

**POTENSI JAMUR PELAPUK KAYU ISOLAT LOKAL MAKASSAR
DALAM MENDEKOMPOSISI KOMPONEN LIGNOSELULOSA
JERAMI PADI *Oryza sativa* L.**

ERVIANI LESTARI

H411 09 271



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**POTENSI JAMUR PELAPUK KAYU ISOLAT LOKAL MAKASSAR
DALAM MENDEKOMPOSISI KOMPONEN LIGNOSELULOSA
JERAMI PADI *Oryza sativa* L.**

Oleh :

ERVIANI LESTARI

H411 09 271

*Skripsi ini dibuat untuk Melengkapi Tugas Akhir dan memenuhi Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Pada
Jurusan Biologi*

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

LEMBAR PENGESAHAN

**POTENSI JAMUR PELAPUK KAYU ISOLAT LOKAL MAKASSAR
DALAM MENDEKOMPOSISI KOMPONEN LIGNOSELULOSA
JERAMI PADI *Oryza sativa* L.**

Disetujui Oleh :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

**Dr. Nur Haedar, S.Si, M.Si
NIP. 196801291997022001**

**Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc
NIP. 196503161989032002**

KATA PENGANTAR

Syukur dan pujian kehadiran Tuhan Yesus Kristus atas kebaikan, kekuatan dan limpahan berkat serta kasih karuniaNya yang tak berkesudahan sehingga skripsi dengan judul “**Potensi Jamur Pelapuk Isolat Lokal Makassar Dalam Mendekomposisi Komponen Lignoselulosa Jerami Padi *Oryza sativa* L**” dapat diselesaikan dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains (S.Si) pada Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Banyak kendala dan tantangan yang penulis hadapi selama proses penyelesaian skripsi ini. Namun, berkat ketabahan, kesabaran, dan dukungan dari berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati dan rasa bangga, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Ibu Dr. Nur Haedar, M.Si selaku pembimbing utama dan Ibu Prof. Dr. Ir. Tutik Kuswinanti, M.Sc selaku pembimbing pertama yang telah dengan sabar meluangkan waktu memberikan bimbingan, arahan dan petunjuk sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Hj. Dirayah R. Husain, DEA, Bapak Drs. Ambeng, M.Si, Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc, Ibu Dr. Rosana Agus, M.Si, dan Ibu Dr. Juhriah, M.Si selaku tim penguji skripsi yang telah memberikan masukan dan saran demi penyempurnaan penulisan skripsi ini.

3. Bapak Drs. Ambeng, M.Si selaku Penasehat Akademik atas motivasi, bimbingan dan arahan kepada penulis selama masa perkuliahan.
4. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Wahid Wahab. M.Sc selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin, beserta seluruh staf atas bantuannya selama penulis menempuh pendidikan di fakultas ini.
5. Bapak Dr. Eddy Soekandarsih, M.Sc selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Hasanuddin dan para dosen yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga selama penulis menempuh pendidikan serta pegawai yang telah membantu dalam pengurusan administrasi penyusunan skripsi ini
6. Om Marten dan Tante Satriana sekeluarga, semua keluarga yang ada di Toraja dan Manggarai terima kasih banyak buat dukungan dan bantuannya.
7. K' Anto dan K' Ahmad sebagai laboran PKP yang telah membantu selama penelitian berlangsung.
8. Partner penelitianku Welsiliana, Nur Afni dan Yuniarti Timang, terima kasih sudah membuatku untuk lebih banyak bersabar. Saya bersyukur untuk semua hal baik yang menyenangkan ataupun yang tidak selama penelitian dan semuanya itu telah dilewati bersama.
9. Teman-teman seperjuangan MIPA 2009, khususnya teman-teman Bi09enesis, yang senantiasa memberi semangat dan dukungan dalam penulisan skripsi ini.
10. Adikku Enrico dan Sary, terima kasih untuk doa, bantuan dan pengertiannya.

11. Sahabat-sahabatku terkasih Roswita, Irene, Jeane, dan Ribka. Terima kasih atas dukungannya.

12. Semua pihak yang tidak sempat disebutkan satu persatu.

Teristimewa skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua saya, Ayahanda Petrus L (alm) dan Ibunda Selfia S. Payung Langi, serta adik-adikku tersayang.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa menyertai kita dalam langkah hidup kita. Amin.

Makassar, Mei 2013

Penulis

ABSTRAK

Jerami padi merupakan limbah pertanian yang keberadaannya sangat melimpah pada saat panen, akan tetapi penggunaannya masih sangat terbatas dan proses dekomposisi secara alamiah di alam berlangsung lama diakibatkan oleh kandungan lignoselulosa terutama kandungan lignin. Proses dekomposisi dapat dipercepat dan salah satunya adalah dengan menggunakan jamur pelapuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui isolat jamur pelapuk yang pertumbuhannya paling baik pada media jerami padi serta mengetahui kemampuannya dalam mendekomposisi komponen lignin, hemiselulosa dan selulosa jerami padi *Oryza sativa* L. Dalam penelitian ini digunakan 7 isolat jamur pelapuk yaitu KSH, KSB, JM, MKS, B, C dan E. Ke tujuh isolat tersebut hasil eksplorasi pada kayu lapuk di sekitar Makassar dan ditumbuhkan pada baglog jerami padi selama 30 hari. Untuk mengetahui kemampuannya dalam mendekomposisi komponen lignoselulosa jerami padi digunakan analisis Van Soest (1976). Hasil penelitian menunjukkan bahwa isolat yang memiliki kecepatan pertumbuhan terbaik adalah isolat KSH dan JM. Isolat yang paling banyak mendekomposisi komponen lignin yaitu isolat JM sebesar 17, 18 %, komponen hemiselulosa paling banyak didekomposisi oleh isolat KSH sebesar 61, 46 % dan isolat yang paling banyak dalam mendekomposisi komponen selulosa adalah isolat E sebesar 41, 33 %.

Kata kunci : Jerami padi, dekomposisi, lignoselulosa, jamur pelapuk

ABSTRACT

Rice straw is agricultural waste found in abundance during harvest season, but its use is still very limited. Its decomposition process also needs long time due to lignocellulose content, especially the lignin content. The decomposition process can be accelerated by, for instance, using rotting fungi. This study aims to find out : (1) rotting fungi isolates with the best growth on the media of rice straw ; and (2) to what extent the isolates are able to decompose lignin, hemicelluloses and straw cellulose of *Oryza sativa* L. The research used 7 isolates of rotting fungi including KSH, KSB, JM, MKS, B, C, and E. These isolates were obtained after exploring rotten woods around Makassar. They were planted on baglogs of rice plant straw for 30 days. To find out whether the isolates were able to decompose lignocellulose of rice straw, Van Soest (1976) analysis was used. The result reveal that KSH and JM isolates have the best growth speed. JM isolate decomposes lignin component in the largest amount (17, 18%); KSH isolate decomposes hemicellulose component in the largest amount (61, 46%); and E isolate decomposes component in the largest amount (41, 33%).

Keywords: Rice straw, decomposition, lignocellulose, rotting fungi

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Manfaat Penelitian	4
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Jerami Padi	5
II.2 Komponen Penyusun Jerami Padi	7
a. Lignin	9
b. Hemiselulosa.....	10
c. Selulosa.....	11
II.3 Dekomposisi Jerami Padi	12
II.4 Mikroorganisme Pendegradasi Lignin	12
a. Jamur Pelapuk Kayu.....	13
b. Jamur Pelapuk Putih (white rot fungi)	13
c. Jamur Pelapuk Cokelat (Brown rot fungi).....	15
d. Soft rot Fungi	16
II.5 Degradasi Lignin, Hemiselulosa dan Selulosa	16

a. Degradasi Lignin	16
b. Degradasi Hemiselulosa	17
c. Degradasi Selulosa	17
II.6. Analisis Kandungan Serat Kasar	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	22
III.1 Alat	22
III.2 Bahan	22
III.3 Prosedur Kerja.....	22
III.3.1 Sterilisasi Alat.....	22
III.3.2 Pembuatan Medium	23
III.3.2.1 Medium Potato Dextrosa Agar (PDA).....	23
III.3.2.2 Pembuatan Substrat Bahan Organik Sebagai Media Tumbuh Isolat Jamur (baglog)	24
III.3.3 Peremajaan Isolat.....	24
III.3.4 Seleksi Jamur Lignolitik.....	25
III.3.4.1 Inokulasi Isolat Jamur Pada Substrat Bahan Organik....	25
III.3.4.2 Analisa Lignin, Hemiselulosa dan Selulosa	25
III.3.5 Analisis Data.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
IV.1 Pertumbuhan Isolat Jamur Pada Baglog Jerami Padi	29
IV.2 Analisis Kandungan Lignin, Hemiselulosa dan Selulosa	33
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA.....	xiv
LAMPIRAN.....	xix

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Perbedaan pertumbuhan miselia dan warna miselia dari ketujuh isolat setelah 3 hari sampai 30 hari inkubasi.....	31
Tabel 2	Persentase kadar NDF dan ADF pada jerami padi kontrol dan jerami padi setelah diinokulasi isolat jamur pelapuk.....	33
Tabel 3	Persentase kadar dan penurunan Lignin, Hemiselulosa, dan Selulosa setelah diinokulasi dengan 7 isolat jamur pelapuk dan pada kontrol jerami padi setelah 30 hari inkubasi.	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Jerami Padi.....	5
Gambar 2	Konfigurasi Dinding Sel Tanaman.....	8
Gambar 3	Lignoselulosa terdiri dari tiga komponen yaitu : selulosa, hemiselulosa dan lignin yang memberikan struktur yang kuat pada dinding sel tanaman.....	19
Gambar 4	Pertumbuhan Isolat KSH (A), Isolat KSB (B), Isolat JM (C), Isolat MKS (D), Isolat B (E), Isolat C (F), Isolat E (G) dan (H) Kontrol pada baglog jerami padi 3 hari setelah inokulasi....	29
Gambar 5	Pertumbuhan isolat KSH (A), Isolat KSB (B), Isolat JM (C), Isolat MKS (D), Isolat B (E), Isolat C (F), Isolat E (F) dan Kontrol (H) baglog jerami padi 30 hari setelah inokulasi.....	30
Gambar 6	Grafik Persentase Penurunan Kandungan Lignin, Hemiselulosa dan Selulosa Pada Jerami Padi.....	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar koloni 7 isolat jamur pelapuk pada media PDA, 7 hari setelah inokulasi	46
Lampiran 2	Gambar Pengamatan ke-2 sampai ke-9.....	47
Lampiran 3	Diagram alir analisis serat dengan metode Van Soest.....	51

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara tropis terbesar di dunia. Keadaan alam seperti ini menghasilkan iklim yang sangat mendukung bagi kelangsungan hidup berbagai jenis hewan dan tumbuhan. Kondisi tersebut telah menjadikan Indonesia sebagai negara agraris dan maritim yang subur. Indonesia sebagai negara agraris yang memiliki potensi yang sangat besar dibidang pertanian. Kebutuhan pangan dalam negeri sebagian besar dipenuhi sektor pertanian. Sebagian masyarakat Indonesia masih menjadikan pertanian sebagai komunitas utama sebagai usaha dan profesi. Produktivitas pertanian tanaman pangan di Indonesia memiliki jumlah yang sangat besar setiap tahunnya. Meskipun demikian, dalam setiap panen raya pertanian tanaman pangan di Indonesia selalu membawa hasil samping atau limbah pertanian yang cukup besar pula hingga mencapai jutaan ton. Limbah pertanian ini terdiri atas daun jagung, batang jagung, daun kedelai, jerami padi, dan lain sebagainya (Jayanti dan Budiarti, 2010).

Jerami padi merupakan salah satu limbah pertanian yang sangat melimpah pada saat panen dan belum sepenuhnya dimanfaatkan oleh masyarakat. Jerami padi yaitu bagian dari batang padi tanpa akar yang tertinggal setelah diambil butir buahnya (Komar, 1984). Menurut Hidanah (2007), pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak berkisar antara 31-39%, untuk industri 7 -16% dan sisanya

36-62% dibiarkan sebagai limbah yang biasanya ditumpuk dan mengering lalu kemudian di bakar.

Jerami padi seperti limbah pertanian lain pada umumnya, telah mengalami lignifikasi lanjut yang menyebabkan terjadinya ikatan kompleks antara lignin, selulosa dan hemiselulosa yang merupakan komponen utama dari dinding sel tanaman (Eun *et al*, 2006). Berat kering dari jerami padi terdiri dari 26 % hemiselulosa, 33 % selulosa dan 7 % lignin (Komar, 1984). Selulosa dan hemiselulosa sebenarnya masih bisa dimanfaatkan oleh ternak, namun terselubung oleh dinding keras yakni lignin sehingga pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak kurang optimal (Yunilas, 2009).

Jerami padi apabila dibiarkan begitu saja menumpuk akan mengganggu manusia dan juga dapat menjadi inang bagi penyakit bagi manusia dan juga tanaman itu sendiri, hal ini disebabkan karena proses dekomposisi limbah jerami padi secara alamiah berlangsung sangat lama. Yang sering dilakukan petani untuk menghilangkan tumpukan jerami padi adalah membiarkan jerami padi mengering lalu kemudian di bakar. Akibat dari proses pembakaran jerami dapat mengganggu aktivitas masyarakat karena asap tebal dan juga mencemari lingkungan karena menghasilkan gas CO₂ ke udara (Subiyatno, 2010).

Salah satu cara untuk mempercepat proses dekomposisi jerami padi yaitu dengan memanfaatkan jasa mikroorganisme lignoselulolitik. Proses dekomposisi jerami padi menggunakan mikroorganisme sangat menguntungkan, selain terjadi konservasi hara juga mengurangi pencemaran lingkungan serta memberi nilai tambah bagi petani. Kompos yang dikembalikan ke tanah akan melestarikan

kesuburan baik fisik, kimia, dan biologi tanah dengan demikian dapat mendukung keberlanjutan produksi tanaman (Ekawati, 2003).

Komponen lignoselulosa dalam jerami padi dapat didegradasi oleh beberapa jenis jamur. Banyak jenis jamur yang sudah diketahui mampu mendegradasi komponen lignoselulosa dan umumnya merupakan jamur kelompok Basidiomycetes yang paling efektif dalam perlakuan biologis pada bahan berlignoselulosa (Sun dan Cheng, 2002; Zhang *et al*, 2007) .

Di alam terdapat tiga kelompok jamur yang dapat menguraikan komponen kayu (lignoselulosa) yaitu jamur pelapuk coklat (*brown rot*), jamur pelapuk putih (*white rot*) dan jamur pelapuk lunak (*soft rot*). Pengelompokan jamur pelapuk ini didasarkan pada hasil proses pelapukan. Jamur pelapuk coklat menghasilkan sisa hasil pelapukan berwarna coklat sedangkan jamur pelapuk putih menghasilkan sisa hasil pelapukan yang berwarna putih (Fengel dan Wengener, 1995). Akan tetapi banyak dari jamur ini selain mendegradasi lignin juga mendegradasi selulosa dan hemiselulosa (Blanchete 1995). Jamur pelapuk putih banyak dilaporkan memiliki kemampuan mendegradasi lignin yang tinggi dengan sedikit kehilangan selulosa (Fengel dan Wengener, 1995).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukanlah penelitian mengenai “Potensi Jamur Pelapuk Kayu Isolat Lokal Makassar Dalam Mendekomposisi Komponen Lignoselulosa Jerami Padi *Oryza sativa* L”

I.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui isolat jamur pelapuk yang paling cepat pertumbuhannya pada media jerami padi dan untuk mengetahui kemampuannya dalam mendekomposisi komponen lignin, hemiselulosa dan selulosa jerami padi *Oryza sativa* L.

I.3 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi awal tentang kemampuan isolat jamur pelapuk lokal Makassar dalam mendekomposisi komponen lignoselulosa (lignin, hemiselulosa dan selulosa) jerami padi *Oryza sativa* L sehingga nantinya juga dapat digunakan dalam mendekomposisi komponen lignoselulosa limbah pertanian lainnya .

I.4 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan dari akhir bulan November sampai awal Januari 2013, bertempat di Laboratorium Bioteknologi Pusat Kegiatan Penelitian (PKP) dan Laboratorium Kimia dan Makanan, Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Jerami Padi

Padi *Oryza sativa* L merupakan salah satu tanaman pangan yang banyak diusahakan oleh petani di Indonesia. Limbah panen dan olahan padi biasanya berupa bekatul, sekam, jerami, dan merang. Jerami adalah sisa-sisa hijauan dari tumbuhan sebangsa padi dan leguminosa setelah biji dan butir-butirnya dipetik guna kepentingan manusia, sedangkan yang dimaksud dengan jerami padi menurut Komar (1984) adalah bagian batang tumbuh yang telah dipanen bulir-bulir buah bersama atau tidak dengan tangkainya dikurangi dengan akar dan bagian batang yang tertinggal. Secara umum bagian utama jerami padi terdiri atas helaian daun, pelepah daun, dan tangkai (Lubis,1992).



Gambar 1. Tumpukkan jerami padi
(Sumber: <http://epetani.deptan.go.id/>)

Sekitar 2,5 milyar residu pertanian diproduksi setiap tahun di seluruh dunia (Grigoriou, 2000). Produksi beras Indonesia tahun 2009 sebesar 64,33 juta ton (BPS, 2009). Perkiraan rasio beras-ke-jerami 1.0 (Yao *et al.*, 2008), maka produksi jeraminya sekitar 64 juta ton/tahun.

Di sejumlah besar daerah di Indonesia, jerami masih dianggap sebagai sampah dan pada akhirnya hanya akan dibakar begitu saja tanpa ada pemanfaatan lebih lanjut, padahal Indonesia sebagai negara agraris merupakan penghasil jerami yang sangat besar. Pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak berkisar antara 31-39%, untuk industri 7-16% dan sisanya 36-62% dibiarkan sebagai limbah yang biasanya ditumpuk dan mengering lalu kemudian di bakar (Hidanah, 2007).

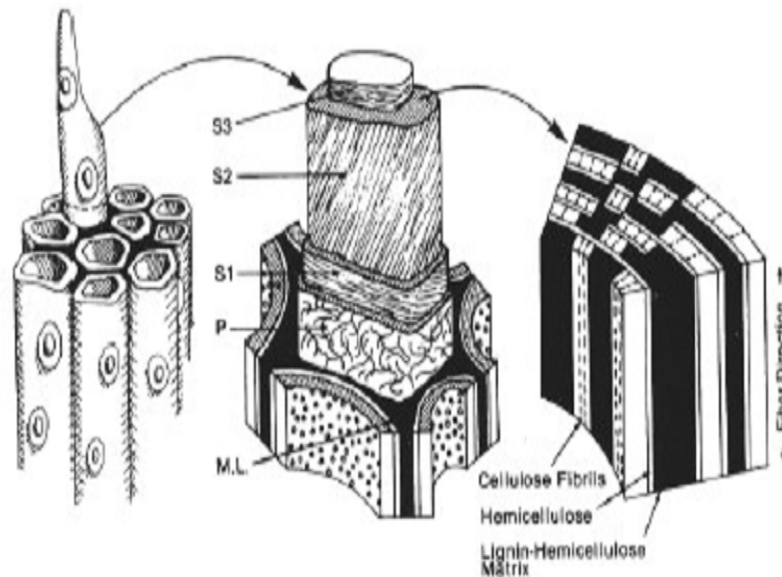
Berdasarkan kandungannya maka jerami padi termasuk dalam golongan bahan yang kaya akan serat kasar, yaitu umumnya mencapai lebih dari 86% berat kering (Lubis, 1992). Akibat kandungan serat kasar yang tinggi kualitas nutrisi menjadi rendah, hal tersebut merupakan faktor pembatas jerami padi dimanfaatkan sebagai pakan ternak ruminansia, sehingga diberikan perlakuan untuk menghilangkan atau memutuskan ikatan yang terjadi diantara komponen serat. Jaringan-jaringan pada pakan yang berasal dari limbah telah mengalami proses lignifikasi (pengerasan) sehingga terbentuk lignoselulosa dan lignohemiselulosa. Lignin dan selulosa sering membentuk senyawa lignoselulosa dalam dinding sel tanaman dan merupakan suatu ikatan yang kuat (Sutardi, 1980).

Jerami padi merupakan limbah tanaman yang tua sehingga telah mengalami lignifikasi bertaraf lanjut yang menyebabkan terjadi ikatan yang erat dan kompleks antara lignin, selulosa dan hemiselulosa. Kompleksitas kimia dan struktural bahan ini akan mempersulit mikroorganisme dalam mendekomposisi limbah jerami tersebut (Ekawati, 2003).

II.2 Komponen Penyusun Jerami Padi

Jerami padi mengandung 21% isi sel dan 79% dinding sel berdasarkan berat kering. Dari 79% berat kering ini terdiri dari 26% hemiselulose, 33% selulose, dan 7% lignin. kandungan dinding sel terutama lignin bertambah dengan meningkatnya umur tanaman (Komar, 1984).

Lignoselulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel pada tanaman. Lignoselulosa atau biomassa kayu tersusun dari polimer karbohidrat (selulosa dan hemiselulosa), lignin dan bagian yang lebih sedikit (ekstraktif, asam, garam dan mineral) Semua komponen lignoselulosa terdapat pada dinding sel tanaman. Susunan dinding sel tanaman terdiri dari lamela tengah (M), 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 μm dan mengandung jaringan mikrofibril selulosa yang mengelilingi dinding sekunder yang relatif lebih tebal (Chahal dan Chahal 1998).



Gambar 2. Konfigurasi Dinding Sel Tanaman (Perez *et al*, 2002).

Selulosa pada setiap lapisan dinding sekunder terbentuk sebagai lembaran tipis yang tersusun oleh rantai panjang residu β -D-glukopiranososa yang berikatan melalui ikatan β -1,4 glukosida yang disebut serat dasar (elementary fiber). Sejumlah serat dasar jika terjalin secara lateral akan membentuk mikrofibril. Mikrofibril mempunyai struktur dan orientasi yang berbeda pada setiap lapisan dinding sel. 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. Hemiselulosa dihubungkan oleh ikatan kovalen dengan lignin. Selulosa secara alami terproteksi dari degradasi dengan adanya hemiselulosa dan lignin (Perez *et al*. 2002).

a. Lignin

Lignin adalah senyawa kompleks yang membentuk ikatan ether dengan selulosa dan hemiselulosa, protein dan komponen lainnya dalam jaringan tanaman membentuk bagian struktural dan sel tumbuhan (Young, 1986). Lebih dari 30 persen tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Orth *et al.* 1993).

Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penilpropan yaitu: alkohol kumaril, alkohol koniferil, dan alkohol sinapil (Sjorberg 2003). Senyawa ini juga merupakan senyawa yang tidak mudah larut dalam air (Srebotnik *et al.* 1998). Senyawa tersebut berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda (Perez *et al.* 2002).

Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen. Fungsi lignin disamping memberikan bentuk yang kokoh terhadap tanaman, lignin juga member kekakuan pada jaringan pengangkut tumbuhan serta membentuk ikatan yang kuat dengan polisakarida (selulosa dan hemiselulosa) dan melindungi polisakarida dari degradasi mikroba sehingga lignin bersifat rekalsitran karena tahan terhadap degradasi atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan (Hammel, 1997).

Lignin terutama terkonsentrasi pada lamela tengah dan lapisan S2 dinding sel yang terbentuk selama proses lignifikasi jaringan tanaman (Chahal dan Chahal 1998; Steffen 2003). Lignin tidak hanya mengeraskan mikrofibril selulosa, juga berikatan secara fisik dan kimia dengan hemiselulosa.

Pembentukan lignin terjadi secara intensif setelah proses penebalan dinding sel terhenti. Pembentukan dimulai dari dinding primer dan dilanjutkan ke dinding sekunder. Faktor lignin dalam membatasi permeabilitas dinding sel tanaman dapat dibedakan menjadi efek kimia dan efek fisik. Efek kimia, yaitu hubungan lignin-karbohidrat dan asetilisasi hemiselulosa. Lignin secara fisik membungkus mikrofibril dalam suatu matriks hidrofobik dan terikat secara kovalen dengan hemiselulosa. Hubungan antara lignin karbohidrat tersebut berperan dalam mencegah hidrolisis polimer selulosa (Chahal dan Chahal 1998).

b. Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan kelompok polisakarida heterogen dengan berat molekul rendah. Hemiselulosa rantainya pendek dibandingkan selulosa dan merupakan polimer campuran dari berbagai senyawa gula, seperti xilosa, arabinosa, dan galaktosa. Jumlah hemiselulosa biasanya antara 15 dan 30 persen dari berat kering bahan lignoselulosa (Tahezadeh 1999).

Dari penelitian yang dilakukan Morrison (1986) mendapatkan bahwa hemiselulosa lebih erat terikat dengan lignin dibandingkan dengan selulosa, sehingga selulosa lebih mudah dicerna dibandingkan dengan hemiselulosa. Hemiselulosa mengikat lembaran serat selulosa membentuk mikrofibril yang meningkatkan stabilitas dinding sel. Hemiselulosa juga berikatan silang dengan lignin membentuk jaringan kompleks dan memberikan struktur yang kuat. Hemiselulosa relatif lebih mudah dihidrolisis dengan asam menjadi monomer yang mengandung glukosa, mannososa, galaktosa, xilosa dan arabinosa.

c. Selulosa

Selulosa merupakan suatu polisakarida yang mempunyai formula umum seperti pati ($C_6H_{10}O_5$)_n. Sebagian besar selulosa terdapat pada dinding sel dan bagian-bagian berkayu dari tumbuhan-tumbuhan dan merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman. Kandungan selulosa pada dinding sel tanaman tingkat tinggi sekitar 35-50% dari berat kering tanaman (Lynd *et al.* 2002).

Selulosa merupakan polimer glukosa dengan ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Bangun dasar selulosa berupa suatu selobiosa yaitu dimer dari glukosa. Rantai panjang selulosa terhubung secara bersama melalui ikatan hidrogen dan gaya van der Waals (Perez *et al.* 2002).

Selulosa mengandung sekitar 50-90% bagian berkrystal dan sisanya bagian amorf. Ikatan β -1,4 glukosida pada serat selulosa dapat dipecah menjadi monomer glukosa dengan cara hidrolisis asam atau enzimatis. Kesempurnaan pemecahan selulosa pada saluran pencernaan ternak tergantung pada ketersediaan enzim pemecah selulosa yaitu selulase. Saluran pencernaan manusia dan ternak non ruminansia tidak mempunyai enzim yang mampu memecah ikatan β -1,4 glukosida sehingga tidak dapat memanfaatkan selulosa. Ternak ruminansia dengan bantuan enzim yang dihasilkan mikroba rumen dapat memanfaatkan selulosa dengan terlebih dahulu merombaknya menjadi monomer kemudian digunakan sebagai sumber energi. Pencernaan selulosa dalam sel merupakan proses yang kompleks yang meliputi penempelan sel mikroba pada selulosa, hidrolisis selulosa dan fermentasi yang menghasilkan asam lemak terbang (Aziz *et al.* 2002).

II.3 Dekomposisi Jerami Padi

Dekomposisi merupakan merupakan suatu proses penguraian mikrobiologis alami dari bahan buangan organik. Metode ini mempunyai prinsip dasar menurunkan atau mendegradasi bahan-bahan organik secara terkontrol menjadi bahan-bahan anorganik dengan menggunakan aktifitas mikroorganisme. Bahan – bahan organik seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin didegradasi oleh mikroorganisme baik berupa bakteri, jamur atau yang lainnya (Murbandono, 2006).

Lignin merupakan polimer alami dan tergolong ke dalam senyawa rekalsitran karena tahan terhadap degradasi, atau tidak terdegradasi dengan cepat di lingkungan, sehingga diperlukan mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin secara efektif menjadi air (H₂O) dan karbondioksida (CO₂) (Nasrul dan Maimun, 2009).

II.4 Mikroorganisme Pendegradasi Lignin

Degradasi lignin membutuhkan enzim ekstraseluler yang tidak spesifik karena lignin mempunyai struktur yang kompleks dengan berat molekul yang tinggi. Lignin biasanya terakumulasi selama proses degradasi lignoselulosa. Lignin selain dapat didegradasi oleh sekelompok mikroorganisme, dalam kondisi lingkungan tertentu dapat juga didegradasi oleh faktor abiotik seperti dengan senyawa alkali atau radiasi ultraviolet (Vahatalo *et al* 1999), namun hanya kapang pelapuk putih yang banyak dilaporkan mampu mendegradasi lignin secara efektif (Blanchette, 1995). Degradasi lignin oleh bakteri seperti *Streptomyces sp.* (Crawford *et al* 1983) dan Actinomycetes (Kirk dan Farrell, 1987) terjadi seperti

oksidasi yang dilakukan oleh kapang pelapuk putih, namun bakteri hanya mampu mendegradasi sebagian kecil molekul lignin. Spesies kapang yang mampu mendegradasi lignin dapat dikelompokkan menjadi White rot fungi, Brown rot fungi dan Soft rot fungi.

a. Jamur Pelapuk Kayu

Kapang/jamur pelapuk kayu yang digolongkan dalam kelas Basidiomycetes merupakan mikroorganisme yang mampu mendegradasi lignin. Berkenaan dengan proses perombakan kayu oleh jamur, Brauns (1952) mengemukakan bahwa ada dua jenis jamur yang berperan aktif, yaitu jamur pelapuk coklat (brown rot fungi) dan jamur pelapuk putih (white rot fungi).

Menurut (Fengel and Wegener 1995) kapang pelapuk kayu dibedakan atas tiga berdasarkan mekanisme degradasinya yaitu kapang pelapuk putih (white rot fungi), kapang pelapuk coklat (brown rot fungi), dan kapang pelapuk lunak (soft rot fungi) yang masing-masing memiliki metabolisme degradatif yang berbeda. Kapang pelapuk putih menyerang lignin maupun polisakarida. Kayu yang terdegradasi menjadi putih dan lunak. Berbeda dengan kapang pelapuk putih, kapang pelapuk coklat mendegradasi polisakarida kayu dan mendegradasi sedikit lignin sehingga kayu menjadi coklat dan rapuh. Sedangkan kapang pelapuk lunak lebih menyukai selulosa dan hemiselulosa sebagai substratnya.

b. Jamur Pelapuk Putih (white rot fungi)

Jamur pelapuk putih (white rot fungi) adalah kelompok jamur Basidiomycetes dan Ascomycetes yang mampu menguraikan lignin, selulosa dan hemiselulosa. Substrat bagi pertumbuhan jamur pelapuk putih ini adalah selulosa

dan hemiselulosa dan degradasi lignin terjadi pada akhir pertumbuhan primer melalui metabolisme sekunder dalam kondisi defisiensi nutrien seperti nitrogen, karbon atau sulfur (Hatakka 2001).

Kapang ini ada yang mampu mendegradasi lignin secara selektif dan ada pula yang non selektif. Kapang pelapuk putih selektif (contoh: *Ceriporiopsis subvermispora*, *Dichomitus squalens*, *Phanerochaete chrysosporium*, *Phlebia radiata*), lignin dan hemiselulosa didegradasi lebih banyak dibanding selulosa, sedangkan kapang non selektif (contoh: *Trametes versicolor* and *Fomes fomentarius*), mendegradasi semua komponen lignoselulosa dalam jumlah yang sama (Blanchette 1995; Hatakka 2001).

Jamur white rot selain menguraikan lignin diduga juga dapat menguraikan senyawa polutan lain (Hammel, 1997). Jamur ini menghasilkan enzim ekstraseluler sehingga tahan terhadap bahan beracun atau bahan kimia mutagenik. Beberapa jamur white rot telah digunakan dalam penguraian lignin, misalnya *Bjerkandera adusta* mampu mendegradasi lignin 40% dan pengurangan warna lignin sekitar 70% pada inkubasi selama 40 jam. Jamur pelapuk putih (white rot) menguraikan lignin melalui proses oksidasi menggunakan enzim phenol oksidase menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh mikroorganisme (Sanchez, 2009).

Kapang pelapuk putih menggunakan selulosa sebagai sumber karbon. Kapang 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, kapang kapang 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. Enzim ini juga sangat baik mendegradasi senyawa pestisida dan limbah beracun (Srebotnik *et al.* 1998). Hal tersebut dikarenakan untuk mendepolimerisasi dan memineralisasi lignin, kapang pelapuk putih memiliki system oksidatif non spesifik meliputi beberapa ekstraselular oksidoreduktase, metabolit dengan bobot molekul rendah, dan kerja oksigen yang sangat efektif (Saparrat *et al* 2002). Selain itu kapang pelapuk putih memiliki kemampuan mendepolimerisasi lignin dan memetabolisme lignin menjadi CO₂ dan H₂O (Kaal *et al.* 1995).

c. Jamur Pelapuk Cokelat (Brown rot fungi)

Brown-rot fungi terutama termasuk dalam kelas Basidiomycetes. Kapang ini mendegradasi selulosa dan hemiselulosa sangat efisien dan mendegradasi sedikit lignin sehingga kayu menjadi coklat dengan mekanisme yang berbeda dari organisme lain yang melibatkan reaksi non enzimatik dan tanpa enzim eksoglukonase (Blanchette 1995).

Keberadaan lignin memacu degradasi selulosa oleh brown-rot fungi meskipun lignin didegradasi dalam tingkat yang lebih kecil terutama pada lamela tengah dinding sel yang kaya lignin (Blanchette 1995; Hatakka 2001). Kapang *Polyporus ostreiformis* mampu menghasilkan enzim MnP and LiP, tetapi kemampuannya dalam degradasi lignin lebih rendah dibanding *P. chrysosporium* (Dey *et al.* 1994).

d. Soft rot Fungi

Soft-rot fungi terutama hanya terdapat pada daerah dengan lingkungan yang ekstrim bagi kapang pelapuk dari kelas basidiomycetes seperti lingkungan yang terlalu basah atau terlalu kering (Blanchette 1995). Kapang ini juga mempunyai tingkat toleransi yang lebih baik terhadap temperatur, pH dan keterbatasan oksigen dibanding kapang pelapuk lain (Blanchette 1995, Daniel dan Nilsson 1998).

Soft-rot fungi dapat berkembang pada tanah, kompos, kayu, hay, jerami dan daerah perairan (Tuomela 2002). Penambahan nitrogen dalam substrat mampu meningkatkan laju perombakan lignin, berlawanan dengan sifat kapang pelapuk putih dan coklat (Daniel dan Nilsson 1998).

II.5 Degradasi Lignin, Hemiselulosa , dan Selulosa

a. Degradasi Lignin

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 (Boyle *et al.* 1992).

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 Farrell. 1987).

LiP merupakan katalis utama dalam proses ligninolisis oleh kapang karena mampu memecah unit non fenolik yang menyusun sekitar 90 persen struktur

lignin (Srebotnik *et al.* 1994). MnP mengoksidasi Mn²⁺ menjadi Mn³⁺ yang berperan sebagai dalam pemutusan unit fenolik lignin. LiP mengkatalis oksidasi senyawa aromatik non fenolik. Jamur pelapuk putih adalah satu-satunya organisme yang dikenal mampu mendegradasi lignin secara sempurna menjadi menjadi produk yang larut dalam air dan CO₂ (Boyle *et al.* 1992).

b. Degradasi Hemiselulosa

Degradasi hemiselulosa 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 dan Xylanase merupakan hemiselulase utama yang menghidrolisis ikatan β -1,4 rantai xilan menjadi oligosakarida (Perez *et al.* 2002).

c. Degradasi Selulosa

Degradasi selulosa oleh fungi merupakan hasil kerja sekelompok enzim selulolitik yang bekerja secara sinergis (Howard *et al.* 2003). Sistem enzim selulolitik terdiri dari tiga kelompok utama yaitu (Perez *et al.* 2002; Howard *et al.* 2003 dalam Suparjo, 2008):

- Endoglucanases atau 1,4- β -D-glucan-4-glucanohydrolases yang berfungsi menghidrolisis secara acak bagian amorf selulosa serat menghasilkan oligosakarida dengan panjang yang berbeda dan terbentuknya ujung rantai baru
- Exoglucanases, yang meliputi 1,4- β -D-glucan glucanohydrolases atau cellodextrinase dan 1,4- β -D-glucan cellobiohydrolases atau cellobio-

hydrolases yang bekerja terhadap ujung pereduksi dan non pereduksi rantai polisakarida selulosa dan membebaskan glukosa yang dilakukan oleh enzim glucanohydrolases atau selobiosa yang dilakukan oleh enzim cellobiohydrolases sebagai produk utama

- β -glucosidases atau β -glucoside glucohydrolases, enzim ini tergantung pada sumber karbon yang tersedia.

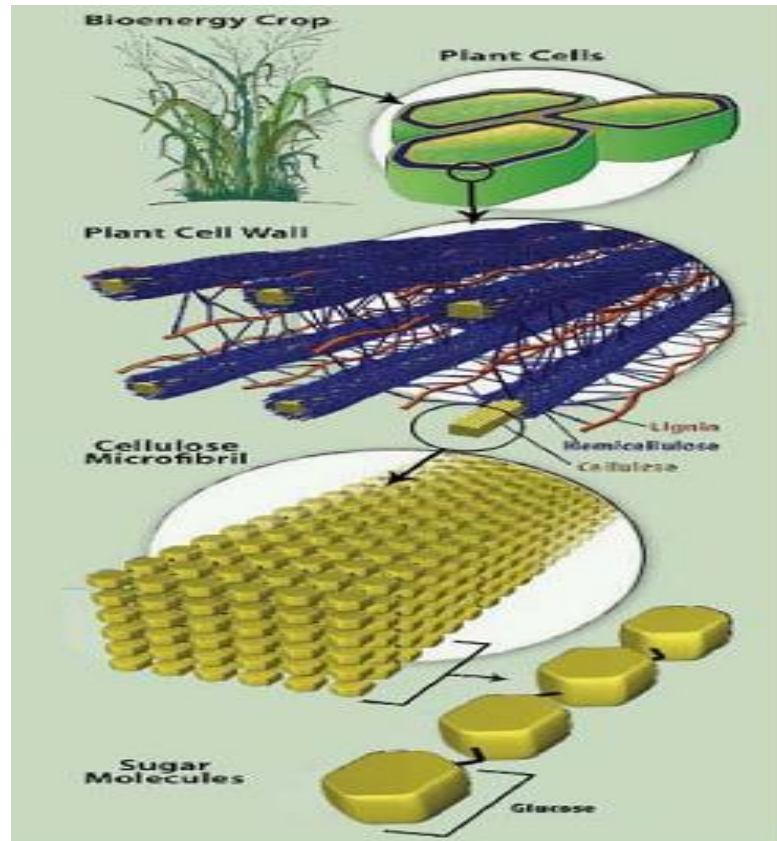
Hasil kerja sinergis endoglucanases dan exoglucanases menghasilkan molekul selobiosa. Hidrolisis selulosa secara efektif memerlukan enzim (β -glucosidases yang memecah selobiosa menjadi 2 molekul glukosa.

II.6. Analisis Kandungan Serat Kasar

Dalam pangan/pakan yang berasal dari tanaman terdapat serat makanan yaitu bahan 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).

Bagian terbesar komponen serat kasar yaitu polisakarida yang terdapat pada dinding sel tanaman. Degradasi polisakarida bervariasi tergantung pada jaringan tanaman, jenis tanaman dan umur tanaman (Hatfield, 1989). Chesson (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 (Chesson, 1988; Hatfield, 1989; dan Jung, 1989).



Gambar 3. Lignoselulosa terdiri dari tiga komponen yaitu : selulosa, hemiselulosa dan lignin yang memberikan struktur yang kuat pada dinding sel tanaman (Yarris, 2012).

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. Dalam analisa serat dengan

metode proksimat tidak dapat secara terpisah fraksi lignin, sellulosa dan hemiselulosa yang justru perlu diketahui komposisinya untuk hijauan pakan atau umumnya pakan berserat. Untuk memperoleh data yang lebih akurat tentang fraksi lignin dan sellulosa dapat dilakukan analisa yang lebih spesifik dengan metode Van Soest (Sutardi, 1980).

Pada metode Van Soest membagi pakan menjadi beberapa fraksi berdasarkan kelarutannya dalam detergen. Mula-mula jerami dimasak dalam larutan detergen netral (NDS) pada pH 6,9-7,0. Tiap liter larutan ini mengandung 30 gr Na-Lauryl Sulfate, 15,61 gr Disodium-Dihidrogen-ethylendiamin-tetraacetat dihidrate, 4,56 gr disodium-hidrogen phosphate, 6,81 gr Na-Borat Decahidrat, dan 10 ml Ethilen-Glikol-monomethyl eter. Larutan detergen memisahkan komponen lignoselulosa dengan bahan penyusun dinding sel lainnya protein, karbohidrat dan mineral-mineral mudah larut serta lemak. Komponen lain ini bersifat mudah larut dalam larutan detergen netral, sedangkan komponen lignoselulosa penyusun dinding sel tidak. Setelah dikeringkan, bobot dinding sel ditimbang. Selanjutnya jerami padi diuji kelarutannya dalam detergent asam (ADS), tiap liter larutan ini mengandung 49,04 gr H_2SO_4 , dan 20 gr Cetyl-trimetil-amonium-Bromida (CTAB dan CETAB). Pemasakan dalam larutan detergent asam ini akan membagi dinding sel menjadi fraksi yang larut dan tak larut. Fraksi yang larut sebagian besar terdiri atas hemiselulosa dan sedikit protein dinding sel. Fraksi yang tidak larut adalah lignoselulosa yang lazim disebut "Acid Detergent Fiber" (ADF). Kemudian setelah penyaringan dan pengeringan, ADF

bahan makanan ditimbang dan ADF yang diperoleh dari analisis ini digunakan pada tahap berikutnya untuk penentuan kadar lignin (Sutardi, 1980).

Untuk memisahkan selulosa dari lignin, ADF ditambahi H_2SO_4 dingin, sehingga selulosanya akan larut. Selanjutnya residu yang tertinggal dicuci dengan air hangat ($85-95^{\circ}C$) sampai bebas dari asam. Lalu dikeringkan, kemudian ditimbang lagi dan selisih bobot antara ADF dengan residu tersebut adalah selulosa. Setelah residu ditimbang, lalu dibakar pada tanur dengan suhu $500^{\circ}C$. Abu sisanya setelah dingin ditimbang dan selisih antara residu dengan abu adalah lignin (Sutardi, 1980).