

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 1.1. Pelepah Sawit

Menurut Pahan (2008) nama latin pelepah sawit yaitu *Elaeis guineensis*, berasal dari bahasa Yunani kuno yaitu *elaia* yang berarti zaitun, karena buahnya mengandung minyak dalam jumlah yang banyak. Pembudidayaan komersial pertama kali dilakukan sekitar tahun 1914 di daerah Deli, Sumatera Utara, hingga kini berkembang sebagai pusat produksi kelapa sawit Indonesia (Said, 1996).

Pelepah sawit merupakan salah satu limbah perkebunan yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pakan. Pohon kelapa sawit dapat menghasilkan 22 buah pelepah sawit dan jika tidak dilakukan pemangkasan dapat melebihi 60 pelepah (Pahan, 2007). Pelepah sawit biasanya berukuran besar dan dilapisi kulit yang cukup keras. Pelepah yang sudah dikupas dan dipotong-potong atau dicacah cukup disenangi oleh ternak sapi. Elisabeth dan Ginting (2004) dan Mathius dkk., (2004) melaporkan bahwa pelepah sawit dapat digunakan sebagai pengganti hijauan untuk sapi. Daun sawit tanpa lidi cukup disukai oleh ternak sapi dan mempunyai kadar protein kasar yang cukup tinggi 14,12%, akan tetapi daun selalu menyatu dengan lidi yang keras dan tajam sehingga perlu pemisahan atau pengolahan sebelum digunakan sebagai pakan karena tingginya kandungan lignin dan selulosa didalamnya.

Ternak ruminansia memanfaatkan selulosa sebagai sumber energi utama untuk menyokong pertumbuhan, produksi dan reproduksi. Selulosa merupakan komponen utama penyusun dinding sel tanaman dan hampir tidak pernah ditemui dalam keadaan murni di alam, melainkan berikatan dengan bahan lain, yaitu lignin dan hemiselulosa (Lynd *et al.* 2002) membentuk suatu lignoselulosa.

Dinding sel tanaman muda terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan pektin. Lignin berikatan dengan hemiselulosa dan senyawa fenol lainnya melalui ikatan kovalen namun ikatan yang terjadi antara selulosa dengan lignin belum diketahui secara lengkap. Tabel 2.1 memperlihatkan kandungan nutrisi pelepah sawit.

Tabel 2.1. Kandungan Nutrisi Pelepah Sawit

No	Komponen Nutrisi	Kandungan (%)
1	Bahan Kering	46,02
2	Protein Kasar	5,50
3	Serat Kasar	50,00
4	Lemak Kasar	3,00
5	Abu	5,50
6	Bahan Organik	40,52
7	NDF	81,91
8	ADF	70,00
9	Hemiselulosa	11,91
10	Selulosa	39,63
11	Lignin	30,18

Ket : \*Hasil Analisis Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Kimia, Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN SUSKA Riau (2014)

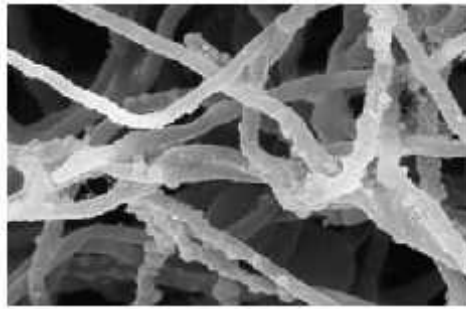
Tabel 2.1 menunjukkan tingginya kandungan serat kasar pelepah sawit yaitu 50,00% dan lignin 30,18%. Pelepah sawit kecernaannya sangat rendah karena lignin dan karbohidrat sering membentuk senyawa lignoselulosa dalam dinding sel tanaman, lignoselulosa ini merupakan suatu ikatan yang kuat (Sutardi, 1980). Lignin merupakan senyawa yang heterogen dengan berbagai tipe ikatan sehingga tidak dapat diuraikan oleh enzim hidrolisis (Hofrichter, 2002).

Peningkatan efisiensi pemanfaatan pelepah sawit sebagai bahan pakan memerlukan penguraian ikatan lignin dengan polisakarida. Ikatan lignoselulosa dapat diputus oleh ligninase (enzim pendegradasi lignin) seperti lignin peroksidase (LiP), mangan peroksidase (MnP) dan *laccase* (Takano *et al.*, 2004). Enzim LiP dan MnP dihasilkan oleh beberapa organisme termasuk diantaranya *Phanerochaete chrysosporium* (Zacchi *et al.*, 2000).

Lignin mengikat hemiselulosa dan selulosa membentuk matriks dan membuat polisakarida dan nutrisi tidak tersedia untuk ruminansia (Sharma dan Arora, 2010). Perombakan ikatan lignoselulosa pelepah sawit perlu dilakukan agar ketersediaan nutrisi meningkat. Teknologi fermentasi secara biologis atau biofermentasi limbah pertanian sebagai pakan dengan memanfaatkan mikroorganisme seperti kelompok *White-rot fungi* lebih baik dilakukan dibandingkan fermentasi kimia dan perlakuan fisik, karena lebih ramah lingkungan dan lebih terkontrol (Vadiveloo *et al.*, 2009).

## **1.2. Kapang *Phanerochaete chrysosporium***

Salah satu mikroba ligninolitik adalah kapang *Phanerochaete chrysosporium* karena mampu mendegradasi lignin dan selulosa yang lebih tinggi dibanding kapang selulolitik saja seperti : *Trichoderma sp*, (Henriksson *et al.*, 1995 ; Hattaka, 2001). *Phanerochaete chrysosporium* adalah kapang pendegradasi lignin dari kelas *Basidiomycetes* yang tumbuh dalam bentuk sekumpulan miselia dan berkembang biak secara aseksual (melalui spora) atau secara seksual (Dhawale dan Katrina, 1993). *Phanerochaete chrysosporium* adalah jenis kapang yang termasuk kelas *Basidiomycetes* tingkat tinggi yang dapat membentuk badan buah. Badan buah kelas *Basidiomycetes* memiliki ukuran yang beraneka ragam, mulai dari yang berukuran mikroskopik sampai dengan yang bergaris tengah sepanjang 3 kaki (Alexopoulos dan Mims, 1979). Kapang *Phanerochaete chrysosporium* merupakan kapang pelapuk putih yang ada pada kayu. Kapang ini menghasilkan enzim ekstraseluler LiP, MnP, dan *Laccase* (Bajpai, 1999). Gambar 2.1 memperlihatkan struktur mikroskopis kapang *Phanerochaete chrysosporium*.



Gambar 2.1. Struktur mikroskopis miselia *Phanerochaete chrysosporium* (Michel,1999)

*Phanerochaete chrysosporium* merupakan salah satu mikroorganisme yang mempunyai kemampuan mendegradasi lignoselulosa secara selektif (Hatakka 1994; Tuomela *et al*, 2002) yaitu mendegradasi komponen lignin terlebih dahulu diikuti dengan komponen selulosa. Selulosa dan hemiselulosa dimanfaatkan oleh kapang sebagai sumber karbon. Menurut Johjima (1999), kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin dan berbagai polutan aromatik selama fase pertumbuhan stasioner yang dipacu oleh kekurangan nutrisi pada substrat. Kapang *Phanerochaete chrysosporium* berfungsi sebagai pengurai karbohidrat struktural menjadi lebih sederhana. Namun, pertumbuhan kapang yang optimum memerlukan nutrisi yang cukup. Sumber energi bagi organisme dapat dipenuhi melalui karbohidrat (karbon), nitrogen serta mineral, vitamin dan *growth factor* yang tersedia dalam jumlah tertentu. Zeng *et al*, (2010) melaporkan bahwa selama proses biokonversi limbah pertanian dengan *Phanerochaete chrysosporium* ditemukan dua puncak produksi enzim pendegradasi lignin yaitu pada hari ke-10 dan hari ke-21.

Penelitian Kartiwa (2003) memperlihatkan bahwa biodelignifikasi bahan lignoselulosa pada kayu sengon oleh kapang *Phanerochaete chrysosporium* mencapai 39,94 % setelah mengalami fermentasi selama 12 hari pada suhu 30°C. Kapang ini telah dipertimbangkan dalam produksi enzim untuk degradasi lignin

dalam penerapan proses biokonversi lignoselulosa (Johjima, 1999). Menurut Fadillah (2008), kapang *Phanerochaete chrysosporium* dapat mendegradasi lignin pada batang jagung sebesar 81,4 % setelah inkubasi pada suhu 38°C selama 30 hari, degradasi lignin juga diikuti dengan degradasi selulosa walaupun jumlahnya relatif lebih sedikit yaitu sebesar 22,3 % setelah 30 hari inkubasi.

Proses delignifikasi diharapkan dapat mendegradasi dan melepaskan ikatan lignin yang melapisi selulosa. Menurut Adaskaveg *et al*, (1995), *Phanerochaete chrysosporium* mendegradasi komponen lignoselulosa secara selektif yaitu mendegradasi lignin substrat yang berwarna coklat dan meninggalkan selulosa yang berwarna putih. Penetrasi hifa kapang akan menghancurkan lignin dan membentuk rongga berwarna keputihan (Rahman *et al*, 2011). Kapang 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).

Keterbatasan nutrien memicu percepatan aktivitas enzim pendegradasi lignin untuk merombak lignin menjadi air dan karbondioksida (Kaal *et al*, 1995). Komponen lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan oleh ternak adalah selulosa dan hemiselulosa. Sebagian kapang ligninolitik tidak mempunyai kemampuan menggunakan lignin sebagai sumber tunggal untuk energi dan karbon dan banyak tergantung pada polisakarida yang mudah tercerna di dalam substrat (Maheshwari, 2005). *Phanerochaete chrysosporium* merupakan jamur yang paling banyak dipelajari dari ribuan jamur lignolitik (Howard *et al*, 2003). Keadaan lignolitik adalah saat jamur mengeluarkan enzim peroksidase untuk

delignifikasi. Kemampuan *Phanerochaete chrysosporium* dalam delignifikasi bermanfaat dalam biokonversi lignoselulosa (Johjima, 1999).

### 1.3. Mineral Kalsium (Ca) dan Mangan (Mn)

Sasaran utama biokonversi adalah meningkatkan ketersediaan selulosa sebagai sumber energi bagi ternak. Biokonversi hasil ikutan lignoselulosa sebagai pakan membutuhkan kondisi yang mendukung agar tercapai tingkat degradasi lignin optimum dengan pemanfaatan selulosa minimum. Gambar 2.2 memperlihatkan mineral Calsium klorida ( $\text{CaCl}_2$ ) dan Mangan sulfat ( $\text{MnSO}_4$ ).



Gambar 2.2. Mineral Kalsium klorida (kiri) dan Mangan sulfat (kanan)

Fermentasi kulit buah kakao dengan kapang *Phanerochaete chrysosporium* mampu menurunkan kandungan lignin sebesar 7,12% (Laconi, 1998). Biodegradasi lignin merupakan suatu aktivitas dari metabolit sekunder yang juga dipengaruhi oleh mineral mikro. Pengaruh mineral terhadap enzim ekstraseluler dapat secara langsung dalam media atau mempengaruhi produksi enzim ekstraseluler dalam tingkat pengaturan transkripsi dan translasi (Baldrian, 2003). Enzim pendegradasi lignin merupakan enzim oksidatif atau enzim non-spesifik yang bekerja melalui mediator bukan protein. Enzim ini secara umum terdiri dari dua kelompok utama yaitu *Laccase* (Lac) dan Peroksidase.

Peroksidase terdiri dari lignin peroksidase (LiP) dan mangan peroksidase (MnP) (Perez *et al.*, 2002).

Suparjo dkk., (2010) perbanyak jumlah miselia kapang sebagai indikator pertumbuhan selama proses fermentasi dapat meningkatkan kandungan bahan kering. Perombakan dan dekomposisi substrat oleh kapang melibatkan sejumlah reaksi kimia, reaksi kimia ini umumnya akan melibatkan sejumlah air, penambahan mineral tidak nyata mempengaruhi kandungan bahan kering, namun perlakuan penambahan mineral ini nyata mempengaruhi perubahan bahan kering (Suparjo *et al.*, 2009).

Peningkatan pertumbuhan kapang dan enzim lignolitik dapat distimulasi dengan penambahan mineral. Produksi enzim lignolitik ini dapat ditingkatkan dengan penambahan Ca dan Mn (Brown *et al.*, 1990). Penelitian Wuyep *et al.*, (2003) menunjukkan bahwa ion  $Mn^{2+}$  dan  $Ca^{2+}$  dapat memacu pertumbuhan dan perpanjangan miselia dua jenis kapang *Basidiomycetes*, *Lentinus squarrosulus* dan *Psathyrella atroumbonata*. Penelitian Suparjo dkk., (2010) menunjukkan bahwa penambahan kombinasi 100 ppm Mn dan 1190 ppm Ca mampu menghasilkan pertumbuhan miselia dan produksi enzim lignolitik yang lebih baik. Penelitian Nelson dan Suparjo (2011) pada kulit buah kakao dengan penambahan mineral Ca dan Mn pada lama fermentasi 0 hari hingga 10 hari terjadi penurunan serat kasar sebesar 16,74% yaitu dari 44,21% menjadi 27,47%, sedangkan pada lama fermentasi 5 hari kandungan serat kasar hanya berkurang sebesar 6,98% dibandingkan pada lama fermentasi 0 hari.

Konsentrasi  $Mn^{2+}$  dalam medium mempengaruhi pembentukan enzim lignolitik. Mn memacu pemecahan lignin secara efektif oleh *fungi* (Kerem dan

Hadar, 1995). Selanjutnya dijelaskan penambahan Mn dalam substrat mampu meningkatkan rasio selulosa lignin dari 2,5 menjadi 3,3. Media yang mengandung mangan mempunyai kandungan lignin yang lebih kecil (Suparjo dkk., 2010). Mn pada kapang *Phanerochaete chrysosporium* berfungsi dalam pengaturan berbagai protein selama metabolisme sekunder (Ward *et al.*, 2004). Biokonversi batang pohon kapas dengan kapang *Pleurotus ostreatus* yang ditambah dengan MnSO<sub>4</sub> mampu mengurangi kandungan lignin hingga 56% (Kerem & Hadar, 1997).

Kalsium merupakan unsur anorganik yang dibutuhkan oleh hampir semua organisme (Silverman-Gavrila & Lew, 2003). Kalsium esensial untuk stabilitas struktur protein (Martinez, 2002) dan membran sel (Jellison *et al.*, 1997) serta mampu meningkatkan pertumbuhan kapang (Chung, 2003) karena perannya dalam pembentukan ujung cabang hifa (Jackson & Heath, 1993). Suparjo dkk., (2010) menyatakan bahwa penambahan kalsium dalam substrat mempengaruhi peningkatan kandungan bahan kering, tetapi perubahan ini dibatasi oleh lama fermentasi.