

Biodegradasi Lignoselulosa dengan *Phanerochaete chrysosporium* terhadap Perubahan Nilai Gizi Pelepah Sawit

A. Imsya¹, E.B. Laconi², K.G. Wiryawan², dan Y. Widyastuti³

¹Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

³Pusat Penelitian Bioteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Email: amsya@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian dilakukan untuk mengetahui interaksi terbaik dari dosis inokulan dan waktu inkubasi biodegradasi pelepah sawit dengan *P.chrysosporium* terhadap perubahan nilai gizi pelepah sawit. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola faktorial. Perlakuan terdiri dari 2 faktor yaitu dosis inokulan (10^5 cfu/ml, 10^6 cfu/ml, and 10^7 cfu/ml) dan lama inkubasi (10, 15, dan 20 hari). Tidak terdapat interaksi antara dosis inokulan dan lama inkubasi terhadap kandungan bahan kering, bahan organik, protein kasar, serat kasar, lemak kasar dan BETN fermentasi pelepah sawit. Kesimpulan dari penelitian ini adalah interaksi terbaik antara dosis inokulan dan lama fermentasi adalah 10^5 cfu/ml dan 10 hari.

Kata kunci : Biodegradasi, nilai gizi, pelepah kelapa sawit, *Phanerochaete chrysosporium*

PENDAHULUAN

Lignoselulosa merupakan komponen utama dari biomassa yang terdapat pada tanaman yang terbentuk dari proses fotosintesis, dengan produktivitas mencapai 50×10^9 ton/tahun (Sanchez, 2009; Villas-Boas *et al.* 2002). Komponen utama lignoselulosa adalah selulosa, hemiselulosa dan lignin (Martinez *et al.* 2005; Howard *et al.* 2003; Sanchez, 2009). Polimer selulosa, hemiselulosa dan lignin terjalin dengan kuat dan secara kimia berikatan melalui kekuatan non-kovalen dan saling bertautan melalui ikatan kovalen (Perez *et al.* 2002) sementara Buranov dan Mazza (2008) menyatakan bahwa lignin berikatan dengan hemiselulosa melalui ikatan kovalen tetapi ikatan yang terjadi antara selulosa dengan lignin belum diketahui secara lengkap.

Ikatan lignoselulosa ini merupakan pembatas dalam pemanfaatan bahan pakan dalam ransum karena akan menurunkan tingkat pencernaan sehingga mengurangi nilai nutrisipakan. Bahan pakan yang mengandung tingkat lignin yang tinggi biasanya berasal dari bahan pakan alternatif atau bahan pakan konvensional, seperti bahan pakan yang berasal dari limbah pertanian maupun perkebunan.

Salah satu bahan pakan yang potensial dimanfaatkan sebagai bahan pakan ruminansia dan berasal dari limbah perkebunan adalah limbah kelapa sawit, salah satunya berupa pelepah sawit. Komposisi kimia pelepah sawit adalah sebagai berikut: Bahan Kering(BK) 88.14%, Protein Kasar(PK) 5.28%, Neutral Detergent Fiber(NDF)65.59%, Acid Detergent Fiber(ADF)52.72%, Hemiselulosa 12.87%,

Selulosa 27.79%, dan Lignin 25.42% (Laboratorium Ilmu dan Teknologi Fapet IPB, 2012 dan Laboratorium Nutrisi Ruminansia dan Kimia Pakan Ternak UNPAD, 2012). Komposisi kimia ini dapat bervariasi karena faktor dari area geografis, kondisi iklim, kimia tanah maupun pemupukan yang dilakukan di daerah perkebunan.

Tingginya kadar lignin dalam pelepah sawit membuat banyak penelitian yang dilakukan untuk bisa menurunkan kadar lignin. Perlakuan fisik, kimia maupun biologis diaplikasikan dengan tujuan ikatan lignoselulosa bisa terpecahkan sehingga serat kasar yang berupa selulosa dan hemiselulosa yang terikat pada ikatan lignoselulosa tersebut dapat dimanfaatkan oleh mikroba rumen sebagai sumber energi. Banyak cara telah dilakukan untuk memecah ikatan lignoselulosa baik secara fisik berupa proses pencacahan, secara kimia dengan memanfaatkan bahan-bahan kimia seperti ammonia dan natrium hidroksida maupun secara biologis berupa pemanfaatan bakteri maupun kapang. Jenis kapang yang memiliki kemampuan degradasi lignoselulosa yang tinggi adalah kapang yang termasuk dalam *white rot fungi*. Kapang ini salah satunya adalah *Phanerochaete chrysosporium* diketahui menghasilkan enzim lignin peroxidase, manganese peroxidase dan laccase.

Biodegradasi merupakan proses perubahan substrat oleh mikroorganisme yang melibatkan sejumlah reaksi menjadi produk yang lebih sederhana. Aktivitas merombak komponen substrat membutuhkan nutrient yang diperoleh dari hasil perombakan. Proses biodegradasi dengan menggunakan kapang *P.chrysosporium* 7.5% pada pelepah sawit

mampu menurunkan kandungan NDF sampai 37.28%, ADF 35.79% dan lignin 40.31%, selulosa 6.37% dan hemiselulosa 41.29% (Imsya dan Palupi, 2009) namun hasil ini belum optimal karena banyak faktor yang menjadi pertimbangan dalam proses fermentasi. Faktor yang sangat berperan untuk mendapatkan hasil fermentasi yang optimal diantaranya adalah dosis dan lama fermentasi, kedua hal ini memegang peranan penting dalam proses fermentasi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui interaksi antara dosis inokulan yang digunakan dengan lama fermentasi terhadap perubahan nilai gizi pada pelepah sawit yang difermentasi oleh *P.chrysosporium*.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku yang digunakan dalam percobaan ini adalah pelepah sawit yang dikering udarkan dan dicacah sepanjang 2 cm kemudian digiling dengan ukuran 5mm. Inokulan yang digunakan adalah *P.chrysosporium* yang dibiakan dalam media PDA pada suhu 30°C selama 4 hari sebelum digunakan sebagai substrat dan media Potatos Dextrose Broth (PDB).

Rancangan Percobaan

Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dimana dosis inokulan terdiri dari 10^5 cfu/ml, 10^6 cfu/ml dan 10^7 cfu/ml serta lama waktu fermentasi yaitu 10, 15 dan 20 hari sebagai perlakuan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Pelaksanaan penelitian

Proses Fermentasi. Kapang *P.chrysosporium* 10^6 cfu/ml diinokulasi ke dalam media PDB

sebanyak 25ml dan dikocok menggunakan shaker selama 3 hari. Total populasi spora yang diperoleh pada media PDB yaitu 10^5 cfu/ml, 10^6 cfu/ml dan 10^7 cfu/ml dipilih untuk digunakan sebagai dosis inokulan yang selanjutnya difermentasikan ke dalam 15g pelepah sawit yang sudah digiling dengan ukuran 5mm, lama proses fermentasi dilakukan sesuai dengan perlakuan.

nutrient sebelum dan sesudah fermentasi dilakukan dengan analisis proksimat (AOAC, 1998)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rataan kandungan bahan kering (BK) pelepah sawit yang belum difermentasi adalah 21.68% (Tabel 1), dan mengalami perubahan yang fluktuatif selama biofermentasi (Tabel 2).

Penentuan Perubahan Kandungan Nutrien dan Kandungan Serat. Perubahan kandungan

Tabel 1. Kandungan nutrien pelepah sawit sebelum biofermentasi dengan *P.chrysosporium*

Komponen Nutrien	Kandungan (%) [*]
BK ^a	21.68
Abu ^b	4.09
PK ^b	5.28
LK ^b	0.61
SK ^b	39.85
BETN ^b	38.31

^{*}Hasil analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor (2012); ^a Berdasarkan *as fed*; ^bBerdasarkan 100% bahan kering

Tabel 2. Kandungan bahan kering pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (*as fed*)

* Dosis Inokulan (CFU ml ⁻¹)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10⁵	25.27±2.56	22.51±1.03	24.06±0.79	23.94±1.46a
10⁶	25.87±0.12	19.67±2.34	23.28±0.35	22.94±0.94ab
10⁷	24.44±0.29	19.30±0.44	21.33±0.33	21.69±0.35b
Rata-rata	25.19±0.99a	20.49±1.27c	22.89±0.49b	

Angka-angka pada baris dan kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan); * Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Analisis statistik menunjukkan bahwa faktor dosis inokulan dan lama fermentasi masing-masing memberikan pengaruh signifikan (P<0.05) tanpa interaksi terhadap fluktuasi kandungan bahan kering. Terjadi

peningkatan kandungan BK pada 10 hari fermentasi dengan rata-rata 13.93% dari 21.68% menjadi 25.19%. Namun, pada fermentasi 15 hari, kandungan bahan kering menurun dengan persentase penurunan

tertinggi pada dosis 10^7 CFU ml⁻¹ yaitu sebanyak 10.98%, kemudian meningkat lagi sebanyak 5.28% pada fermentasi 20 hari. Fluktuasi kandungan bahan kering dapat terjadi karena perubahan jumlah biomassa kapang dalam substrat, proses dekomposisi substrat, dan perubahan kadar air selama biofermentasi. Perombakan kandungan lignoselulosa pelepah sawit akan meningkatkan ketersediaan nutrisi yang mendukung perkembangan miselia kapang. Perbanyak jumlah miselia kapang sebagai indikator pertumbuhan selama proses dapat meningkatkan kandungan bahan kering dan sebaliknya dekomposisi komponen tumbuh kapang menyebabkan penurunan kandungan bahan kering (Suparjo *et al.* 2009). Selain itu, penurunan kandungan BK diduga akibat perombakan komponen pelepah sawit oleh kapang yang menghasilkan metabolit berupa

komponen air pada saat hidrolisis substrat. Siklus ketersediaan nutrisi akan terus berlangsung selama proses biofermentasi, sehingga kandungan bahan kering juga mengalami fluktuasi seiring dengan proses perombakan dan pemanfaatan nutrisi oleh kapang (Suparjo *et al.* 2009). Berdasarkan analisis statistik, faktor lama fermentasi secara nyata dapat meningkatkan kadar abu. Peningkatan tertinggi terdapat pada fermentasi hari ke-15 sebesar 4.34 % (Tabel 3) dari kadar abu awal sebelum fermentasi yaitu 3.09% (Tabel 1). Tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis inokulan dan lama fermentasi terhadap kadar abu pelepah sawit fermentasi. Perubahan kandungan abu substrat selama proses fermentasi disebabkan oleh perubahan bahan organik yang terjadi selama proses biofermentasi (Haddadin *et al.* 2009).

Tabel 3. Kandungan abu pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (100% bahan kering)

* Dosis Inokulan (CFU ml ⁻¹)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10⁵	2.91± 0.59	4.53±0.35	3.62±0.26	3.68±0.40
10⁶	4.02±0.69	4.36±0.35	3.72±0.16	4.03±0.40
10⁷	4.05±0.25	4.14±0.69	3.84±0.12	4.01±0.35
Rata-rata	3.66±0.51b	4.34±0.46a	3.72±0.18b	

Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan); * Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Lama fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda nyata ($P<0.05$) terhadap peningkatan kandungan protein kasar (Tabel 4), namun tidak terdapat interaksi antara lama fermentasi dan dosis inokulan terhadap peningkatan kadar PK. Kandungan PK mengalami peningkatan dari 5.28% (Tabel 1)

menjadi 12.39% pada 10 hari fermentasi, kemudian menjadi 14.70% pada fermentasi 15 hari. Peningkatan kandungan protein kasar disebabkan oleh penurunan bahan organik tanpa N (BOTN) seperti serat kasar selama proses biofermentasi. Selain itu, peningkatan kandungan PK kemungkinan disebabkan oleh

peningkatan jumlah massa sel kapang dan kehilangan bahan kering pada fermentasi 15 hari. Sekresi enzim ekstraseluler oleh *P.chrysosporium* juga berperan dalam meningkatkan kandungan protein biomasa substrat fermentasi (Nelson dan Suparjo 2011). Pada fermentasi 20 hari kadar PK mengalami penurunan menjadi 12.98%. Hal tersebut diduga karena kapang mulai menggunakan protein substrat fermentasi untuk pertumbuhannya, tetapi tidak diimbangi dengan sumbangan protein oleh kapang kepada bahan. Kapang dapat mensekresikan enzim protease ke lingkungan untuk menguraikan protein menjadi asam-asam amino, selanjutnya hasil penguraian diangkut ke dalam sel menggunakan sistem transport dan digunakan untuk pertumbuhan (Oetari 2006).

Analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi dosis inokulan dan lama fermentasi terhadap kandungan serat kasar (SK). Dosis inokulan secara nyata ($P < 0.05$) menurunkan kadar SK. Persentase penurunan kadar serat kasar berkisar 26% – 34% (Tabel 4). Kandungan SK menurun dari 39.85% (Tabel 1) tanpa fermentasi menjadi 27.69% pada dosis 10^5 CFU ml⁻¹ dan menurun lagi menjadi 26.23% pada 10^6 CFU ml⁻¹. Pada dosis 10^7 CFU ml⁻¹ kadar SK meningkat dengan rata-rata 29.34 %. Hifa dikelilingi oleh dinding sel tegar yang terdiri dari polisakarida. Kandungan tertinggi dalam dinding sel pada banyak kapang adalah selulosa (Fardiaz 1989). Dosis inokulan yang lebih banyak diduga menyebabkan terbentuknya kumpulan miselium dengan dinding sel lebih tebal sehingga dapat menyebabkan peningkatan kadar SK.

Tabel 4. Kandungan protein kasar pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (100% bahan kering)

* Dosis Inokulan (CFU ml ⁻¹)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10⁵	13.13±1.69	14.90±1.66	11.69±1.56	13.24±1.63
10⁶	11.92±0.86	15.23±0.09	13.50±0.98	13.55±0.65
10⁷	12.13±1.06	13.98±1.61	13.75±1.11	13.29±1.26
Rata-rata	12.39±1.20b	14.70±1.12a	12.98±1.21b	

Angka-angka pada baris yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan); * Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Tabel 5. Kandungan serat kasar pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (100% bahan kering)

* Dosis Inokulan (CFU ml ⁻¹)	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10⁵	28.37±1.25	26.90±3.93	27.80±0.80	27.69±1.99ab
10⁶	26.51±0.51	26.66±1.55	25.51±3.49	26.23±1.85b
10⁷	28.54±0.63	30.27±2.06	29.21±2.14	29.34±1.61a
Rata-rata	27.81±0.80	27.94±2.51	27.51±2.14	

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan); * Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Dosis inokulan meningkatkadar BETN pelepah sawit fermentasi secara signifikan ($P < 0.05$). Berdasarkan analisis statistik, tidak terjadi interaksi antara dosis inokulan dan lama fermentasi. Kadar BETN meningkat menjadi 43.38% pada dosis 10^5 CFU ml^{-1} kemudian menghasilkan peningkatan tertinggi pada dosis 10^6 CFU ml^{-1} yaitu rata-rata 45.21% (Tabel 5) dengan persentase peningkatan 15.25% dari kadar awal sebelum fermentasi yaitu rata-rata 38.31% (Tabel 1). Peningkatan kadar BETN ini diduga karena terjadi penurunan serat kasar yang merupakan bagian lain dari karbohidrat

bahan. Kandungan BETN bahan mencerminkan kandungan energi yang mudah digunakan, karena BETN terdiri dari pati dan gula serta sakarida lainnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Nelson dan Suparjo (2011) bahwa peningkatan kandungan BETN dapat terjadi karena perombakan karbohidrat struktural, terutama hemiselulosa menjadi bahan mudah larut. Bahan ekstrak tanpa nitrogen ditentukan melalui pengurangan bahan kering dengan seluruh komponen nutrisi substrat, sehingga perubahan nilai BETN sangat bergantung pada kandungan nutrisi lain.

Tabel 6. Kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (100% bahan kering)

* Dosis Inokulan (CFU ml^{-1})	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10^5	42.79±3.36	44.15±3.54	43.18±3.78	43.38±3.56a
10^6	48.13±1.73	43.20±2.47	44.28±4.36	45.21±2.85a
10^7	40.59±0.97	38.70±3.72	38.15±3.19	39.15±2.63b
Rata-rata	43.84±2.02	42.02±3.25	41.87±3.78	

Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf kecil yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji 5% (uji selang berganda duncan); * Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Tabel 7. Kandungan lemak kasar pelepah sawit setelah biofermentasi dengan *P.chrysosporium* (100% bahan kering)

* Dosis Inokulan (CFU ml^{-1})	Lama Fermentasi (Hari)			Rata-rata
	10	15	20	
	----- % -----			
10^5	0.75±0.09	1.04±0.58	1.33±0.40	1.04±0.36
10^6	0.92±0.51	0.81±0.63	1.76±0.35	1.16±0.50
10^7	0.97±0.92	1.65±1.02	2.31±1.41	1.64±1.12
Rata-rata	0.88±0.51	1.17±0.74	1.80±0.72	

* Dosis inokulan adalah per 15 gram sampel pelepah sawit (*as fed*)

Berdasarkan analisis statistik, tidak terdapat interaksi antara dosis inokulan dan lama fermentasi terhadap kadar lemak kasar (Tabel 6). Meskipun secara statistik masing-masing perlakuan juga tidak memberikan

pengaruh nyata pada perubahan kandungan LK, secara biologis kandungan lemak kasar pelepah sawit fermentasi mengalami peningkatan dengan persentase 30.68% sampai 66.11% (Tabel 7) dari kadar LK awal yaitu

0.61% (Tabel 1). Semakin tinggi dosis dan semakin lama waktu fermentasi, kandungan LK akan semakin tinggi. Menurut Gutierrez *et al.* (2005), selama proses dekomposisi, komponen lemak mengalami degradasi tetapi ditemukan kembali senyawa lemak baru.

KESIMPULAN

Dosis inokulan dan lama fermentasi tidak mempengaruhi kandungan bahan kering, bahan organik dan lemak kasar tapi dosis inokulum mempengaruhi kandungan serat kasar dan BETN, sementara lama fermentasi hanya mempengaruhi kandungan protein kasar. Interaksi terbaik antara dosis inokulan dan lama fermentasi adalah 10^5 cfu/ml dan 10 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Bennett, J.W., K.G. Wunch, B.D. Faison. 2002. Use of fungi in biodegradation. In: Hurst CJ, editor. *Manual of Environmental Microbiology*. Washington DC: AMS press; p. 960–71.
- Cullen D., P.J. Kersten. 2004. *Enzymology and molecular biology of lignin degradation*. In: Brambl R, Marzluf GA, editors. *The Mycota III. Biochemistry and molecular biology* Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; p. 249–73.
- Esterbauer, H, W. Steined, I. Labudova, A. Herman, M. Hayn. 1991. Production of *Trichoderma cellulase* in laboratory and pilot scale. *Bioresour Technol* 36:51–65.
- Gold, MH, Youngs HL, Gelpke MD. 2000. Manganese peroxidase. *Met Ions Biol Syst*.37:559–86.
- Guillén, F., M.J. Martínez, C. Muñoz, A.T. Martínez. 1997. Quinone redox cycling in the ligninolytic fungus *Pleurotus eryngii* leading to extracellular production of superoxide anionradical. *Arch Biochem Biophys*.339:190–9
- Hammel, K.E. 1997. Fungal degradation of lignin. In: Cadisch G, Giller KE, editors. *Plant litter quality and decomposition*. CAB-International; p. 33–46.
- Howard, R.L., E. Abotsi, E.L. Jansen van Rensburg, S. Howard. 2003. *Lignocellulose biotechnology: issues of bioconversion and enzyme production*. *Afr J Biotechnol* 2:602–19.
- Kersten, P., D. Cullen. 2007. Extracellular oxidative systems of the lignin-degrading Basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Forest Genet Biol*. 44:77–87
- Martínez, A.T. 2002. Molecular biology and structure-function of lignin-degrading hemeperoxidases. *Enzyme Microb Technol*. 30:425–32.
- Martinez, G., N. Larrondo, N. Putman, M.D.S. Gelpke, K. Huang, J. Chapman. 2004. Genome sequence of the lignocellulose degrading fungus *Phanerochaete chrysosporium* strain RP78. *Nature Biotechnol*. 22:1–6.
- Martínez, A.T., M. Speranza, F.J. Ruiz-Dueñas, P. Ferreira, S. Camarero, F. Guillén. 2005. Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. *Int Microbiol*. 8:195–204.
- McKendry, P. 2002. Energy production from biomass: overview of biomass. *Bioresour Technol*;83
- Pérez, J, J. Muñoz-Dorado, T. De-la-Rubia, J. Martínez. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *Int Microbiol*. 5:53–63.

- Prasad, S, A. Singh, H.C. Joshi. 2007. Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues. *Resour Conserv Recycl.* 50:1–39b:37–43.
- Rabinovich, M.L., A.V. Bolobova, Vasil'chenko. 2004. Fungal decomposition of natural aromatic structures and xenobiotics: a review. *Appl Biochem Microbiol.* 40:1–17.
- Rowell, M.R. 1992. Opportunities for lignocellulosic materials and composites. *Emerging technologies for material and chemicals from biomass: Proceedings of symposium.* Washington, DC: American Chemical Society. p. 26–31. Chap.2.