp.* DAN DIPERKAYA DAUN GAMAL
SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA**

Disertasi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Doktor

**Program Studi
Ilmu Pertanian**

Disusun dan diajukan oleh

ROHMIYATUL ISLAMİYATI

kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

DISERTASI

**PENGUNAAN JERAMI JAGUNG YANG DIINOKULASI FUNGI
Trichoderma sp. DAN DIPERKAYA DAUN GAMAL SEBAGAI PAKAN TERNAK
RUMINANSIA**

Disusun dan diajukan oleh :

ROHMIYATUL ISLAMIYATI

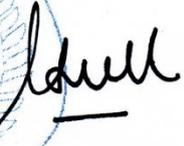
Nomor Pokok : P0100309015
Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Disertasi
Pada tanggal 21 Agustus 2013
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**MENYETUJUI
KOMISI PENASEHAT**

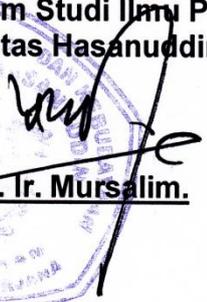

Prof. Dr. Ir. H. Sjamsuddin Rasjid, M.Sc

Promotor


Prof. Dr. Ir. Ismartoyo, M.Agr.S.
Kopromotor


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

**Direktur Program Pascasarjana /
Plt. Ketua Program Studi Ilmu Pertanian
Universitas Hasanuddin**


Prof. Dr. Ir. Mursalim.

PERNYATAAN KEASLIAN DISERTASI

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Romiyatul Islamiyati
Nomor Mahasiswa : P0100309015
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 sebagian atau keseluruhan disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Agustus 2013
Yang Menyatakan

Rohmiyatul Islamiyati

PRAKATA

Alhamdulillah, puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat karunia dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan disertasi ini. Sholawat dan salam kami haturkan kepada Rosululloh Muhammad SAW suri tauladan ummat manusia.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada bapak promotor Prof. Dr. Ir. H. Sjamsuddin Rasjid, MSc, kopromotor Bapak Prof. Dr. Ir. Ismartoyo, M.Agr.S dan Bapak Prof Dr. Ir. Asmuddin Natsir, MSc. atas bimbingan, petunjuk dan arahnya selama penelitian sampai dengan penulisan disertasi ini.

Rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada yang terhormat :

1. Prof. Dr. Ir. Syamsuddin Hasan, MSc., Prof Dr. Ir. Arifin Amril MSc., Prof. Dr. Laily Agustina, MS., Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA., Dr. Ir. Andi Suarda, MSi. sebagai tim penguji yang telah memberikan saran-saran dan arahan yang sangat berharga demi kesempurnaan disertasi ini. Kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Hj. Laily Agustina, MS. selaku Penasehat Akademik, penulis ucapkan terima kasih banyak atas petunjuk, bimbingan dan arahnya.
2. Bapak Rektor Universitas Hasanuddin Bapak Prof.Dr.dr. Idrus A. Paturusi, Sp.Ok. Direktur Program Pascasarjana Bapak Prof. Dr. Ir.

Mursalim, MSc. dan Bapak Prof. Dr. dr. A. Razak Thaha, MSc. (pada periodenya), Ketua Program Studi Ilmu Pertanian Bapak Prof. Ir. M. Saleh S. Ali, MSc.,PhD. yang memberi kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan program doktor. Kepada seluruh pengajar pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, terima kasih banyak telah memberikan ilmunya kepada kami, semoga tercatat sebagai amal jariyah. Kepada staf administrasi terima kasih atas pelayanannya selama penulis mengikuti pendidikan S3.

3. Kepada Dekan Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Bapak Prof. Dr. Ir. H. Syamsuddin Hasan, MSc. dan jajarannya, Ketua dan Sekretaris Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Bapak Prof. Dr. Ir. Jasmal A. Syamsu, MSi. dan Ibu Dr. Ir. Syahriani MSi. yang telah memberi izin dan fasilitasnya serta bantuan dana penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini. Kepada Ketua Jurusan Produksi Ternak Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sudirman Baco, MSc. terima kasih atas bantuan fasilitas kandang percobaan, kepada Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tanaman Bapak Dr. Ir. H. Nur Amin, MSc. dan Ketua Laboratorium Penyakit Tanaman Bapak Dr. Ir. Ade Rosmana, DEA. terima kasih atas izin, bimbingan dan arahnya.
4. Tim BPPS Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia yang telah memberikan

beasiswa untuk mengikuti pendidikan S3 di Universitas Hasanuddin.

5. Kepala dan Sekretaris Laboratorium serta laboran di Unhas khususnya Laboratorium Kimia Pakan, Laboratorium Ternak Herbivora dan Laboratorium Penyakit Tanaman. Kepada Bapak Hasanuddin, Ibu Hj. Nuredayani, STp., Syahrul, Apt., Bapak Ardan, Bapak Said dan Bapak Kama terima kasih atas bantuannya. Kepada Bapak Agus Bintara, ST, MKes., Bapak Dr. M. Faizal, ST, MT. Ibu Dra. Endang R. Thaha, MPsi., Bapak Drs. Andi Lukmanul Hakim Jaya, MA., Bapak Prof.Dr. Ir. H. Basit Wello, MSc., Bapak Ir. M. Zain Mide, MS., Bapak Mawardi, Spt, MP., Bapak Dr. Ir. Budiman Nohong, MP., Ibu Drh. Farida Nur Yuliati, MSi., Ibu Sri Purwanti, Spt, MSi., Bapak M. Hidayat, Spt. MP., Bapak Ir. Rafiuddin, SU., Ibu Dr. Eva Johannes, MP., Ibu Dra. Indah Widanarti, MT., Ibu A. Sukainah, SP., MSi. dan Ibu Meisanti, SP, MSi. terima kasih banyak atas bantuannya. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2009 dan tim penelitian Rezki Amanda, Spt., Marlina, Spt., Ernita Silaban, Spt., dan Rasul Gani Koto terimakasih atas kerjasamanya. Kepada Bapak Priyo Hardjuno dan ibu Ir. Rastina Muhaiyang., Ridha, Fahmi, Ali, Elvin, Asri, Suetno, Suedi, Kholil, Gendut, Dg. Maleang, terima kasih atas bantuannya.
6. Kepada suamiku tercinta Ir. H. Ismail Laije dan anak-anakku tersayang Ahmad Faaris Humaan SKm., Ahmad Fauzaan Habiib

dan Aryun Khairun Nisaa terima kasih atas dukungan, bantuan dan kesabarannya selama mama mengikuti pendidikan S3. Kepada kedua orang tua penulis Bapak H. Syamsul Huda dan Ibu H. Jamilah Djumiatin, Bapak mertua Puang H. Tombong (Alm) dan ibu mertua Puang Hj. Manya yang tiada hentinya selalu mendoakan ananda sehingga dapat menempuh pendidikan formal tertinggi S3, terima kasih banyak atas semua kebaikannya semoga Allah SWT yang membalasnya aamiin. Kepada adik-adikku Dra. Sulistyowati dan suami Ir. Ali Sodiq , Bambang Khoirul Munir, SPi. dan istri Umi Sholihah, AMd., Lailatul Fuadiati, SSos. dan suami Dodik, Anita Dewi, SE. dan suami Anas Anshori, SE., kakak ipar Syamsu Alam Laije, SPd. dan istri Raodah SPd., Tawassa Laije dan suami Abdullah, Hartati Laije, AMd. dan suami Abd. Rahman Syafa, SE. terima kasih atas dukungan dan doanya. Kepada semua pihak yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu, kami ucapkan banyak terimakasih jazakumullohi khoiran katsiraa.

7. Kami menyadari disertasi ini jauh dari kesempurnaan namun kami sangat berharap kiranya disertasi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan berguna di masyarakat aamiin yaa robbal aalamin.

Makassar, 15 Agustus 2013

Rohmiyatul Islamiyati

ABSTRAK

ROHMIYATUL ISLAMIYATI. *Penggunaan Jerami Jagung yang Diinokulasi Fungi *Trichoderma sp.* dan Diperkaya Daun Gamal sebagai Pakan Ternak Ruminansia* (dibimbing oleh Sjamsuddin Rasjid, Ismartoyo dan Asmuddin Natsir).

Penelitian bertujuan untuk mengkaji penggunaan jerami jagung yang diinokulasi fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal sebagai pakan ternak ruminansia.

Penelitian terdiri dari tiga percobaan. Percobaan pertama isolasi fungi *Trichoderma sp.* pada berbagai bahan isolat. Percobaan kedua yaitu menguji kualitas jerami jagung yang diinokulasi fungi *Trichoderma sp.* dan *Phanerochaete chrysosporium*. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap 7 perlakuan, 3 ulangan dengan uji kontras. P0 : jerami jagung tanpa perlakuan, P1, P2 dan P3 jerami jagung + 5% *Trichoderma sp.* yang diinkubasi berturut-turut 1, 2, dan 3 minggu., P4, P5 dan P6 jerami jagung + 5% *Phanerochaete chrysosporium* yang diinkubasi berturut-turut 1, 2, dan 3 minggu. Percobaan ketiga yaitu aplikasi jerami jagung olahan pada 12 ekor kambing dengan perlakuan masing-masing A : 80% jerami jagung + 20% daun gamal, B : 60% jerami jagung + 40% daun gamal, C : 80% jerami jagung olahan + 20% daun gamal, D : 60% jerami jagung olahan + 40% daun gamal.

Hasil percobaan pertama didapatkan bahwa isolat *Trichoderma sp.* terpilih berasal dari akar tanaman jagung. Hasil percobaan kedua yaitu fraksi serat terbaik dan protein tertinggi pada pemberian *Trichoderma sp.* 5% diinkubasi selama dua minggu. Hasil percobaan ketiga yaitu ternak kambing yang diberi pakan jerami jagung yang diolah dengan fungi *Trichoderma sp.* dapat memperbaiki performannya. Suplementasi 40% daun gamal lebih baik daripada 20% dengan pakan dasar jerami jagung.

Kata Kunci : Gamal, Jerami jagung, Ruminansia, *Trichoderma sp.*

ABSTRACT

ROHMIYATUL ISLAMİYATI. *The Use of Corn Stover Inoculated by Fungi *Trichoderma sp.* and Supplemented with *Gliricidia* Leaves as Feed for Ruminant* (Supervised by Sjamsuddin Rasjid, Ismartoyo and Asmuddin Natsir).

The aim of this research was to examine the use of corn stover inoculated by fungi *Trichoderma sp.* and supplemented with *gliricidia* leaves as feed for ruminant.

The study consisted of three experiments. The first experiment was the isolation of fungi *Trichoderma sp.* on various materials. The second experiment was to examine the quality of corn stover inoculated by *Trichoderma sp.* and *Phanerochaete chrysosporium*. The research was based on completely randomized design consisted of 7 treatments and 3 replications. The treatments were P0 was untreated corn stover, P1, P2 and P3 were corn stover + 5% *Trichoderma sp.* with incubation 1, 2 and 3 weeks respectively. P4, P5 and P6 were corn stover + 5% *Phanerochaete chrysosporium* with incubation 1, 2 and 3 weeks respectively. The third experiment was to study the use of corn stover for 12 goats. The experiment was carried out by completely randomized design consisted of 4 treatments and 3 replications. The treatments were A : 80% untreated corn stover + 20% *gliricidia*, B: 60% untreated corn stover + 40% *gliricidia*, C : 80% treated corn stover + 20% *gliricidia* D: 60% treated corn stover + 40% *gliricidia*.

The first experiment indicated that the best isolate was obtained from the roots of corn. The second experiment showed that the best chemical composition, based on fiber fraction and crude protein were achieved with 5% *Trichoderma sp.* at two week incubation time. The third experiment indicated that goats fed on corn stover treated by fungi *Trichoderma sp.* performed better than those fed untreated corn stover. Performance of goats given 40% *gliricidia* supplementation were better than 20% with corn stover basic feed.

Keywords: Corn stover, *gliricidia*, ruminant, *Trichoderma sp.*

DAFTAR ISI

	halaman
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRAC</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Masalah Penelitian	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Kegunaan Penelitian	6
E. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian	7
F. Definisi dan Istilah, Glosarium	7
G. Organisasi/Sistematika	8
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Ruminansia dan Pencernaannya	10
B. Ternak Kambing	18
C. Fraksi Serat Pakan	22
D. Teknologi Pengolahan Pakan	28
E. Fungi	39
F. Limbah Tanaman Jagung sebagai Pakan	44
G. Gamal	48

H. Kerangka Konseptual	52
I. Hipotesis	53
BAB III. METODE PENELITIAN	54
A. Percobaan I	54
1. Waktu dan tempat	54
2. Alat dan bahan	54
3. Koleksi bahan isolat fungi	55
4. Isolasi fungi <i>Trichoderma sp.</i>	55
5. Identifikasi fungi	55
B. Percobaan II	55
1. Waktu dan tempat	55
2. Alat dan bahan	55
3. Desain percobaan dan perlakuan	56
4. Microorganisme	56
5. Preparasi inokulum	57
6. Pengolahan jerami jagung	57
7. Analisis data	58
C. Percobaan III	58
1. Waktu dan tempat	58
2. Alat dan bahan	59
3. Desain percobaan dan perlakuan	59
4. Preparasi inokulum	59
5. Pengolahan jerami jagung	60
6. Pemeliharaan ternak percobaan	60
7. Koleksi sampel dan analisis kimia	61
8. Parameter yang diamati	62
9. Analisis data	63
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	64

A. Percobaan I	64
B. Percobaan II	66
C. Percobaan III	75
BAB V.PENUTUP	85
A. Kesimpulan	85
B. Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	86
Lampiran	94

DAFTAR TABEL

Nomor		halaman
1	Beberapa Spesies Bakteri Rumen Dan Fungsinya	13
2	Beberapa Spesies Protozoa Rumen	14
3	Beberapa Spesies Fungi Rumen Diisolasi Dari Rumen Domba	17
4	Kandungan Nutrisi Jerami Jagung Pada Berbagai Umur Panen	46
5	Luas Panen dan Produksi Tanaman Jagung Menurut Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan, 2012	47
6	Komposisi Kimia Gliricidia Berdasarkan Bahan Kering	49
7	Rata-rata Pertambahan Bobot Badan Harian Ternak Kambing yang Mengonsumsi Gamal sebagai Pakan Basal	50
8	Hasil Identifikasi Isolat Fungi	64
9	Pengamatan Fisik Jerami Jagung yang Diinokulasi oleh Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	67
10	Fraksi Serat, dan Protein Kasar Jerami Jagung yang Diinokulasi Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	68
11	Uji Kontras Jerami Jagung yang Diinokulasi Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>Phanerochaete chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda.	70
12	Kandungan Nutrisi Pakan Penelitian	76
13	Performa, Konsumsi, Kecernaan dan Retensi N Kambing Betina Lokal	77

DAFTAR GAMBAR

Nomor		halaman
1	Skema Fraksi Serat (Van Soest, 1976)	23
2	Struktur Lignoselulosa, Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin	24
3	Skema Representasi Dinding Sel	24
4	Struktur Fisik Dinding Sel Tanaman (Davidson, 1995. <i>In</i> Chen, 2009).	25
5	Struktur Kimia Lignin	27
6	Struktur Kimia Selulosa	29
7	Skema Enzim Selulase Bekerja pada Struktur Selulosa.	29
8	Jalur Biokonversi Lignoselulosa untuk Produksi Pakan dan Pangan	32
9	Skema Pemutusan Komponen Lignoselulosa	37
10	Skema Sistem Degradasi Lignin oleh <i>Phanerochaete chrysosporium</i>	38
11	Skema Hidrolisis Selulosa menjadi Glukosa	38
12	1a & 1b <i>T. virens</i> . 2a & 2b <i>T. pseudokoningii</i> 3a & 3b, 4a & 4b, 5a & 5b. <i>T. harzianum</i>	41
13	Daun Gamal	49
14	Kerangka Konseptual Penelitian	52
15	Isolasi <i>Trichoderma sp.</i>	65
16	<i>Trichoderma sp.</i> (RI-7)	65
17	Jerami Jagung yang Diolah dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i>	71

18	Ternak Kambing Mengonsumsi Jerami Jagung Olah	78
19	Pertambahan Bobot Badan Harian Ternak Kambing	79
20	Efisiensi Penggunaan Pakan Ternak Kambing	81
21	Kecernaan Bahan Kering Pakan Ternak Kambing	83
22	Retensi N Ternak Kambing	84

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		halaman
1	Kandungan NDF Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	95
2	Kandungan ADF Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	95
3	Kandungan Hemiselulosa Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	96
4	Kandungan Selulosa Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	96
5	Kandungan Lignin Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	97
6	Kandungan AIA Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	97
7	Kandungan Protein Kasar Jerami Jagung yang Diinokulasi dengan Fungi <i>Trichoderma sp.</i> dan <i>P. chrysosporium</i> pada Lama Inkubasi yang Berbeda	98
8	Konsumsi Bahan Kering Ternak (g/ekor/hari) Kambing Penelitian	106
9	Pertambahan Bobot Badan (g/ekor/hr) Ternak Kambing Penelitian	107

10	Efisiensi Penggunaan Pakan Ternak Kambing Penelitian	108
11	Kecernaan Bahan Kering (%) Ternak Kambing Penelitian	109
12	Konsumsi Bahan Organik (g/ekor/ha) Ternak Kambing Penelitian	109
13	Kecernaan BO (%) Ternak Kambing Penelitian	110
14	Konsumsi N (g/ekor/hr) Ternak Kambing Penelitian	111
15	Data N Feses (g/ekor/hr) Ternak Kambing Penelitian	113
16	Data N Urin (g/ekor/hr) Ternak Kambing Penelitian	114
17	Kecernaan N (%) Ternak Kambing Penelitian	116
18	Data Retensi N Ternak Kambing Penelitian	117
19	Denah Penelitian Tahap II	119
20	Denah Penelitian Tahap III	120
21	Foto Penelitian Tahap I	121
22	Foto Penelitian Tahap II	122
23	Foto Penelitian Tahap III	124

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
°C	derajat Celcius, satuan suhu
<i>et. al.</i>	et alii, dan kawan-kawan
dkk	dan kawan-kawan
g	satuan bobot gram
mg	satuan bobot mili gram
mM	mili Mol
VFA	Volatile Fatty Acid (Asam lemak terbang)
%	persen
cfu	colony forming unit

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kesadaran masyarakat pentingnya mengkonsumsi protein hewani (daging, telur dan susu), semakin meningkat seiring meningkatnya pengetahuan dan pendapatan. Protein hewani berperan penting sebagai landasan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Kebutuhan protein hewani penduduk Indonesia sebagian sudah dapat dipenuhi dari dalam negeri, namun untuk daging dan susu sebagian besar masih impor. Oleh karena itu diperlukan peningkatan produksi terutama yang berasal dari ternak ruminansia.

Produksi ternak ruminansia sangat tergantung pada ketersediaan pakan yang berkualitas. Produktivitas hijauan sangat berfluktuasi, berlimpah pada musim hujan, terjadi kekurangan saat kemarau dan pada daerah padat ternak. Permasalahan utama dalam pengembangan produksi ternak ruminansia di Indonesia adalah sulitnya memenuhi ketersediaan pakan secara berkesinambungan baik mutu maupun jumlahnya. Usaha mencari bahan pakan murah dan penemuan teknologi tepat guna dalam pemanfaatannya masih terus dilakukan, untuk membantu pemecahan penyediaan pakan. Strategi pemberian pakan yang efisien adalah memanfaatkan sumber daya lokal yang melimpah dan bernilai gizi bagi ternak.

Salah satu sumber daya lokal yang potensial dimanfaatkan sebagai pakan ruminansia adalah jerami jagung. Limbah tanaman jagung di Sulawesi Selatan meningkat, seiring digalakkannya program pencapaian produksi jagung 1.5 juta ton. Limbah tanaman jagung berkisar 5-6 ton bahan kering per hektar (Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia, 2006). Saat ini limbah tanaman jagung dibuang atau dibakar saja dan hanya sebagian kecil peternak yang memanfaatkannya sebagai pakan. Kandungan nutrisi jerami jagung (daun) adalah protein kasar 5.80 %, serat kasar 27.38%, lemak kasar 2,90 % (Lab. Kimia Pakan Unhas, 2012).

Faktor pembatas dari limbah tanaman sebagai pakan adalah protein yang rendah dan sudah terjadi lignifikasi lanjut sehingga selulosa dan hemiselulosa terikat oleh lignin. Selulosa dan hemiselulosa merupakan karbohidrat struktural penyusun utama dinding sel tanaman, dan sering berikatan dengan lignin dalam bentuk kristal lignoselulosa. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan penyusun dinding sel tanaman yang sukar didegradasi karena monomer glukosanya dihubungkan dengan ikatan β -1,4 (Rasjid, 2012). Kecernaan limbah pertanian yang rendah disebabkan keberadaan lignin yang bertindak sebagai penghalang proses perombakan polisakarida dinding sel oleh mikroba rumen (Soeparjo, 2004).

Pengolahan terhadap limbah sebagai pakan telah banyak dilakukan yaitu secara fisik, kimia, biologis dan kombinasinya.

Pengolahan secara kimia menghasilkan residu yang menyebabkan pencemaran lingkungan, sehingga pengolahan secara kimia kurang dianjurkan. Pengolahan secara fisik pada bahan pakan berserat tinggi bertujuan untuk merombak struktur fisik bahan dan memecah matriks karbohidrat penyusun dinding sel. Perlakuan secara fisik dapat juga digunakan dalam pengawetan dan atau menghilangkan antinutrisi bahan. Pengeringan, penggilingan dan pemotongan, pengukusan, perendaman dan pembuatan pellet merupakan perlakuan secara fisik yang dapat diterapkan pada bahan pakan asal limbah (Murni dkk., 2008). Pemotongan atau penggilingan dapat memperluas permukaan sehingga memungkinkan mikroorganisme menembus lapisan dinding sel dan memperbanyak titik penetrasi enzim agar mudah dicerna. Salah satu kekurangan dari perlakuan secara fisik adalah sebagian nutrisi pakan mengalami penurunan. Pengolahan secara biologis dengan memanfaatkan bantuan mikroorganisme saat ini banyak dilakukan, karena lebih ramah terhadap lingkungan.

Fungi di alam merupakan perombak bahan organik dan berperan penting dalam kehidupan. Fungi terdapat di setiap tempat terutama di darat dalam berbagai bentuk, ukuran, dan warna. Pada umumnya fungi mempunyai kemampuan mengurai sisa-sisa tanaman. Sebagian besar fungi bersifat mikroskopis, hanya kumpulan miselium atau spora yang dapat dilihat dengan mata. Pertumbuhan hifa dari fungi kelas *Basidiomycetes* dan *Ascomycetes* (diameter hifa 5–20 μm) lebih mudah

menembus dinding sel-sel tubular yang merupakan penyusun utama jaringan kayu. Pertumbuhan hifa maupun miselium (kumpulan hifa) menyebabkan tekanan fisik dibarengi dengan pengeluaran enzim yang mendegradasi dinding sel jaringan kayu. Perombakan komponen-komponen polimer pada tumbuhan erat kaitannya dengan peranan enzim ekstraseluler yang dihasilkan (Saraswati, dkk., 2010).

Trichoderma adalah salah satu fungi yang tersebar luas dan hampir dapat ditemui di lahan-lahan pertanian dan perkebunan. Fungi ini tumbuh pada kisaran suhu optimal 22-30°C. Miselium *Trichoderma* dapat menghasilkan suatu enzim yang bermacam-macam diantaranya glukonase dan kitinase (Junaid, 2006). Oleh karena adanya enzim ekstraseluler yang dihasilkan, *Trichoderma* dapat tumbuh secara langsung pada kayu yang tersusun atas lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Selain itu *Trichoderma viride* mempunyai kemampuan meningkatkan protein bahan pakan (Saraswati, dkk., 2010). Omer *et.al.* (2012) menyatakan bahwa jerami jagung yang diinokulasi dengan *Trichoderma ressi* meningkatkan kandungan protein kasar dan abu menurunkan NDF, ADF, ADL dan hemiselulosa. Yalchi and Hajieghrari (2010) menyatakan bahwa jerami gandum yang diinokulasi dengan *Trichoderma harzianum* isolat T447 dapat memperbaiki fraksi serat dan meningkatkan pencernaan bahan kering dan bahan organik.

Isolasi fungi *Trichoderma sp.* yaitu pada isolat fungi yang tumbuh di alam dan limbah tanaman jagung. Limbah tanaman jagung yang

berkualitas rendah dengan bantuan *Trichoderma sp.* diharapkan terjadi peningkatan nilai nutrisi, hal ini perlu diteliti dan dikaji lebih mendalam sehingga potensinya sebagai sumber energi dapat bermanfaat sebagai pakan ruminansia. Limbah tanaman jagung yang diolah secara biologis dengan fungi *Trichoderma sp.* merupakan sumber energi yang potensial bagi ternak, namun perlu dikombinasikan dengan pakan kaya sumber protein yaitu leguminosa pohon antara lain daun gamal. Hal ini perlu dilakukan karena kalau ternak ruminansia hanya diberikan pakan jerami jagung saja kebutuhan proteinnya tidak terpenuhi. Daun gamal dipilih pada penelitian ini disamping potensinya yang cukup besar dan bernilai gizi tinggi juga merupakan leguminosa pohon yang ketersediannya kontinyu sepanjang tahun. Winugroho dan Widayati (2009) menyatakan bahwa leucaena dan gamal yang dikonsumsi sebagai ransum tunggal oleh domba lebih banyak didegradasi di dalam rumen dan terbuang dalam urin, hanya 24- 30 % yang dimanfaatkan oleh ternak. Anjuran pemberian leguminosa perlu dicampur dengan pakan sumber energi dengan level yang tepat sehingga penggunaan protein oleh ternak menjadi optimal.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana melakukan isolasi dan identifikasi fungi *Trichoderma*.
2. Bagaimana kandungan fraksi serat dan protein jerami jagung yang diberi inokulum fungi pendegradasi serat yaitu *Trichoderma sp.* dan *Phanerochaete chrysosporium* (sebagai pembanding).

3. Bagaimana konsumsi bahan kering dan bahan organik, pencernaan bahan kering dan bahan organik, keseimbangan nitrogen, penambahan bobot badan dan efisiensi penggunaan pakan ternak kambing yang diberi pakan jerami jagung diolah oleh fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal.

C. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan isolat fungi *Trichoderma* lokal Sulawesi Selatan
2. Menganalisis kandungan protein dan fraksi serat jerami jagung yang diberi inokulum fungi pendegradasi serat yaitu *Trichoderma sp.* dan *Phanerochaete chrysosporium*.
3. Mengkaji konsumsi bahan kering dan bahan organik, pencernaan bahan kering dan bahan organik, keseimbangan nitrogen, penambahan bobot badan dan efisiensi penggunaan pakan ternak kambing yang diberi pakan jerami jagung diolah oleh fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal.

D. Kegunaan Penelitian

1. Meningkatkan nutrisi jerami jagung yang diberi inokulum fungi pendegradasi serat yaitu *Trichoderma sp.* dan *Phanerochaete chrysosporium*.
2. Meningkatkan pencernaan jerami jagung diolah secara biologis oleh fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal pada ternak kambing.

3. Mengoptimalkan penggunaan jerami jagung diolah secara biologis oleh fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal pada ternak kambing sekaligus mendukung ketersediaan pakan secara berkesinambungan.

E. Ruang Lingkup/Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian adalah isolasi fungi pendegradasi serat pakan khusus fungi *Trichoderma sp.* Limbah pertanian yang digunakan adalah jerami jagung, mengingat potensinya sebagai pakan cukup besar di Sulawesi Selatan. Leguminosa pohon kaya protein yang digunakan adalah daun gamal. Ternak ruminansia pada penelitian ini adalah ternak kambing betina lokal dengan umur berkisar satu tahun.

F. Definisi Dan Istilah, Glosarium

Jerami jagung : Sisa hijauan dari tanaman jagung setelah dipetik biji yang sudah tua.

Gamal : Tanaman leguminosa pohon dengan ciri daun bersirip berbentuk oval runcing agak lebar, bunganya berwarna ungu keputih-putihan.

Trichoderma sp : Fungi yang tersebar luas dan hampir dapat ditemui di lahan-lahan pertanian dan perkebunan. *Trichoderma* dapat menghasilkan enzim ekstraseluler.

Ternak kambing : Ternak ruminansia kecil yang pada penelitian ini adalah kambing lokal Sulawesi Selatan turunan kambing Marica dan Kacang.

G. Organisasi/Sistematika

Sistematika disertasi ini terdiri dari bab pendahuluan, tinjauan pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, dan kesimpulan. Pendahuluan menguraikan latar belakang, tujuan dan manfaat serta ruang lingkup penelitian. Tinjauan pustaka merupakan rujukan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Metode penelitian menguraikan pelaksanaan penelitian, teknik pengambilan sampel dan analisis data. Hasil dan pembahasan mengulas dan membahas data hasil penelitian. Kesimpulan adalah menyimpulkan dari pembahasan hasil penelitian, dan menyarankan aplikasi hasil penelitian di lapangan serta untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

Penelitian ini terdiri dari tiga percobaan yaitu percobaan pertama isolasi fungi *Trichoderma sp.*, percobaan kedua inokulasi fungi *Trichoderma sp.* dan fungi *Phanerochaete chrysosporium* (fungi pendegradasi serat pembanding) pada jerami jagung pada lama inkubasi yang berbeda. Fungi *Phanerochaete chrysosporium* dipilih karena fungi ini merupakan pendegradasi serat yang lazim digunakan di beberapa tempat dan dapat meningkatkan kualitas pakan (Murni dkk, 2008; Soeparjo dkk., 2011; Nelson dan Soeparjo 2011; Zeng *et al.*, 2011).

Percobaan ketiga yaitu aplikasi jerami jagung yang diolah secara biologis yang diperkaya daun gamal pada ternak kambing.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ruminansia dan Pencernaannya

Ruminansia merupakan ternak yang sangat ajaib sebab pada dirinya terjadi suatu peristiwa yang sangat menakjubkan, mulai dari pembentukan rumen, retikulum, omasum dan abomasum sampai terjadinya proses-proses pembentukan produk yang dihasilkan dalam rumen untuk memenuhi kebutuhan ternak. Kata ruminant (ruminansia) berasal dari bahasa Latin “Ruminare” yang artinya berpikir. Istilah ini timbul mungkin karena ruminansia berusaha mengatasi masalah yang dihadapinya dengan melakukan remastifikasi dan membuat sendiri zat-zat makanan yang dibutuhkan dari bahan yang lain di rumen-retikulum (Rasjid, 2012).

Perut ruminansia terdiri atas retikulum, rumen, omasum dan abomasum. Pada ternak ruminansia muda rumen dan retikulumnya masih kecil dan belum berkembang. Bila ternak muda tersebut makan makanan padat terutama hijauan, bagian lambung retikulo rumen mulai membesar dengan cepat sehingga berukuran daya tampung isi makanan yang mencapai 65% dari seluruh saluran pencernaan (Tilman dkk. (1982). Volume rumen pada ternak sapi dapat mencapai 100 liter atau lebih dan untuk domba berkisar 10 liter. Isi rumen dapat mencapai 8-10% dari berat sapi atau kerbau.

Rumen pada ternak dewasa merupakan bagian perut terbesar (80%), disebut perut handuk atau perut beludru karena dinding dalamnya ditumbuhi papila (penjuluran) untuk memperluas permukaan. Rumen menempati hampir seluruh bagian kiri ruang perut yang dihuni oleh bakteri, protozoa dan fungi. Rumen berfungsi dalam pencampuran, pengadukan, pencernaan dan pengaliran digesta ke organ pencernaan berikutnya. Di rumen terjadi proses fermentasi, penyerapan produk fermentasi, sintesis sel mikroba, sintesis vitamin B12 dan vitamin K. di rumen tidak disekresikan enzim (Despal dkk., 2007).

Retikulum terletak di bagian paling depan dari perut, kapasitasnya 5%, dihubungkan dengan rumen oleh lubang besar sehingga nampak bersatu. Dinding dalam retikulum mengandung tonjolan pendek dan tipis (cristae) berbentuk sarang tawon/jala sehingga disebut perut jala/perut sarang tawon (honey comb). Pada satu sisi peran retikulum sama dengan esophagus dalam proses regurgitasi dan eruktasi, di sisi lain melalui kontraksi berperan membantu rumen untuk pengadukan, pencernaan dan pengaliran digesta ke omasum (Despal, dkk., 2007).

Omasum kapasitasnya $\pm 7\%$, dinding dalamnya dilengkapi dengan laminae (lembaran-lembaran seperti buku terbuka). Lembaran tersebut mempunyai bintil yang berfungsi untuk menggilas/menghaluskan makanan, menyaring dan menahan padatan agar tidak masuk ke dalam abomasum (perut sejati). Di dalam omasum terjadi penyerapan air. Omasum terletak di bagian kanan ruang perut (Despal, dkk., 2007).

Abomasum kapasitasnya \pm 8% merupakan perut sejati yang dilengkapi dengan kelenjar penghasil enzim, dengan demikian abomasum disebut juga sebagai perut kelenjar. Dinding dalam abomasum berlipat-lipat berfungsi untuk mencegah agar makanan tidak cepat berlalu sehingga cukup waktu untuk dicerna dalam abomasum. Abomasum mensekresikan getah lambung (pepsin) dan HCl, pH \pm 2 - 4 seperti perut monogastrik. Di abomasum terjadi pencernaan enzimatik (hidrolitik). Abomasum terletak di sebelah kanan rumen di bawah omasum. Abomasum di hubungkan dengan usus oleh pilorus yang berbentuk jaringan otot lingkar yang berperan untuk mengontrol laju aliran digesta ke usus. Abomasum dengan omasum dibatasi oleh jaringan agar digesta tidak kembali ke omasum (Despal, dkk., 2007).

Sistem pencernaan pada ruminansia melibatkan interaksi dinamis antara bahan pakan, populasi mikroba dan ternak itu sendiri. Pakan yang masuk ke mulut akan mengalami proses pengunyahan atau pemotongan secara mekanis sehingga membentuk bolus. Pada proses ini, pakan bercampur dengan saliva kemudian masuk ke rumen melalui esofagus untuk selanjutnya mengalami proses fermentatif. Bolus di dalam rumen akan dicerna oleh enzim mikroba. Partikel pakan yang tidak dicerna di rumen dialirkan ke abomasum dan dicerna secara hidrolitik oleh enzim pencernaan. Hasil pencernaan tersebut akan diserap oleh usus halus dan selanjutnya masuk dalam darah (Sutardi, 1982).

Rumen mengandung banyak tipe bakteri, protozoa dan fungi. Beberapa spesies mikroba rumen mampu menghasilkan enzim selulase dan hemiselulase yang dapat menghidrolisa isi sel dan dinding sel tanaman pakan. Degradasi pakan oleh ternak ruminansia dilakukan di dalam rumen dan sebagian besar kebutuhan zat makanan ternak ruminansia merupakan hasil degradasi sel tanaman pakan oleh mikroba rumen. Dalam rumen, degradasi dan fermentasi pakan oleh mikroba rumen terjadi baik secara sendiri-sendiri, bersama-sama maupun interaksi bakteri, protozoa dan fungi rumen. Konsumsi pakan akan ditentukan oleh pencernaan pakan dan kapasitas rumen, sedangkan pencernaan pakan akan ditentukan oleh karakteristik degradasi dan kecepatan aliran (*outflow rate*) atau laju dari zat pakan tersebut meninggalkan rumen (Ismartoyo, 2011).

Tabel 1. Beberapa Spesies Bakteri Rumen dan Fungsinya

Kelompok Fungsi	Spesies Bakteri Rumen
Lipolytic	<i>Anaerovibrio lipolytica</i>
Cellulolytic	<i>Ruminococcus flavefaciens</i> , <i>R. albus</i> , <i>Cellulolytic clostridia</i> , <i>Butyrivibrio</i> , <i>Fibrobacter succinogenes</i> , <i>Eubacterium cellulosolvens</i> .
Xylanolytics	<i>Ruminococcus</i> , <i>Butyrivibrio</i> , <i>Fibrobacter</i> , <i>Eubacterium sp.</i>
Pectinolytics	<i>Lachnospira</i> , <i>Butyrivibrio</i> and <i>Provetella sp.</i>
Methanogens	<i>Methanobrevibacter ruminatum</i> .

Sumber : Stewart and Bryant (1988), Flint (1994) In Ismartoyo (2011).

Pada ruminasia protozoa yang bersilia berkembang di dalam rumen di dalam kondisi alami, dan membantu pencernaan zat-zat makanan dari rumput-rumputan yang kaya akan serat kasar. Protozoa ini bersifat anaerob. Apabila kadar oksigen atau pH isi rumen itu tinggi, maka protozoa ini tidak dapat membentuk cyste untuk mempertahankan diri dari lingkungan yang jelek, sehingga dengan cepat akan mati. Protozoa menelan bakteri dan hidup dari bakteri ini, bersamaan dengan itu memperoleh tambahan sumber protein dan pati dari ingesta rumen (Arora, 1989).

Tabel 2. Beberapa Spesies Protozoa Rumen

Protozoa	Genus	Karakteristik
<i>Rumen ciliates :</i>		
Entodiniomorphs	<i>Polyplastron</i>	123-205 μm long, 2 skeletal plates, cilia in zones
	<i>Diploplastron</i>	88-120 μm long, 2 skeletal plates, cilia in zones
	<i>Entodinium</i>	22-95 μm long, cilia in bands of zones
Holotrich :	<i>Isotricha</i>	80-195 μm long, 12 vacuoles, body covered with cilia
	<i>Dasytricha</i>	50-110 μm long, 11 vacuoles, body covered with cilia
<i>Rumen flagellates :</i>	<i>Trichomonas</i>	10-20 μm long, possess organelles, motile, amoeboid

Sumber : Williams and Coleman (1998), Brut *et al.* (1994) In Ismartoyo (2011).

Dalam rumen fungi mempunyai siklus hidup yang terdiri atas fase bergerak zoospora dan fase vegetatif sporocyt. Ada 15 spesies fungi

rumen yang berhasil diisolasi dari rumen ternak ruminansia dan sebagian besar adalah bersifat selulolitik (Trinci *et al.*, 1994 *In* Ismartoyo, 2011). Zoospora melekat pada permukaan partikel pakan dan dalam waktu 15 menit spora tersebut tumbuh membentuk mycelium menghasilkan rhizoid. Rhizoid akan mempenetrasi jaringan partikel pakan dan memungkinkan fungi rumen mendapatkan sumber nutrisi untuk hidup (Ho *et al.*, 1988 *In* Ismartoyo, 2011). Kerusakan partikel pakan akibat penetrasi dan kerja fungi rumen memungkinkan bakteri rumen untuk mengkolonisasi permukaan dinding sel. Diduga fungi rumen merenggangkan ikatan hemiselulosa-lignin kompleks dan melepas lignin-karbohidrat kompleks. Fungi rumen memproduksi berbagai enzim, seperti selulase, hemiselulase, amylase dan pektinase yang memungkinkan fungi mendegradasi dinding sel tanaman pakan (Gordon dan Phillips, 1992 *In* Ismartoyo, 2011).

Proses fermentasi pakan di dalam rumen menghasilkan VFA dan NH_3 , serta gas-gas (CO_2 , H_2 , dan CH_4) yang dikeluarkan dari rumen melalui proses eruktasi (Arora, 1989). *Volatil Fatty Acid* (VFA) merupakan produk akhir fermentasi karbohidrat dan sumber energi utama bagi ternak ruminansia (Parakkasi, 1999). Pakan yang masuk ke dalam rumen difermentasi untuk menghasilkan produk berupa VFA, sel-sel mikroba, serta gas metan dan CO_2 .

Karbohidrat pakan didalam rumen mengalami dua tahap pencernaan oleh enzim-enzim yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Pada

tahap pertama mikroba rumen menghidrolisis polisakarida menjadi monosakarida seperti; glukosa, fruktosa dan pentosa. Hasil pencernaan tahap pertama masuk ke jalur glikolisis Embden-Meyerhoff untuk mengalami pencernaan tahap kedua yang menghasilkan piruvat. Piruvat selanjutnya akan dirubah menjadi VFA yang umumnya terdiri dari asetat, butirat dan propionat (Arora, 1989). Piruvat merupakan produk intermedier yang segera dimetabolis menjadi produk akhir berupa asam lemak berantai pendek yang sering disebut VFA yaitu asam asetat, propionat, butirat, sejumlah kecil asam valerat dan asam lemak berantai cabang. Peningkatan konsentrasi VFA mencerminkan peningkatan kandungan karbohidrat pakan yang mudah larut. VFA mempunyai peran ganda yaitu sebagai sumber energi bagi ternak dan sumber kerangka karbon untuk pembentukan protein mikroba (Sutardi, 1982). Kadar VFA yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang optimal adalah 80 – 160 mM. Pada ternak ruminansia, VFA merupakan sumber energi utama yang berasal dari hasil fermentasi karbohidrat di dalam rumen.

Pada ternak ruminansia sebagian protein yang masuk ke dalam rumen akan mengalami perombakan atau degradasi menjadi amonia oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroba rumen. Produksi amonia tergantung pada kelarutan protein ransum, jumlah protein ransum, lamanya makanan berada dalam rumen dan pH rumen (Orskov, 1982). Sebagian besar mikroba rumen (82%) mengandung NH_3 (amonia) untuk

perbanyakannya, terutama dalam proses sintesis selnya. Kadar amonia yang dibutuhkan untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang maksimal menurut Sutardi (1980) berkisar antara 4-12 mM.

Tabel 3. Beberapa Spesies Fungi Rumen Diisolasi dari Rumen Domba

Spesies	Karakteristik
<i>Caecomyces communis</i>	Monocentric or polycentric, unflagellate, spherical holdfasts.
<i>Piromyces communis</i>	Monocentric, unflagellate, filamentous rhizomycellum.
<i>Neocallimastix frontalis</i>	Monocentric, polyflagellate, filamentous rhizomycellum.
<i>Anaeromyces mucronatus</i>	Polycentric, unflagellate, filamentous rhizomycellum.
<i>Orpinomyces joyonii</i>	Polycentric, polyflagellate, filamentous rhizomycellum.

Sumber : Trincii *et. al.* (1994), Orpin and Jobin (1988) In Ismartoyo (2011)

Pengukuran N-NH₃ *in vitro* dapat digunakan untuk mengestimasi degradasi protein dan kegunaannya oleh mikroba. Produksi amonia dipengaruhi oleh waktu setelah makan dan umumnya produksi maksimum dicapai pada 2-4 jam setelah pemberian pakan yang bergantung kepada sumber protein yang digunakan dan mudah tidaknya protein tersebut didegradasi. Jika pakan defisien protein atau tinggi kandungan protein yang lolos degradasi, maka konsentrasi N-NH₃ rumen akan rendah (lebih rendah dari 50 mg/l atau 3,57 mM) dan pertumbuhan organisme rumen akan lambat. Sebaliknya, jika degradasi protein lebih cepat daripada sintesis protein mikroba maka NH₃ akan terakumulasi dan melebihi

konsentrasi optimumnya. Kisaran optimum NH_3 dalam rumen berkisar antara 85 – 300 mg/l atau 6-21 mM.

B. Ternak Kambing

Produksi ternak kambing di Indonesia sebagian besar diusahakan oleh petani peternak kecil di pedesaan. Oleh karena itu usaha peternakan rakyat tetap menjadi tumpuan utama dalam peningkatan populasi sehingga diperlukan upaya-upaya peningkatan produktivitas ternak kambing, dan untuk meningkatkan pendapatan petani itu sendiri. Pengembangan ternak kambing sangat penting karena dapat memberikan berbagai macam kontribusi yaitu menghasilkan daging, susu, dan pupuk. Salah satu upaya untuk mencukupi kebutuhan protein hewani (daging dan susu) masyarakat Indonesia, dapat dilakukan dengan peningkatan populasi dan produktivitas ternak kambing. Produktivitas seekor ternak dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi produktivitas ternak antara lain faktor manusia sebagai petani peternak yang membentuk suatu kelembagaan kelompok tani. Pembentukan kelembagaan petani peternak bertujuan untuk meningkatkan kesejahteraan petani dan membangun peternakan rakyat yang mencapai swasembada di bidang produksi ternak (Aka, 2008).

Kambing merupakan ternak ruminansia kecil yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi terutama dalam penyediaan sumber protein hewani dibandingkan dengan jenis ternak ruminansia lainnya. Hal ini disebabkan

karena kambing cepat berkembang biak, jumlah anak perkelahiran lebih dari satu ekor, jarak antara kelahiran pendek, dan pertumbuhan anaknya cepat. Selain itu, kambing memiliki adaptasi yang tinggi seperti masih mampu bertahan hidup di lingkungan-lingkungan buruk. Ditinjau dari tingkah laku makan, kambing tergolong merambah, yakni lebih menyukai daun-daunan (Siti dkk.,2012). Kambing liar tersebar dari Spanyol ke arah timur sampai India, dan dari India ke utara sampai Mongolia dan Siberia. Habitat yang disukainya adalah daerah pegunungan yang berbatu-batu. Kambing sudah dibudidayakan manusia kira-kira 8000 hingga 9000 tahun yang lalu. Di alam aslinya, kambing hidup berkelompok 5 sampai 20 ekor. Dalam pengembaraannya mencari makanan, kelompok kambing ini dipimpin oleh kambing betina yang paling tua. Kambing jantan berfungsi sebagai penjaga keamanan rombongan. Waktu aktif mencari makannya siang maupun malam hari. Makanan utamanya adalah rumput-rumputan dan dedaunan (Chen *et al.*,2005).

Kambing Kacang merupakan kambing asli Indonesia yang mempunyai bobot hidup lebih kecil dibanding kambing jenis lainnya. Kambing Kacang memiliki keunggulan, mudah beradaptasi dengan lingkungan setempat dan angka reproduksinya cukup baik. Performans ternak kambing sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan. Keduanya saling berinteraksi dan saling mendukung dalam meningkatkan dan mempertahankan produktivitas ternak. Faktor genetik adalah kemampuan yang bersifat baka yang dimiliki seekor ternak untuk tampil

maksimal, sedangkan lingkungan merupakan kesempatan yang dimiliki ternak untuk mendukung potensial genetik yang dimilikinya (Alveoli, 2008).

Kambing Kacang memiliki nilai ekonomi yang penting dan disukai oleh sebagian besar masyarakat dan tersebar luas di tangan petani/peternak. Kontribusi ternak kambing dari total pendapatan pertanian untuk ruminansia kecil sangatlah substansial. Produksinya juga memegang peranan penting untuk menumbuhkan aktivitas pendapatan sebagian besar petani kecil, di samping menjadi sumber protein hewani yang menunjang ketahanan pangan nasional (Hoda, 2008). Tingkat produktivitas ternak kambing Kacang di Maluku utara ditemukan bahwa dari 123 induk melahirkan anak tunggal (39.84%), kembar dua (40.65%), kembar tiga (18.70%) dan kembar empat (0,81%), dengan sex rasio anak kambing 48.72: 51.29. Laju Reproduksi Induk (LRI) sebesar 1.99 anak/induk/tahun. Dinamika populasi sesuai kondisi produktivitas yang dimiliki dengan tingkat mortalitas anak prasapih sebesar 15%, sesudah disapih sebesar 5% dan tingkat mortalitas kambing dewasa sebesar 9.99% (Hoda, 2008).

Devendra dan Burns (1994) menyatakan bahwa ciri-ciri umum dari kambing Kacang adalah: garis profil kepala lurus atau cekung, daun telinga pendek dengan sikap berdiri dan mengarah kedepan, panjangnya lebih kurang 15 cm, panjang tanduk jantan \pm 10 cm sedangkan pada betina \pm 8 cm, kambing betina rambutnya pendek kecuali bagian ekor dan kambing jantan rambutnya lebih panjang pada dagu (jenggot), tengkuk,

pundak, punggung sampai ekor dan pada badan bagian belakang, warna rambut putih, hitam dan coklat atau kombinasi dari dua atau tiga warna tersebut. Kambing jantan tingginya 60-65 cm dan betina 56 cm, dengan bobot badan jantan 25-30 kg dan betina 20-25 kg. Ternak kambing dapat berbiak dengan cepat. Umur enam bulan telah dewasa kelamin dan beranak pertama pada umur 12 bulan tergantung pada tatalaksana pemeliharannya. Tatalaksana oleh peternak di pedesaan dapat memberikan pertambahan bobot badan harian sebesar 20-30 gram, tetapi tatalaksana yang baik dengan pemberian makanan yang cukup jumlahnya dan baik mutunya dapat memberikan pertambahan bobot badan harian antara 50-150 gram.

Habitat yang disukai kambing terutama adalah daerah pegunungan yang berbatu. Di alam aslinya kambing hidup berkelompok lima sampai dua puluh ekor. Makanan utamanya adalah rumput-rumputan dan dedaunan. Klasifikasi ilmiah kambing (Devendra and McIeroy,1982) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Artiodactyla
Famili	: Bovidae
Genus	: Capra
Spesies	: <i>C. hircus</i>

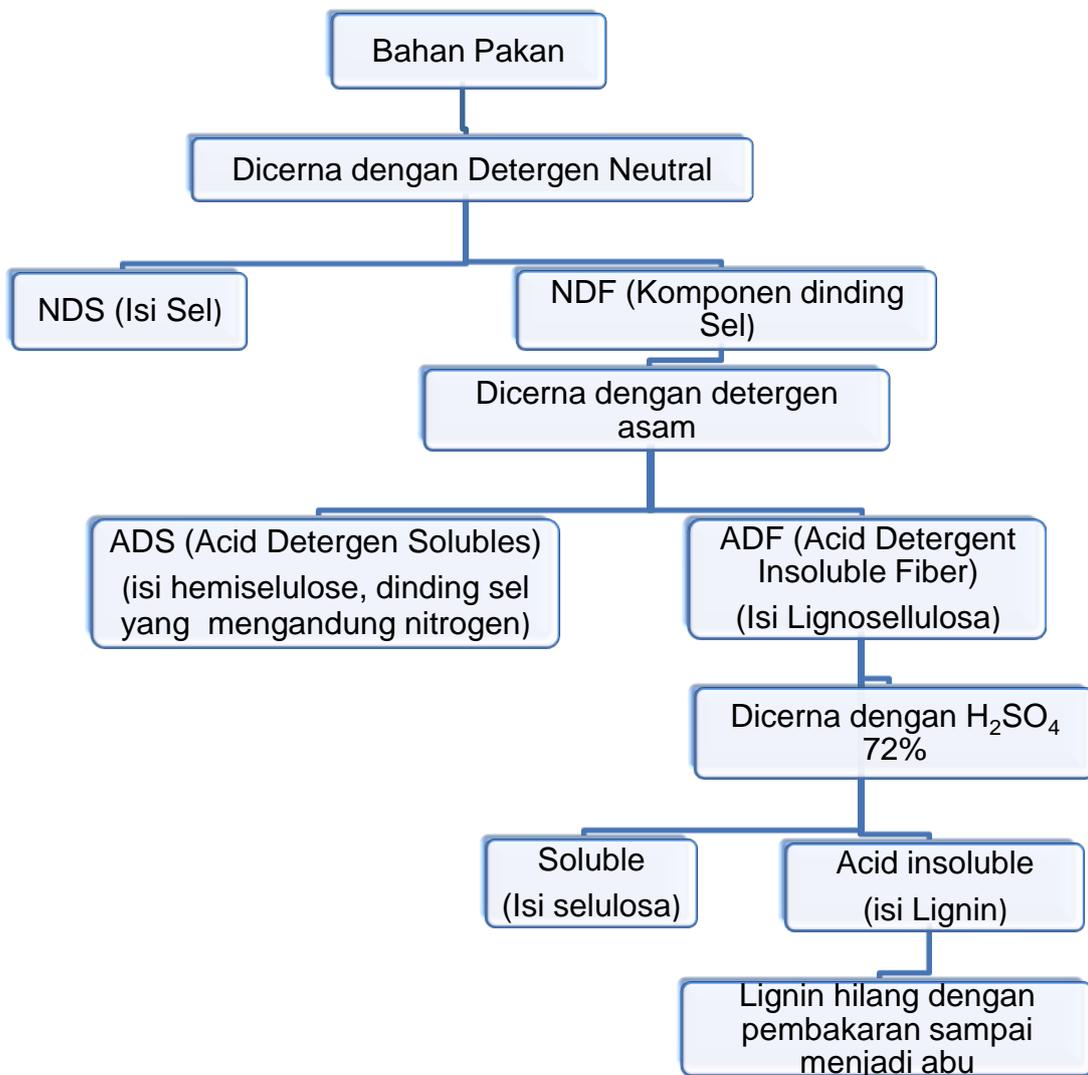
Kambing Marica yang terdapat di Provinsi Sulawesi Selatan merupakan salah satu genotipe kambing asli Indonesia yang menurut

laporan FAO sudah termasuk kategori langka dan hampir punah. Daerah populasi kambing Marica di Propinsi Sulawesi Selatan dijumpai di sekitar Kabupaten Maros, Kabupaten Jeneponto, Kabupaten Soppeng dan daerah Makassar. Kambing Marica punya potensi genetik yang mampu beradaptasi baik di daerah agroekosistem lahan kering, dimana curah hujan sepanjang tahun sangat rendah. Kambing Marica dapat bertahan hidup pada musim kemarau walau hanya memakan rumput-rumput kering di daerah tanah berbatu-batu. Ciri yang paling khas pada kambing ini adalah telinganya tegak dan relatif kecil pendek, tanduk pendek dan kecil serta kelihatan lincah dan agresif (Anonim, 2011). Kambing Marica hampir mirip dengan kambing kacang, namun ada perbedaan yaitu penampilan tubuh lebih kecil, telinga berdiri menghadap samping arah kedepan, tanduk relatif kecil dan pendek.

C. Fraksi Serat Pakan

Van Soest membagi atau memisahkan antara dinding sel dan isi sel tanaman. Dinding sel dibagi dua bagian yaitu bagian pertama termasuk tidak mempunyai nilai gizi dan yang bagian kedua mempunyai nilai gizi. Evaluasi dengan metode Van Soest pada dasarnya menggambarkan bahwa tanaman terdiri atas sel, dan apabila tanaman bertambah tua maka dinding selnya akan menebal dan dalam proses penebalan dinding sel tersebut dipengaruhi oleh campur tangan lignin. Hal inilah yang menyebabkan makin tua tanaman makin sulit dicerna. Selulosa dan

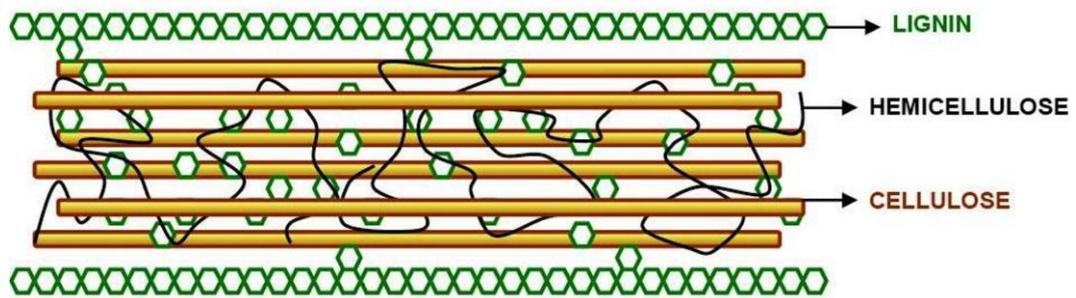
hemiselulosa dapat dicerna karena ada enzim yang dihasilkan oleh mikroorganismen dalam rumen.



Gambar 1. Skema Fraksi Serat (Van Soest, 1976)

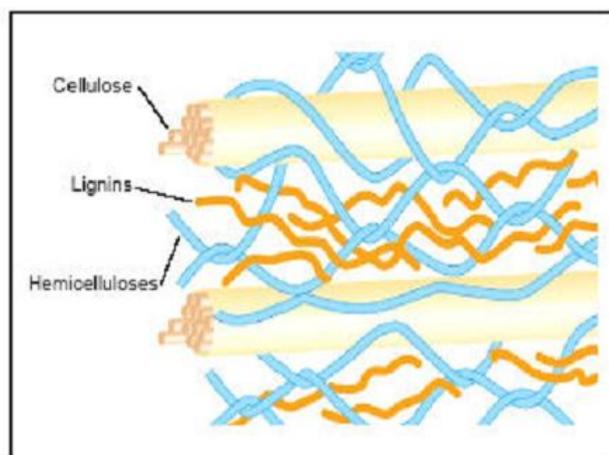
Selulosa dapat diurai menjadi selubiosa dan selanjutnya selubiosa diurai menjadi dua gugusan glukosa. Hemiselulosa dapat diurai menjadi xilosa, glukosa, galaktosa dan arabinosa. Dengan demikian selulosa dan hemiselulosa dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi ternak

ruminansia dan kuda (Rasjid, 2012). Struktur lignoselulosa, selulosa, hemiselulosa dan lignin disajikan pada Gambar 2.



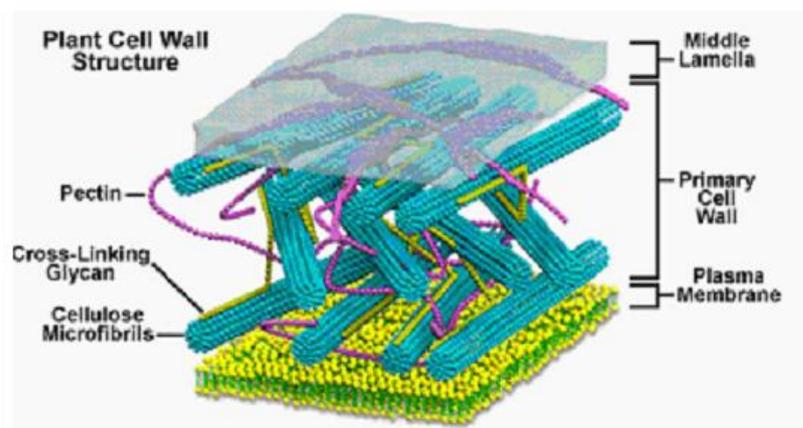
Gambar 2. Struktur Lignoselulosa, Selulosa, Hemiselulosa dan Lignin (Musatto dan Teixeira, 2010)

Lignoselulosa merupakan komponen utama tanaman yang menggambarkan jumlah sumber bahan organik yang dapat diperbaharui. Lignoselulosa terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin dan beberapa bahan ekstraktif lain.



Gambar 3: Skema Representasi Dinding Sel (Bouder *et al.*, 2003
In Chen., 2009).

Susunan dinding sel tanaman terdiri dari lamela tengah, dinding primer (P) serta dinding sekunder (S) yang terbentuk selama pertumbuhan dan pendewasaan sel yang terdiri dari lamela transisi (S1), dinding sekunder utama (S2) dan dinding sekunder bagian dalam (S3). Dinding primer mempunyai ketebalan 0.1-0.2 μ m dan mengandung jaringan mikrofibril selulosa yang mengelilingi dinding sekunder yang relatif lebih tebal (Chahal dan Chahal 1998). Mikrofibril mempunyai struktur dan orientasi yang berbeda pada setiap lapisan dinding sel (Perez, *et.al.* 2002). Lapisan dinding sekunder terluar (S1) mempunyai struktur serat menyilang, lapisan S2 mempunyai mikrofibril yang paralel terhadap poros lumen dan lapisan S3 mempunyai mikrofibril yang berbentuk heliks. Mikrofibril dikelilingi oleh hemiselulosa dan lignin. Bagian antara dua dinding sel disebut lamela tangan (M) dan diisi dengan hemiselulosa dan lignin.



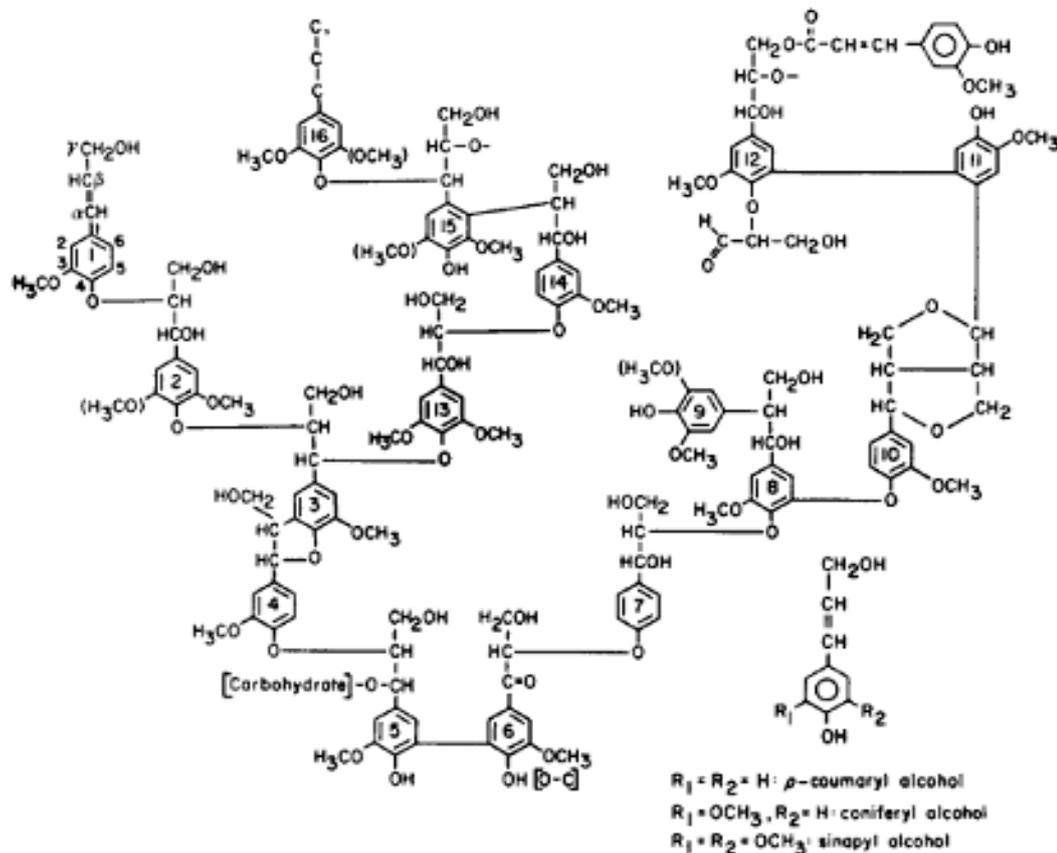
Gambar 4. Struktur Fisik Dinding Sel Tanaman (Davidson, 1995.,
In Chen.,2009).

Hemiselulosa dihubungkan oleh ikatan kovalen dengan lignin. Selulosa secara alami terproteksi dari degradasi dengan adanya hemiselulosa dan lignin. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf (Aziz *et. al.*, 2002).

Lignoselulosa adalah komponen organik di alam yang berlimpah dan terdiri dari tiga tipe polimer, yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin. Lignoselulosa bisa diperoleh dari bahan kayu, jerami, rumput-rumputan, limbah pertanian, hutan, limbah industri (kayu, kertas) dan bahan berserat lainnya. Selulosa adalah salah satu komponen utama dari lignoselulosa yang terdiri dari unit monomer D-glukosa yang terikat pada ikatan 1,4-glikosidik. Selulosa cenderung membentuk mikrofibril melalui ikatan inter dan intra molekuler sehingga memberikan struktur yang larut. Mikrofibril selulosa terdiri dari 2 tipe yaitu kristalin dan amorf. Hemiselulosa merupakan salah satu penyusun dinding sel tumbuhan selain selulosa dan lignin. Hemiselulosa terdiri dari kumpulan beberapa unit gula atau disebut heteropolisakarida dan dikelompokkan berdasarkan residu gula utama sebagai penyusunnya seperti xylan, mannan, galaktan dan glucan. Hemiselulosa terikat dengan polisakarida, protein dan lignin dan lebih mudah larut dibandingkan dengan selulosa.

Lignin adalah bagian utama dari dinding sel tanaman yang merupakan polimer terbanyak setelah selulosa. Lignin yang merupakan

polimer aromatik berasosiasi dengan polisakarida pada dinding sel sekunder tanaman dan terdapat sekitar 20-40%. Komponen lignin pada



Gambar 5: Struktur Kimia Lignin (Kirk dan Farrel., 1987 *In* Chen., 2009)

sel tanaman (monomer guasil dan siringil) berpengaruh terhadap pelepasan dan hidrolisis polisakarida (Anindyawati, 2009).

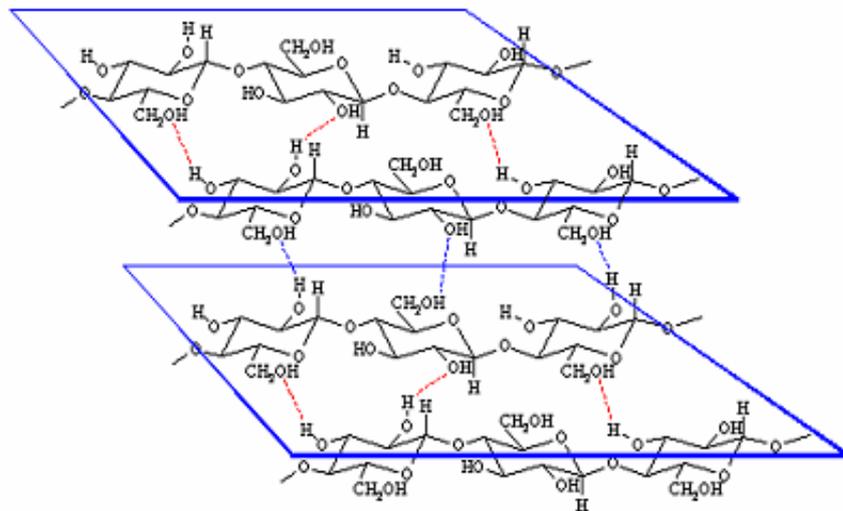
Mikroba memiliki dua tipe sistem kerja enzim ekstraseluler: (1) Sistem hidrolitik, yaitu dengan cara menghasilkan enzim hidrolase yang bekerja merombak selulosa dan hemiselulosa, dan (2) Sistem oksidatif dan sekresi lignase ekstraseluler dengan cara depolimerisasi lignin (Perez *et al.*, 2002). Dekomposisi merupakan suatu proses yang dapat menjamin

siklus kehidupan berlangsung di alam dengan cara biodegradasi bahan organik. Pembusukkan dimulai dengan sekresi enzim ekstraseluler yang dapat menghidrolisis molekul kompleks berukuran besar menjadi molekul lebih kecil sehingga dapat dimanfaatkan oleh organisme lain. Mikroorganisme di dalam tumpukan bahan organik tidak dapat langsung memetabolisme partikel bahan organik tidak larut. Mikroorganisme memproduksi enzim ekstraseluler untuk depolimerisasi senyawa berukuran besar menjadi kecil dan larut dalam air (substrat bagi mikroba). Pada saat itu mikroba mentransfer substrat tersebut ke dalam sel melalui membran sitoplasma untuk menyelesaikan proses dekomposisi bahan organik (Saraswati, 2010).

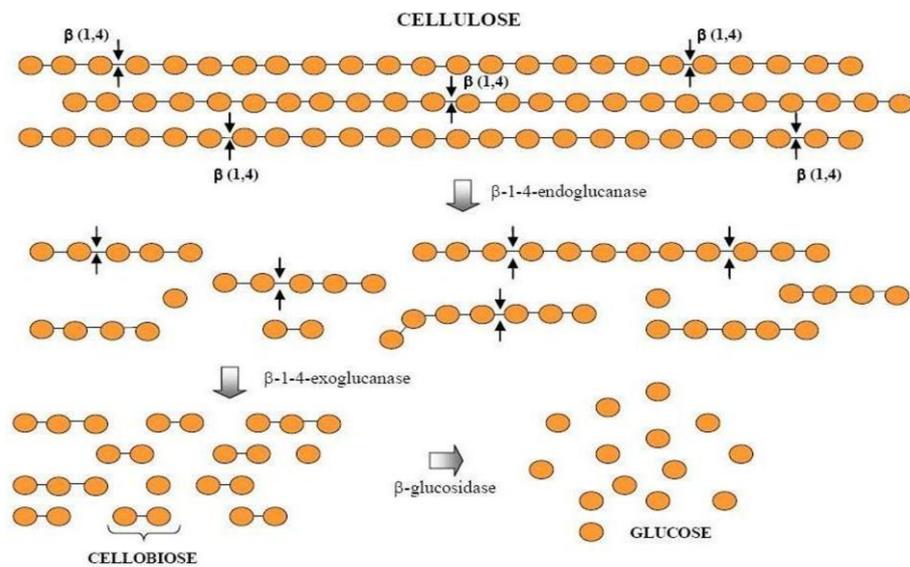
D. Teknologi Pengolahan Pakan

Fermentasi adalah segala macam proses metabolik dengan bantuan enzim dari mikroba (jasad renik) untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa dan reaksi kimia lainnya, sehingga terjadi perubahan kimia pada suatu substrat organik dengan menghasilkan produk tertentu dan menyebabkan terjadinya perubahan sifat bahan tersebut. Proses fermentasi bahan pangan oleh mikroorganisme menyebabkan perubahan-perubahan yang menguntungkan seperti memperbaiki mutu bahan pakan baik dari aspek gizi maupun daya cerna serta meningkatkan daya simpannya. Produk fermentasi biasanya mempunyai nilai nutrisi yang lebih

tinggi daripada bahan aslinya karena adanya enzim yang dihasilkan dari mikroba itu sendiri (Winarno dan Fardiaz, 1989).



Gambar 6. Struktur Kimia Selulosa (Robyt., 1997 *In* Chen.,2009).



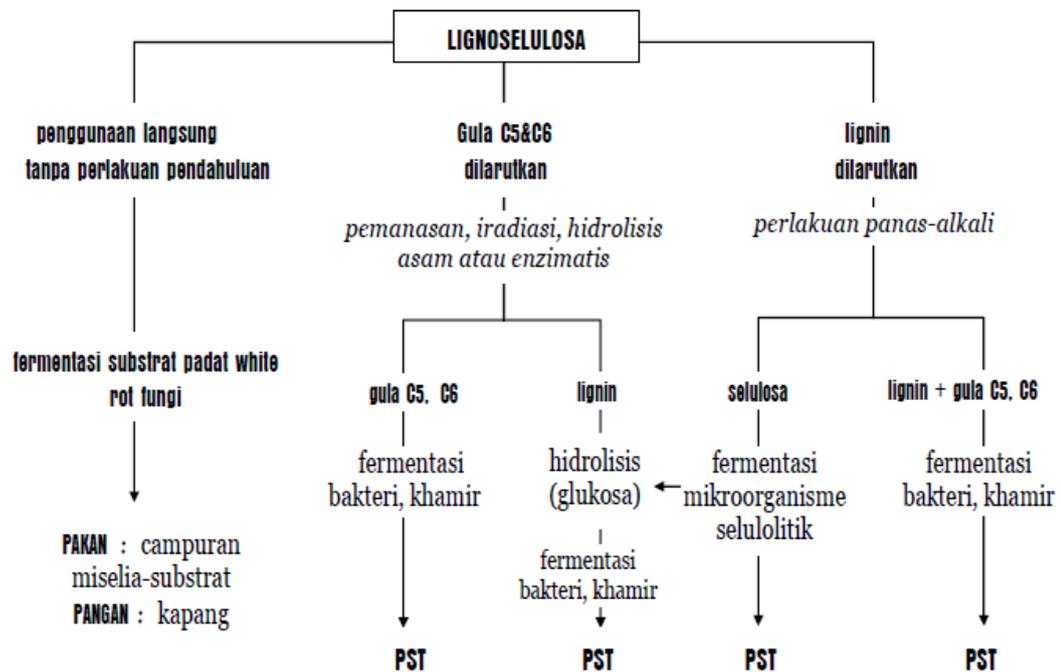
Gambar 7. Skema Enzim Selulase Bekerja pada Struktur Selulosa. (Musatto dan Teixeira, 2010)

Peningkatan nilai manfaat limbah sebagai bahan pakan ternak dapat dilakukan dengan meningkatkan nilai nutrisi melalui perlakuan dan pengolahan. Jenis perlakuan yang diterapkan sangat bervariasi dan tergantung pada jenis, asal dan faktor pembatas pemanfaatan limbah sebagai bahan pakan secara langsung. Faktor pembatas pemanfaatan limbah sebagai pakan ternak secara umum meliputi kualitas nutrisi yang rendah akibat kandungan serat yang tinggi, kandungan antinutrisi dan kadar air bahan yang tinggi (Murni, dkk., 2008).

Aplikasi perlakuan secara biologis dalam pengolahan bahan pakan limbah bertujuan untuk mengubah struktur fisik bahan, pengawetan dan mengurangi kandungan antinutrisi. Perubahan struktur fisik pada pakan kasar dilakukan oleh enzim delignifikasi sekaligus memperkaya jaringan pakan dengan protein mikroorganisme. Delignifikasi dapat terjadi dengan merombak dan melarutkan lignin yang terkandung dalam pakan. Perlakuan secara biologis dilakukan dengan bantuan enzim pendegradasi dinding sel seperti selulase, hemiselulase dan enzim pemecah lignin, fungi lignolitik, bakteri dan fungi rumen (Murni, dkk., 2008). Biokonversi merupakan proses-proses yang dilakukan oleh mikroorganisme untuk mengubah suatu senyawa menjadi produk yang mempunyai struktur kimia yang berhubungan. Biokonversi lignoselulosa dapat dikelompokkan dalam dua model fermentasi yaitu fermentasi media padat dan fermentasi media cair. Pengolahan limbah padat lebih mungkin menggunakan metode fermentasi media padat (Murni dkk., 2008).

Paling sedikit terdapat tiga cara dalam peningkatan bahan lignoselulosa menjadi pakan ternak menggunakan mikroorganisme. Cara pengolahan tergantung pada penggunaan produk akhir apakah untuk ternak ruminansia atau ternak monogastrik. Komponen lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan oleh ternak adalah selulosa dan hemiselulosa. Sebagian fungi ligninolitik tidak mempunyai kemampuan menggunakan lignin sebagai sumber tunggal untuk energi dan karbon dan banyak tergantung pada polisakarida yang mudah tercerna di dalam substrat (Murni dkk., 2008).

Masalah yang sering timbul dalam proses pengolahan bahan lignoselulosa dengan mikroorganisme adalah kehilangan bahan organik substrat yang digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber nutrisi dalam proses biokonversi. 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. Secara umum fungi white-rot dibagi menjadi tiga kelompok (Zadrazil 1984) yaitu [1] fungi 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 (Murni, dkk., 2008).



Gambar 8. Jalur Biokonversi Lignoselulosa untuk Produksi Pakan dan Pangan (Murni dkk., 2008) .

Biokonversi lignoselulosa secara alami berjalan lambat dan hanya dapat dilakukan oleh sedikit mikroorganisme dikarenakan strukturnya yang kompleks dan heterogen. Degradasi komponen lignoselulosa melibatkan aktivitas sejumlah enzim seperti peroksidase, fenol oksidase, selulase, hemiselulase dan gula oksidase. Sejumlah bakteri dan fungi mampu menghidrolisis selulosa sampai tahap tertentu, namun hanya sedikit mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin. Fungi menguraikan lignin dalam substrat sehingga dapat menembus selulosa dan hemiselulosa yang melekat pada matriks lignin dan dapat menghasilkan pakan ternak ruminansia berkualitas tinggi atau

penggunaan polisakarida yang dibebaskan melalui hidrolisis dan fermentasi untuk menghasilkan bahan bakar atau bahan kimia. Sumber dan tipe agen biokonversi berpengaruh sangat besar terhadap kecepatan, efisiensi dan kesempurnaan degradasi. Aplikasi sistem biokonversi bahan lignoselulosa dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya: kultur organisme murni, isolat enzim bebas dan sistem kompleks cairan rumen (Murni. dkk.,2008).

Perombakan komponen lignoselulosa melibatkan sejumlah enzim yang dihasilkan oleh beberapa jenis mikroorganisme. Mikroorganisme ideal dalam meningkatkan kualitas bahan lignoselulosa sebagai pakan ternak harus mempunyai kemampuan memetabolis lignin yang kuat dengan tingkat degradasi selulosa dan hemiselulosa yang rendah. Sekelompok mikroorganisme mampu mendegradasi lignin secara efektif adalah fungi pelapuk putih (white-rot fungi). Beberapa mikroorganisme yang sering digunakan dalam meningkatkan kualitas pakan kasar antara lain fungi dari genus *Volvariella*, fungi dari genus *Basidiomycetes*, fungi *Trichoderma viride* dan fungi *Pleurotus*. Fungi dari genus *Volvariella* (*V. volvacea*, *V. esculenta*, dan *V. displasia*) dapat tumbuh pada merang padi dan bahan selulosik yang lain. Bekas media tumbuh fungi dapat digunakan sebagai pakan ternak (Murni dkk.,2008). Fungi pembusuk kayu seperti *P. chrysosporium* dapat memecah lignin dan selulosa pada kayu. Fungi jenis ini mempunyai sifat : membentuk spora yang cukup banyak dan mudah dipindahkan, bersifat thermo toleran sehingga dapat

tumbuh pada suhu 25° C atau pun 35 – 40°C dan memerlukan bahan nutrisi yang mudah diperoleh. Fungi *Trichoderma viride* dan beberapa mutannya merupakan salah satu jenis fungi yang dapat menghasilkan enzim cukup banyak dan bersifat cukup stabil. Fungi ini dapat tumbuh dengan baik pada media sederhana, jadi dapat menekan kontaminasi bakteri dan mikroba lain. Fungi dari genus *Pleurotus* dapat memecah lignin dan polisakarida kayu menjadi produk kaya protein. *P. ostreatus* (fungi tiram) dan *P. florida* dapat tumbuh pada temperatur optimum mendekati 30°C. Media tumbuh fungi genus ini berupa campuran serbuk gergaji, sisa butiran, manure kotoran hewan dan limbah pengolahan pangan (Murni dkk., 2008).

Senyawa polimer aromatik yang sulit didegradasi dan hanya sedikit organisme yang mampu mendegradasi lignin, diantaranya fungi pelapuk putih. Fungi mendegradasi lignin menjadi produk yang larut dalam air dan CO₂. Beberapa fungi diantaranya *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan berbagai polutan aromatik selama fase pertumbuhan stationary yang dipacu oleh kekurangan nutrisi dalam substrat. Fungi ini menghasilkan dua peroksidase yaitu Lignin Peroxidase (LiP) dan Mangannese Peroxidase (MnP) yang mempunyai peranan penting dalam proses perombakan lignin. LiP merupakan katalis utama dalam proses ligninolisis oleh fungi karena mampu memecah unit non fenolik yang menyusun sekitar 90 persen struktur lignin (Srebotnik dkk. 1994). LiP dan MnP mempunyai mekanisme yang berbeda dalam proses

ligninolisis. MnP mengoksidasi Mn^{2+} menjadi Mn^{3+} yang berperan sebagai dalam pemutusan unit fenolik lignin. LiP mengkatalis oksidasi senyawa aromatik non fenolik. Mekanisme LiP dalam dalam mengkatalis reaksi masih belum jelas, apakah berinteraksi langsung dengan lignin atau melalui perantaraan radikal. LiP mengkatalis 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 dikatalis oleh LiP dimulai dengan pemisahan satu elektron cincin aromatik substrat donor dan menghasilkan radikal kation aril, yang kemudian mengalami berbagai reaksi postenzymatic. LiP memotong ikatan $C\alpha-C\beta$ molekul lignin. Pemotongan ikatan pada posisi $C\alpha-C\beta$ merupakan jalur utama perombakan lignin oleh berbagai fungi pelapuk putih (Murni dkk., 2008).

Degradasi selulosa merupakan proses pemecahan polimer dan hidroglukosa menjadi molekul yang lebih sederhana. Proses ini akan menghasilkan oligo, di atau trisakarida seperti selobiosa dan selotriosa, glukosa monomer dan terakhir CO_2 dan air. Degradasi selulosa dapat dilakukan secara biologis dengan bantuan enzim dan secara nonbiologis baik secara fisik maupun kimiawi. Sejumlah besar fungi dan bakteri mampu menghidrolisis selulosa sampai taraf tertentu. Mikroba menggunakan selulosa sebagai sumber energi dan karbon. Degradasi

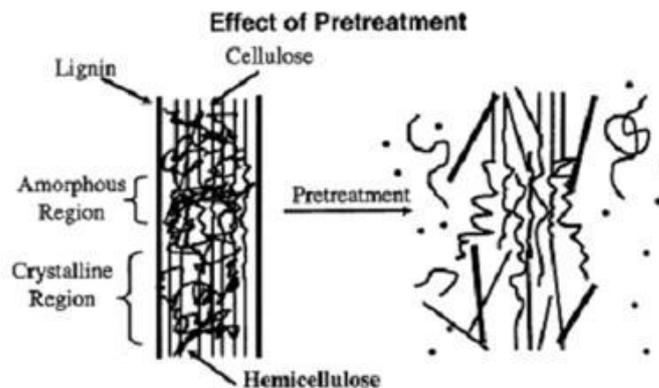
selulosa oleh fungi merupakan hasil kerja sekelompok enzim selulolitik yang bekerja secara sinergis. Sistem enzim selulolitik terdiri dari tiga kelompok utama yaitu :

1. Endoglucanases atau 1,4- β -D-glucan-4-glucanohydrolases (EC 3.2.1.4)
2. exoglucanases, yang meliputi 1,4- β -D-glucan glucanohydrolases atau cellodextrinases (EC 3.2.1.74) dan 1,4- β -D-glucan cellobiohydrolases atau cellobiohydrolases (EC 3.2.1.91)
3. β -glucosidases atau β -glucoside glucohydrolases (EC 3.2.1.21)

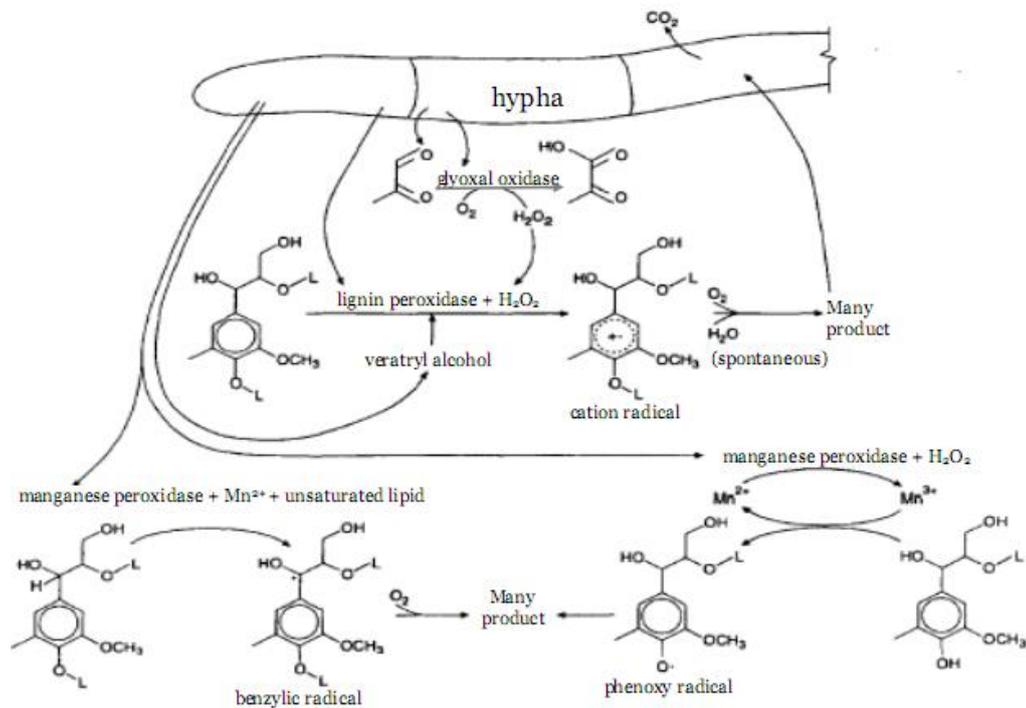
Enzim endoglucanase menghidrolisis secara acak bagian amorf selulosa serat menghasilkan oligosakarida dengan panjang yang berbeda dan terbentuknya ujung rantai baru. Enzim bekerja terhadap ujung pereduksi (CHBI) dan non pereduksi (CHBII) rantai polisakarida selulosa dan membebaskan glukosa yang dilakukan oleh enzim glucanohydrolase atau selobiosa yang dilakukan oleh enzim cellobiohydrolase sebagai produk utama. Hidrolisis bagian berkrystal selulosa hanya dapat dilakukan secara efisien oleh enzim exoglucanase. Hasil kerja sinergis endoglucanase dan exoglucanase menghasilkan molekul selobiosa. Hidrolisis selulosa secara efektif memerlukan enzim β -glucosidase yang memecah selobiosa menjadi 2 molekul glukosa (Murni dkk., 2008).

Hemiselulosa mengalami biodegradasi menjadi monomer gula dan asam asetat dengan bantuan enzim hemiselulase. Hemiselulase seperti kebanyakan enzim lainnya yang dapat menghidrolisis dinding sel tanaman

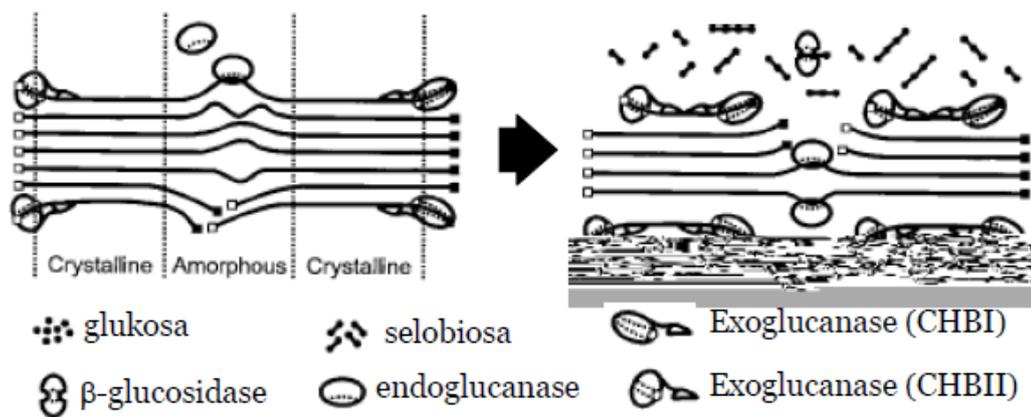
merupakan protein multi domain. Xilan merupakan karbohidrat utama penyusun hemiselulosa (Perez dkk., 2002) dan Xylanase merupakan hemiselulase utama yang menghidrolisis ikatan β -1,4 rantai xilan. Fungi *Phanerochaete chrysosporium* menghasilkan endoxylanase yang berperan dalam pemecahan xilan menjadi oligosakarida (Perez dkk., 2002). Hidrolisis hemiselulosa juga membutuhkan enzim pelengkap yang bekerja secara sinergis dalam menguraikan xilan dan mannan (Murni dkk., 2008).



Gambar 9. Skema Pemutusan Komponen Lignoselulosa (Mosier *et al.*, 2005 *In* Chen., 2009).



Gambar 10 : Skema Sistem Degradasi Lignin oleh *Phanerochaete chrysosporium* (Akhtar dkk., 1997 In Murni dkk., 2008).



Gambar 11. Skema Hidrolisis Selulosa Menjadi Glukosa (Murni dkk., 2008).

E. Fungi

Fungi merupakan tumbuhan yang tidak mempunyai klorofil sehingga bersifat heterotrof dengan tipe sel eukariotik. Ciri umum fungi adalah :

1. Fungi termasuk organisme eukariotik karena sel penyusunnya memiliki membran inti.
2. Fungi ada yang uniseluler dan multiseluler.
3. Memiliki dinding sel dari bahan kitin.
4. Tidak memiliki klorofil.
5. Tubuhnya terdiri dari benang-benang yang disebut hifa, hifa dapat membentuk anyaman bercabang-cabang yang disebut miselium.
6. Reproduksi fungi, ada yang dengan cara vegetatif ada pula dengan cara generatif.

Trichoderma sp adalah fungi penghuni tanah yang dapat diisolasi dari perakaran tanaman lapangan dan dapat ditemui dilahan pertanian dan perkebunan. *Trichoderma* bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada fungi lain. Spesies *Trichoderma* disamping sebagai organisme pengurai, dapat pula berfungsi sebagai agen hayati dan stimulator pertumbuhan tanaman (Ramada, 2008).

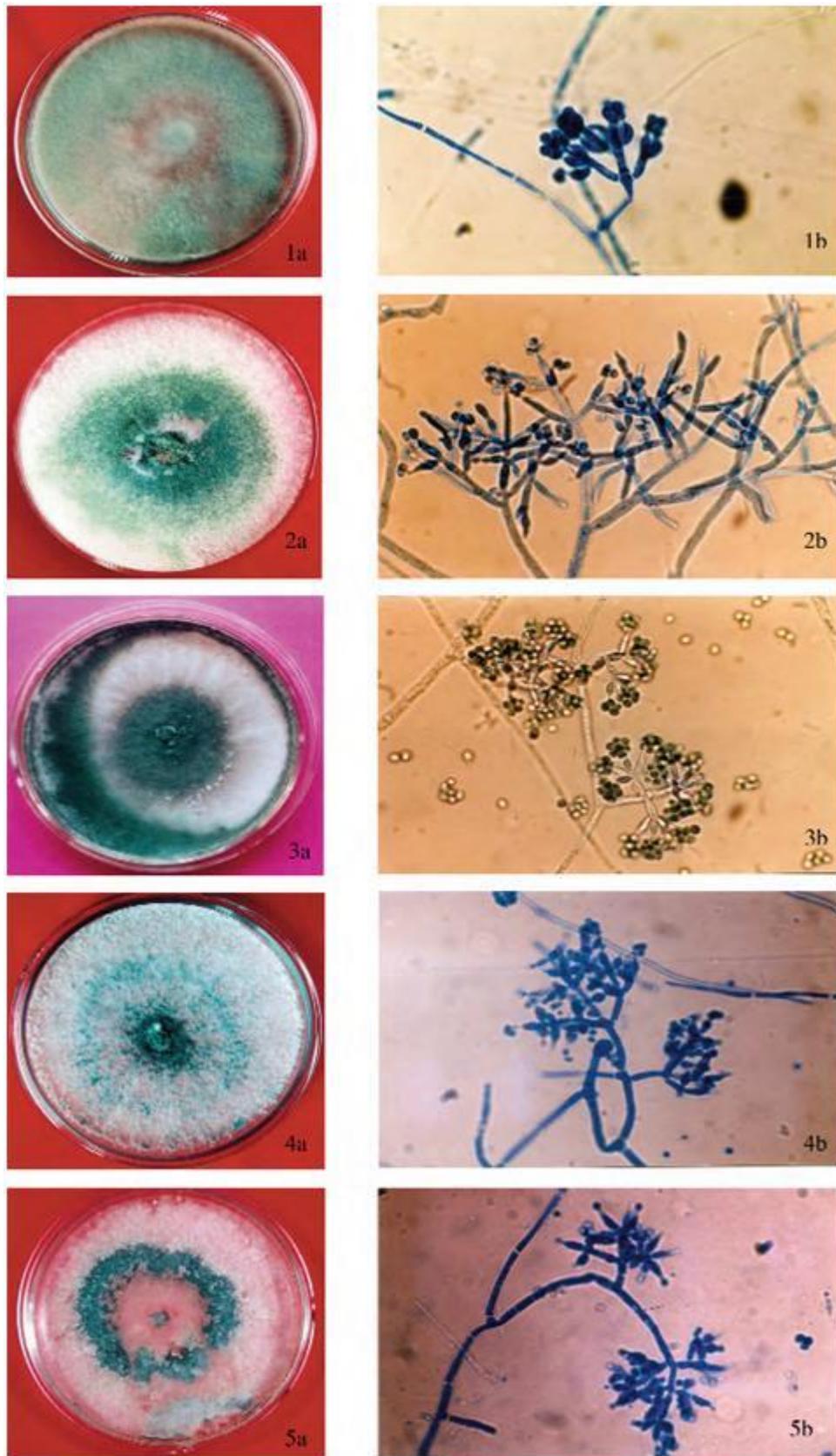
Susunan sel fungi *Trichoderma sp.* bersel banyak membentuk benang halus yang disebut dengan hifa. Hifa pada fungi ini berbentuk pipih, bersekat, dan bercabang-cabang membentuk anyaman yang

disebut miselium. Miseliumnya dapat tumbuh dengan cepat dan dapat memproduksi berjuta-juta spora karena sifat inilah *Trichoderma sp.* dinyatakan memiliki daya kompetitif yang tinggi. Dalam pertumbuhannya, bagian permukaan akan terlihat putih berseri, dan bermiseli kusam. Setelah dewasa, miselium memiliki warna hijau kekuningan (Niken, 2009).

Beberapa spesies *Trichoderma* disajikan pada Gambar 12. Klasifikasi fungi *Trichoderma sp.* menurut Niken (2009) adalah sebagai berikut ini:

Kingdom : Fungi
Divisio : Amastigomycota
Subdivisio : Deuteromycotina
Classis : Deuteromycetes
Ordo : Moniliales
Family : Moniliaceae
Genus : *Trichoderma*
Spesies : *Trichoderma sp.*

Trichoderma bersifat saprofit pada tanah, kayu, dan beberapa jenis bersifat parasit pada fungi lain, fungi tumbuh pada kisaran suhu optimal 22-30°C. Nuur (2004) melakukan penelitian pengaruh fermentasi enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dengan *Trichoderma harzianum* terhadap kadar protein kasar dan serat kasar perlakuan lama inkubasi selama 0 hari, 3 hari, 6 hari, 9 hari, 12 hari, 15 hari. Disimpulkan bahwa pengaruh



Gambar 12. 1a & 1b *T. virens*. 2a & 2b *T. pseudokoningii* 3a & 3b, 4a & 4b, 5a & 5b. *T. harzianum* (Rahman, et. al., 2011)

fermentasi eceng gondok dengan *Trichoderma harzianum* tidak berbeda nyata terhadap protein kasar dan berbeda sangat nyata terhadap serat kasar.

Phanerochaete chrysosporium adalah fungi pelapuk putih, yang bentuk datar menyatu tubuh buah. Jaringan hifa memiliki beberapa percabangan, dengan diameter mulai 3-9 μm . *Phanerochaete chrysosporium* merupakan salah satu mikroorganisme yang mempunyai kemampuan mendegradasi lignoselulosa secara selektif yaitu mendegradasi komponen lignin terlebih dahulu diikuti dengan komponen selulosa (Hattaka 1994; Tuomela *et al.* 2002). Selulosa dan hemiselulosa dimanfaatkan oleh fungi sebagai sumber karbon. Fungi ini juga mempunyai kemampuan untuk tumbuh pada suhu yang relatif tinggi yaitu 36-40°C sehingga cocok digunakan dalam proses fermentasi yang banyak menghasilkan panas (Tuomela *et al.*, 2002). Johjima (1999) yang menyatakan bahwa pada fungi pelapuk putih, enzim yang dikeluarkan adalah enzim peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP). White rot adalah fungi paling aktif merombak lignin. Ada ribuan spesies fungi white rot telah diketahui utamanya berasal dari kelompok *basidiomycetes* dan *ascomycetes*. Contoh *basidiomycetes* adalah *Phanerochaete chrysosporium* dan *Coriolus versicolor* sedangkan contoh *ascomycetes* adalah *Xylaria*, *Libertella* dan *Hypoxylon*. Fungi *white rot* memproduksi enzim lignolitik yang mampu bekerja mengoksidasi pelepasan unit fenilpropanoid, demetilasi, mengubah gugus aldehid (R-CHO) menjadi

gugus karboksil (R-COOH), dan membuka cincin aromatik sehingga secara sempurna merombak lignin menjadi CO₂ dan H₂O. Proses kerusakan lignin dilakukan dengan menggunakan reaksi pembelahan. Enzim ekstraseluler melepaskan radikal bebas untuk memulai memecah spontan ke unit fenil propana di metabolisme atau fase diam. Fungi *white rot* menghasilkan tiga kelas enzim ekstraseluler perombak lignin yaitu lakase pengoksidasi fenol, peroksidase lignin, dan oksidase mangan. Klasifikasi fungi *Phanerochaete chrysosporium* (Herlina, 1998)

Divisi : Eumycota
SubDivisi : Basidiomycotania
Class : Hymenozygomycetes
Sub Class : Holobasidiomycetidae
Genus : Sporotrichum (Phanerochaete)
Spesies : *chrysosporium*

Suparjo *dkk.* (2011) menyatakan bahwa pemanfaatan 30% kulit buah kakao (KBK) fermentasi oleh *Phanerochaete chrysosporium* yang dikombinasikan dengan rumput gajah dan konsentrat menghasilkan konsumsi bahan kering (560 g/ekor/hari, konversi ransum (5.50) dan penambahan bobot badan (102 g/ekor/hari) yang lebih baik dibandingkan dengan ransum yang hanya mengandung rumput gajah dan kulit buah kakao tanpa fermentasi. Hutasoit (2009) menyatakan bahwa penggunaan konsentrat dari hasil sampingan industri kelapa sawit dan limbah pertanian yang difermentasikan dengan *Phanerochaete chrysosporium* memberikan

pengaruh yang sama terhadap bobot lemak subkutan, bobot lemak ginjal, bobot lemak jantung, bobot lemak pelvik serta persentase lemak internal sapi Peranakan Ongole.

Inokulan fungi dapat diperbanyak dalam bentuk miselium atau spora. Produk miselium diperoleh dengan menumbuhkan fungi pada media *potato dextrose agar* (PDA) kemudian diinkubasi pada suhu ruang (sekitar 28°C) selama 5 hari hingga spora banyak. Stok ini kemudian disimpan dalam pendingin agar pertumbuhan terhenti, dan stok ini dapat dipakai sewaktu-waktu untuk pembuatan starter. Starter ditumbuhkan pada media PDA, agar didapatkan inokulum yang sehat, aktif, tersedia spora dalam jumlah yang mencukupi dan mampu memproduksi seperti yang diharapkan.

F. Limbah Tanaman Jagung sebagai Pakan

Jagung (*Zea mays L.*) termasuk keluarga gramineae. Tanaman dewasa terdiri atas batang induk yang jarang bercabang dan biasanya tidak beranak. Batangnya terdiri atas sejumlah ruas-ruas tertentu dan buku. Jumlah ruas batang tergantung varietasnya dan biasanya berkisar antara 10-18 ruas. Jagung bisa mencapai ketinggian antara 180–210 cm, lamina dan pelepahnya berwarna hijau hingga hijau tua. Masa berbunga selepas tanam adalah 50 hari. Panjang tongkol 16-19 cm dan mempunyai baris biji. Tanaman jagung dapat tumbuh di daerah tropis dan daerah sub tropis (Hardjodinomo,1982).

Iriany *dkk.* (2008) menyatakan bahwa tanaman jagung merupakan tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Sub division : Angiospermae
Class : Monocotyledoneae
O r d o : Poales 5
Familia : Poaceae
Genus : Zea
Spesies : *Zea mays L.*

Jerami adalah sisa-sisa hijauan dari tumbuhan sebangsa padi dan leguminosa setelah biji dan butir-butirnya dipetik guna kepentingan manusia (Lubis, 1992). Jerami jagung merupakan sisa dari tanaman jagung setelah buahnya dipanen dan dapat diberikan pada ternak, baik dalam bentuk segar maupun dalam bentuk kering. Daun segar dari jagung dapat digunakan sebagai makanan ternak besar seperti sapi, kerbau yang selanjutnya dikembalikan ke tanah dalam bentuk pupuk kandang. Jerami jagung merupakan limbah pertanian yang banyak terdapat di pedesaan, hampir merata di daerah berlahan kering. Limbah pertanian seperti jerami jagung jika dicampur dengan bahan pakan lain yang mempunyai kandungan nutrisi lengkap akan menghasilkan susunan pakan yang rasional dan murah. Pemanfaatan jerami jagung sebagai

pakan ternak telah lama dilakukan terutama untuk ternak sapi, kerbau, kambing dan domba (Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia, 2006).

Tanaman jagung setiap kali panen akan menghasilkan limbah sebagai hasil sampingan. Adapun yang termasuk limbah tanaman jagung adalah batang, daun jagung, kelobot dan janggal. Kandungan nutrisi jerami jagung adalah bahan kering 50.0%, protein kasar 5.56%, serat kasar 33.58%, lemak kasar 1.25% dan abu 8.42% (Lab. Nutrisi Unhas, 2012).

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Jerami Jagung pada Berbagai Umur Panen

Umur Panen	Bahan Kering (%)	Protein Kasar (%)	TDN (%)
15 -28 hari	15	18.6	65.2
43 – 56 hari	30	6.8	57.1
99-112 hari	50	5.2	40.1

Sumber: Reksohadiprodjo (1994)

Potensi limbah tanaman jagung berupa daun dan batang sebesar 12.19 ton/ha dalam bentuk segar. Pemanfaatan jerami jagung meskipun sudah cukup baik (24.69%), namun perlu diupayakan peningkatannya walaupun kualitas dan palatabilitasnya lebih baik dari jerami padi. Pemberian jerami jagung dengan penambahan probiotik dan urea dalam proses fermentasi dapat memperbaiki nutrisi jerami jagung dan daya cernanya (Direktorat Budidaya Ternak Ruminansia, 2006). Peningkatan level daun gamal memberi pengaruh terhadap penurunan NDF dan

kandungan NDF terendah diperoleh dari pemberian 30% daun gamal pada silase jerami jagung (Anas, 2005).

Tabel 5. Luas Panen dan Produksi Tanaman Jagung Menurut Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan, 2012

Kabupaten/Kota	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
Kepulauan Selayar	2.567	5.234
Bulukumba	30.726	110.263
Bantaeng	28.532	172.120
Jeneponto	50.469	239.434
Takalar	2.586	13.274
Gowa	38.677	219.407
Sinjai	2.417	7.773
Maros	3.435	19.037
Pangkep	1.055	5.841
Barru	1.022	5.153
Bone	38.879	170.305
Soppeng	10.394	48.881
Wajo	17.134	76.393
Sidrap	12.321	59.475
Pinrang	11.783	64.674
Enrekang	7.373	39.877
Luwu	5.908	17.344
Tana Toraja	4.126	24.454
Luwu Utara	22.209	99.544
Luwu Timur	4.238	17.151
Toraja Utara	710	2.444
Makassar	14	53
Pare-pare	59	154
Palopo	492	1.869
Sulawesi Selatan 2011	297.126	1.420.154
2010	303.375	1.343.043
2009	299.669	1.395.742

Sumber : BPS Sulawesi Selatan (2012).

G. Gamal

Gamal (*Gliricidia maculate*) berasal dari Amerika tengah, dengan ciri-ciri : daunnya bersirip, dengan bentuk daun oval runcing yang agak lebar, bunganya cukup indah, berwarna ungu keputihan. Tanaman ini dapat tumbuh mencapai ketinggian 10 meter. Gamal tumbuh baik pada daerah dengan ketinggian 0-1300 meter dari permukaan laut dan tidak memerlukan sifat tanah khusus. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman leguminosa pohon tropis yang multi fungsi baik sebagai tanaman pagar, pakan ternak, pencegah erosi dan penyubur tanah (Anonim, 2010).

Penanaman dilakukan dengan stek batang. Stek batang yang baik berasal dari batang bawah dan tengah yang telah berumur lebih dari 12 bulan. Diameter stek 3-5 cm dan panjang stek 50 cm. Stek terlebih dahulu disemaikan dalam kantong plastik. Setelah bertunas 15-20 cm tingginya (berumur 2-3 bulan) dapat ditanam langsung di lapangan. Jarak tanam dengan jarak antara barisan 1-2 m. Waktu tanam dianjurkan pada awal musim hujan. Pemberian pupuk kandang atau pupuk buatan seperti pupuk fospat sebanyak 35-40 kg per hektar per tahun. Pemotongan pertama pohon gamal dianjurkan setelah tanaman berumur satu tahun. Selang waktu atau interval pemotongan selanjutnya setiap 3 bulan sekali. Rata-rata produksi hijauan segar berkisar 2-5 kg per potong per pohon, 9-16 ton/ha (Heuze and Trang, 2013).



Gambar 13. Daun gamal

Tabel 6. Komposisi Kimia Gamal Berdasarkan Bahan Kering

Komponen	Komposisi	
TDN (%)	76.0 ¹	—
Serat Kasar (%)	18.00 ¹	18.12 ²
Protein Kasar (%)	19.10 ¹	29.05 ²
Kadar Abu (%)	9.70 ¹	8.18 ²
Ca (%)	0.67 ¹	---
P (%)	0.1 ¹	---

Sumber : ¹Hartadi dkk.(1990), ²Siti dkk. (2012)

Gamal merupakan pakan ternak yang banyak disukai oleh ternak ruminansia kecil seperti kambing dan domba. Pemberian gamal pada ternak untuk pertama kali, ternak umumnya menolak akan tetapi setelah dibiasakan (dengan cara pemberian bertahap) maka akan menyukainya dan diberikan dalam bentuk layu. Pemberian gamal secara bebas sebagai

tambahan pakan dasar rumput, baik bagi pertumbuhan ternak ruminansia (Anonim, 2010).

Tabel 7. Rata-Rata Pertambahan Bobot Badan Harian Ternak Kambing yang Mengonsumsi Gamal sebagai Pakan Basal

Jenis	Pertambahan Bobot Badan (g/ekor/hari)
Betina (1-6 bulan)	37,00
Jantan (1-6 bulan)	30,00
Induk menyusui	21,00
Induk tidak bunting	23,00
Induk bunting	72,00

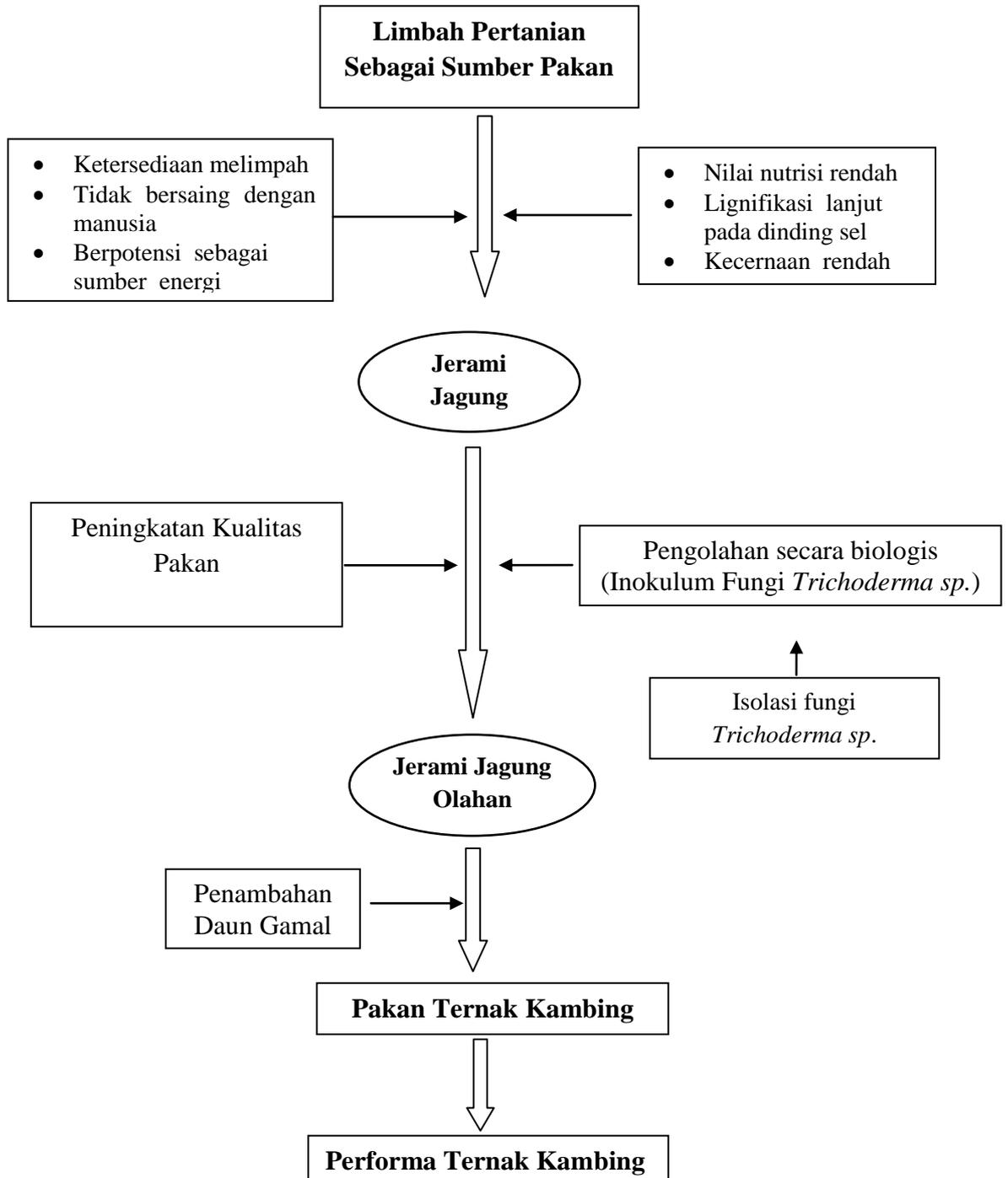
Sumber : Noor (2010).

Suplementasi blok multinutrisi juga menunjukkan bahwa ternak kambing yang mengonsumsi daun gamal memberi pengaruh positif terhadap peningkatan produktivitasnya yang dipelihara secara intensif (Noor, 2010).

Pada dasarnya potensi jerami jagung sebagai pakan adalah cukup besar, disisi lain mempunyai keterbatasan yaitu nilai nutrisi yang rendah. Oleh karena itu perlu dilakukan suatu upaya untuk memperbaikinya. Pengolahan bahan pakan secara biologis oleh mikroorganisme saat ini lebih dianjurkan karena lebih ramah lingkungan. Fungi *Trichoderma sp.* yang digunakan untuk pengolahan pakan dapat meningkatkan nilai nutrisinya. Peran dari enzim ekstraseluler yang dihasilkan fungi *Trichoderma sp.* dapat menguraikan komponen kompleks menjadi yang

lebih sederhana. Penelitian yang menggunakan fungi *Trichoderma* pada limbah agroindustri telah banyak dilakukan diberbagai negara, terutama di benua Afrika. Terdapat lebih dari 150 spesies fungi *Trichoderma*. Pada penelitian ini ingin digali potensi fungi *Trichoderma* lokal asal Sulawesi Selatan, sebagai inokulum pada pengolahan pakan secara biologis khususnya pada limbah tanaman jagung.

H. Kerangka Konseptual



Gambar 14. Kerangka Konseptual Penelitian

I. HIPOTESIS

1. Fungi *Trichoderma sp.* dapat diisolasi dari bahan isolat yang berasal dari lokal Sulawesi Selatan.
2. Jerami jagung yang diinokulasi oleh fungi pendegradasi serat *Trichoderma sp.* dan *Phanerochaete chrysosporium* (fungi pembanding) dengan lama inkubasi mempengaruhi nilai nutrisi pakan.
3. Ternak kambing yang diberi pakan jerami jagung diolah secara biologis oleh fungi *Trichoderma sp.* dan diperkaya daun gamal meningkatkan konsumsi, pencernaan, pertambahan bobot badan dan efisiensi penggunaan pakan.