

## Perubahan Nilai Gizi Tepung Eceng Gondok Fermentasi dan Pemanfaatannya sebagai Ransum Ayam Pedaging

FERA MAHMILIA

Loka Penelitian Kambing Potong, PO Box 1 Galang, Sumatera Utara 20585

(Diterima Dewan Redaksi 14 Desember 2004)

### ABSTRACT

MAHMILIA, F. 2005. The change of nutritional value of the fermented *Eichhornia crassipes* Mart meal as broiler rations. *JITV* 10(2): 90-95.

*Eichhornia crassipes* Mart is one of the water plants which grows in the rivers, ricefields, water reservoirs or dams. This plant is often considered as water weeds that harm people much. This weed can be used for feeding the animal, but it has high crude fiber. Fermentation technology could be done to overcome the problem. *E. crassipes* Mart is grounded into meal and solidly fermented by mixing minerals and *Trichoderma harzianum* for 4 days at room temperature. The fermentation resulted the increase of nutritional value. The crude protein increases for 61.81% (from 6.31 to 10.21%) and crude fiber decreases for 18% (26.61 to 21.82%). The in vivo experiment was conducted based on completely randomized design using 80 day old broiler chicks with 5 replication. They were allotted to 4 diets containing one control without fermented *E. crassipes* Mart, 5, 10 and 15% of fermented *E. crassipes* Mart. Diets were fed *ad libitum* for 6 weeks. Feed intake, weight gain and feed conversion ratio, carcas and abdominal fat were observed as parameters. Result showed that no parameter were significantly affected by treatments, although the nutritional values were slightly decreasing in higher fermented *E. crassipes*. The fermented *E. crassipes* Mart can be used up to 15% in broiler rations.

**Key Words:** *Eichhornia crassipes* Mart Meal, Nutritional Value, Fermentation, Ration

### ABSTRAK

MAHMILIA, F. 2005. Perubahan nilai gizi tepung eceng gondok fermentasi dan pemanfaatannya sebagai ransum ayam pedaging. *JITV* 10(2): 90-95.

Eceng gondok merupakan salah satu tanaman air yang banyak tumbuh di sungai, pematang sawah atau waduk. Keberadaan tanaman ini lebih sering dianggap sebagai gulma air yang sangat merugikan manusia. Gulma ini bisa dimanfaatkan untuk makanan ternak, namun dalam pemanfaatannya harus dipertimbangkan karena kandungan serat kasar yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dilakukan pengolahan, misalnya melalui teknologi fermentasi. Eceng gondok (*E. crassipes* Mart) diolah dulu jadi tepung dan kemudian difermentasi secara padat dengan menggunakan campuran mineral dan mikroba *Trichoderma harzianum* yang dilakukan selama 4 hari pada suhu ruang. Ternyata fermentasi ini mampu meningkatkan nilai gizi yang terkandung dalam eceng gondok. Protein kasar meningkat sebesar 61,81% (6,31 ke 10,21%) dan serat kasar turun 18% (dari 26,61 ke 21,82%). Penelitian *in vivo* menggunakan 80 ekor anak ayam pedaging yang dibagi 4 perlakuan dengan 5 ulangan, masing-masing 4 ekor per ulangan, dengan pola rancangan acak lengkap (RAL). Keempat perlakuan adalah ransum tanpa eceng gondok fermentasi (sebagai kontrol), ransum yang menggunakan 5, 10, dan 15% eceng gondok fermentasi. Keempat ransum perlakuan tersebut diberikan secara *ad libitum* selama 6 minggu pada ayam pedaging. Hasil percobaan menunjukkan bahwa eceng gondok fermentasi tidak menimbulkan pengaruh yang berbeda terhadap konsumsi, bobot hidup, konversi pakan, persentase karkas, lemak abdomen dan bobot organ pencernaan (proventrikulus dan ventrikulus), walaupun terdapat kecenderungan penurunan nilai gizi pada peningkatan produk fermentasi eceng gondok. Eceng gondok fermentasi dapat digunakan sampai tingkat 15% dalam ransum ayam pedaging.

**Kata Kunci:** Eceng Gondok, Nilai Gizi, Fermentasi, Ransum

### PENDAHULUAN

Bahan utama penyusun ransum bagi ternak, seperti jagung dan kedelai juga dikonsumsi oleh manusia, sehingga bahan makanan tersebut masih diprioritaskan untuk manusia. Disamping itu ketersediaannya terbatas dan masih tergantung pada impor sehingga harganya mahal. Untuk menekan biaya produksi perlu diupayakan dengan memanfaatkan bahan yang

penggunaannya tidak bersaing dengan kebutuhan manusia.

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Mart) merupakan salah satu tanaman air yang banyak tumbuh di sungai, pematang sawah atau waduk. Keberadaan tanaman ini lebih sering dianggap sebagai gulma air yang sangat merugikan manusia, karena menyebabkan pendangkalan sungai atau waduk serta menyebabkan penguapan air dan penurunan unsur hara yang cukup

besar. Hasil analisis kimia Laboratorium Gizi Dasar, Fakultas Peternakan Universitas Andalas didapatkan komposisi tepung eceng gondok dalam bentuk bahan kering adalah: protein kasar 6,31%, lemak kasar 2,83%, serat kasar 26,61%, Ca dan P masing-masing 0,47 dan 0,66%, abu 16,12% serta BETN 48,14%. Eceng gondok mengandung anti nutrisi berupa nitrat 0,3%, oksalat 0,6% dan sianida 30 mg/kg basah, tetapi sebagai pakan ruminansia tidak memperlihatkan pengaruh yang membahayakan terhadap performans ternak, organ bagian dalam dan kualitas karkas (KIRBIA, 1987). Namun dalam penggunaannya sebagai ransum unggas sangat terbatas, karena bahan ini mempunyai kandungan gizi yang rendah dengan kadar serat kasar yang cukup tinggi.

Proses bioteknologi dengan menggunakan teknologi fermentasi substrat padat mempunyai prospek untuk meningkatkan gizi dari bahan-bahan yang bermutu rendah (KOMPIANG *et al.*, 1994). Menurut WISEMAN (1981) kapang dari genus *Trichoderma* menghasilkan enzim perombak selulosa yang lebih lengkap dibandingkan dengan kapang lainnya, sehingga diharapkan mampu melakukan perombakan yang lebih cepat. FATI (1997) melaporkan bahwa fermentasi dedak padi dengan *Trichoderma harzianum* mampu meningkatkan protein kasar dan menurunkan serat kasar, sehingga dapat meningkatkan nilai gizi bahan.

Bertitik tolak dari uraian di atas dan hasil percobaan sebelumnya, dilakukan percobaan untuk mengetahui perubahan nilai gizi tepung eceng gondok fermentasi dan pemanfaatannya sebagai ransum ayam pedaging.

## MATERI DAN METODE

### Preparasi eceng gondok fermentasi

Eceng gondok yang akan digunakan sebagai substrat diambil daun dan pelepahnya 5 cm dari bawah daun. Selanjutnya dipotong-potong dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering digiling untuk dijadikan tepung.

*T. harzianum* ditanam pada media agar-agar kentang (PDA) sampai umur 3 hari. Sebagai media inokulum digunakan campuran dedak dan air (5:3) steril. Pada 100 g dedak diinokulasikan 10 cetakan pelubang gabus diameter 0,5 cm dan kemudian diinkubasikan pada suhu kamar selama 4 hari.

Untuk mengolah setiap 1000 g tepung eceng gondok ditambah dengan 600 ml aquadest dan disterilisasi dengan otoklaf selama 30 menit (121°C, 1 atm), kemudian dibiarkan dingin pada suhu ruang. Sebagai sumber nutriennya dipakai campuran mineral menurut BROOK *et al.* (1969) dengan komposisi: Urea 7,5 g, MgSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0,375 g, FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 0,15 mg, ZnSO<sub>4</sub>

7H<sub>2</sub>O 0,15 mg, MnSO<sub>4</sub> 4H<sub>2</sub>O 0,15 mg, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 1,5 g dan tiamina hidroklorid 18,75 mg, yang dilarutkan dalam 100 ml akuades. Campuran tersebut digunakan sebanyak 60 ml untuk 1000 g tepung eceng gondok dan dicampur merata dengan inokulan sebanyak 5% (50 g) dari berat substrat. Adonan tersebut dibungkus dengan plastik yang dilubangi dan diletakkan pada rak dalam ruangan yang sebelumnya sudah disterilkan. Fermentasi dilakukan selama 4 hari pada suhu ruang. Produk kemudian dikeringkan, dengan cara menjemurnya di bawah sinar matahari, dan kemudian dianalisis proksimat.

### Percobaan ransum

Dalam percobaan ini digunakan 80 ekor ayam potong strain CP 707 umur 1 hari (DOC) campuran jantan dan betina, yang dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan pakan, dan setiap perlakuan terdiri dari 5 ulangan dengan 4 ekor ayam per ulangan. Pakan percobaan (Tabel 1) disusun dengan tingkat eceng gondok fermentasi (0, 5, 10 dan 15%), dengan isoprotein (22%) dan isoenergi (3000 kkal/kg ransum). Ransum dan air minum diberikan *ad libitum* selama 6 minggu. Kandang yang digunakan adalah kandang baterai sebanyak 20 buah, ukuran 60 x 50 x 50 cm. Parameter yang diamati adalah: konsumsi, bobot hidup, rasio konversi pakan, persentase karkas, lemak abdominal dan bobot organ pencernaan (proventrikulus dan ventrikulus). Untuk pencegahan penyakit dilakukan vaksinasi ND melalui tetes mata pada ternak umur 4 hari.

### Analisis kimia

Analisis proksimat dilakukan pada tepung eceng gondok sebelum dan sesudah fermentasi serta pada 4 macam ransum perlakuan. Analisis tersebut meliputi: protein kasar, lemak kasar, serat kasar, kalsium, dan fosfor. Kemudian juga dilakukan analisis serat (ADF, NDF, hemiselulosa, selulosa, lignin dan silika) VAN SOEST (1982), khusus untuk tepung eceng gondok sebelum dan sesudah fermentasi.

### Analisis statistik

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 tingkatan penggunaan eceng gondok fermentasi dalam ransum, yaitu 0, 5, 10 dan 15%. Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam. Pada pengaruh perlakuan yang berbeda nyata, akan dilakukan uji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* (STEEL dan TORRIE, 1980).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perubahan nilai gizi tepung eceng gondok

Perlakuan fermentasi dengan menggunakan *T. harzianum* menghasilkan perbaikan nilai gizi eceng gondok. Pada Tabel 2, terlihat kandungan protein meningkat sebesar 61,81% (6,31 menjadi 10,21%) dan menurunkan serat kasar sebesar 18% (26,61 menjadi 21,82%).

Peningkatan protein dalam tepung eceng gondok yang telah difermentasi ini, kemungkinan disebabkan N (Nitrogen) anorganik dalam bentuk urea diubah menjadi N organik (protein) oleh kapang. Menurut KOMPIANG *et al.* (1994) peningkatan protein tersebut merupakan kontribusi protein sel tunggal dari sel mikroba selama fermentasi.

Sementara itu, penurunan kadar serat kasar pada produk fermentasi tepung eceng gondok merupakan akibat adanya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh kapang selama fermentasi. Laporan ENARI (1983)

menunjukkan bahwa *T. harzianum* merupakan kapang penghasil enzim selulolitik yang mampu menurunkan serat kasar. Selama proses fermentasi, kapang akan terus melakukan pertumbuhan dan perkembangan serta memproduksi enzim pemecah serat. Selama fermentasi kapang (*A. niger*) membutuhkan zat organik (terutama karbohidrat terlarut) untuk metabolisme termasuk pertumbuhan sel. Aktivitas metabolisme diindikasikan dengan terbentuknya H<sub>2</sub>O pada proses respirasi, sedangkan kenaikan kadar protein karena terjadi konversi karbohidrat menjadi protein (SUPRIYATI, 2003). Lebih lanjut dijelaskan oleh PURWADARIA *et al.* (1998) bahwa *A. niger* ES 1 pada lumpur sawit tumbuh lebih cepat daripada tipe liarnya. Selama pertumbuhan ES 1 akan aktif menguraikan substrat dan melepaskan panas, yang akan mengakibatkan kehilangan berat kering yang lebih banyak. Nilai kehilangan berat kering ini akan mempengaruhi kadar komposisi produk fermentasi, dimana senyawa yang tidak diuraikan akan terjadi kenaikan.

**Tabel 1.** Susunan ransum percobaan

Bahan (%)	Tingkat eceng gondok dalam ransum (%)			
	0	5	10	15
Eceng gondok fermentasi	0,0	5,0	10,0	15,0
Jagung	59,0	59,0	54,0	50,0
Dedak halus	6,0	2,0	0,0	0,0
Bungkil kedelai	15,0	14,0	15,0	14,0
Tepung ikan	17,0	17,0	17,0	17,0
Minyak kelapa	2,0	2,0	3,0	3,0
Mineral wonder	0,5	0,5	0,5	0,5
Top mix	0,5	0,5	0,5	0,5

**Tabel 2.** Komposisi nutrisi tepung eceng gondok sebelum dan sesudah fermentasi

Komposisi nutrisi (% Bahan kering)	Tepung eceng gondok (% BK)		Perubahan (%)
	Sebelum fermentasi	Sesudah fermentasi	
Protein kasar	6,31	10,21	+ 61,81
Serat kasar	26,61	21,82	- 18,00
Lemak kasar	2,83	2,99	+ 5,65
Kalsium	0,47	0,44	- 6,38
Fosfor	0,66	0,60	- 9,09
NDF	49,30	46,48	- 5,72
ADF	28,16	34,95	+ 24,11
Hemiselulosa	21,14	12,43	- 41,20
Selulosa	24,61	31,09	+ 26,33
Lignin	3,35	2,18	- 34,93
Silika	0,22	0,78	+ 254,55

Penurunan kadar NDF sebesar 5,72% tidak diikuti oleh penurunan komponen serat lainnya; ADF, selulosa dan silika, yang masing-masing naik 24,11; 26,33; dan 254,55%. Sementara itu, kadar hemiselulosa dan lignin menurun (41,20 dan 34,93%). Meningkatnya persentase selulosa setelah fermentasi, karena kapang terus tumbuh dan berkembang, sedangkan dinding sel kapang terdiri dari selulosa dan khitin (JUDOAMIDJOYO *et al.*, 1992). Sementara itu, peningkatan silika mungkin disebabkan terlepasnya ikatan antara silika dan lignin, sehingga mengakibatkan adanya komponen lignin yang terlarut, sebaliknya persentase silika mengalami peningkatan. AMIRROENAS (1990) melaporkan adanya penurunan NDF, hemiselulosa dan lignin pada pod coklat dengan menggunakan *T. viride* masing-masing: 7,05; 85,96; dan 14,56% serta peningkatan silika sebesar 417,64%.

Teknologi fermentasi mampu meningkatkan nilai gizi yang terkandung dalam tepung eceng gondok. Sehingga protein kasarnya menjadi 10,21%, lebih dari protein jagung dengan protein 8,5% (HARTADI *et al.*, 1980). Pada percobaan ini eceng gondok fermentasi menggantikan dedak dan sebagian jagung dalam

penyusunan ransum ayam.

### Hasil percobaan ransum pada ayam pedaging

Hasil analisis komposisi zat makanan dan energi termetabolis ransum percobaan tertera pada Tabel 3. Ransum percobaan disusun isokalori (berkisar antara 2980-3000 Kkal) dan isoprotein (kisaran 21,89-22,29%).

Rataan konsumsi ransum selama penelitian berkisar 3198,06–3302,03 g/ekor. Perlakuan tidak nyata ( $P>0,05$ ) mempengaruhi konsumsi (Tabel 4). Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok fermentasi sampai tingkat 15% dalam ransum ayam pedaging belum nyata berpengaruh negatif terhadap konsumsi. Konsumsi ransum cenderung menurun dengan peningkatan penggunaan tepung eceng gondok fermentasi yang mungkin merupakan akibat kadar serat kasar dalam ransum yang juga meningkat. SINURAT *et al.* (2000) melaporkan bahwa penurunan konsumsi dapat terjadi bila energi metabolis semua ransum dibuat sama, meskipun jumlah serat kasar meningkat.

**Tabel 3.** Komposisi zat makanan dan energi termetabolis ransum percobaan

Zat makanan (% bahan kering)	Eceng gondok fermentasi dalam ransum (%)			
	0	5	10	15
Protein kasar (%)*	22,29	21,96	22,17	21,89
Lemak kasar (%)*	7,12	7,00	7,79	7,66
Serat kasar (%)*	3,86	4,21	4,89	5,80
Ca (%)*	1,14	1,14	1,13	1,13
P total (%)*	0,45	0,47	0,50	0,52
ME (kkal/kg) **	2994	3000	2996	2980

\* Hasil analisis Laboratorium Gizi Dasar Fakultas Peternakan Universitas Andalas (1996)

\*\* Hasil perhitungan berdasarkan rekomendasi NRC (1994)

**Tabel 4.** Tampilan ayam pedaging, persentase bobot karkas, lemak dan organ pencernaan selama percobaan (6 minggu)

Parameter	Eceng gondok fermentasi dalam ransum (%)			
	0	5	10	15
Konsumsi (g/ekor)	3302,03	3281,96	3198,06	3213,29
Bobot hidup (g)	1751,58	1735,21	1683,33	1674,84
Konversi	1,89	1,89	1,90	1,93
Karkas	67,81	65,81	65,07	65,05
Lemak abdomen	2,21	2,16	1,97	1,86
Organ pencernaan				
Proventrikulus	0,32	0,34	0,36	0,40
Ventrikulus	2,25	2,49	2,84	2,88

Rataan bobot hidup selama 6 minggu penelitian tidak nyata ( $P>0,05$ ) dipengaruhi ransum, namun terlihat adanya kecenderungan penurunan bobot hidup. Konversi ransum ayam broiler selama penelitian tidak nyata ( $P>0,05$ ) dipengaruhi oleh perlakuan, walaupun ada kecendrungan meningkat. Ayam broiler yang memperoleh ransum perlakuan 15% eceng gondok fermentasi mempunyai nilai konversi tertinggi (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan bahwa ransum tersebut paling rendah efisiensinya. Bila dilihat dari komposisi zat makanan ransum perlakuan, kandungan serat kasarnya cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya penggunaan eceng gondok fermentasi. Serat kasar yang meningkat menyebabkan efisiensi ransum jadi rendah, sehingga bobot hidupnya juga cenderung menurun.

Pengaruh perlakuan terhadap persentase bobot karkas tidak berbeda (Tabel 4). Hal ini dapat dipahami, karena persentase bobot karkas merupakan perbandingan bobot karkas dengan bobot hidup, sehingga bobot hidup yang besar akan diikuti oleh bobot karkas yang besar pula, dan sebaliknya. Pada bobot hidup yang tidak berbeda umumnya persentase karkas tidak berbeda.

Penggunaan eceng gondok fermentasi sampai tingkat 15% pada ayam pedaging ini tidak berpengaruh terhadap kandungan lemak abdomen, tetapi dari angka terlihat penurunannya sejalan dengan meningkatnya penggunaan eceng gondok fermentasi. KETAREN *et al.* (1999), menunjukkan bahwa adanya penurunan kandungan lemak abdomen dengan penambahan bahan berserat tinggi (bungkil inti sawit) dan produk fermentasi dalam ransum ayam broiler.

Kenyataan ini menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok fermentasi sampai tingkat 15% dengan kandungan serat kasar 5,80% belum mempengaruhi bobot proventrikulus dan ventrikulus. Ada kecenderungan peningkatan seiring dengan meningkatnya serat kasar dalam ransum, sehingga kerja dari proventrikulus untuk mengeluarkan enzim pencernaan semakin meningkat. Sementara itu, ventrikulus berfungsi menggiling bahan makanan menjadi partikel yang lebih kecil dan juga mengaduk bahan makanan tersebut dengan enzim pencernaan yang dihasilkan oleh proventrikulus maupun empedu. Pembesaran proventrikulus dapat dipengaruhi oleh banyak dan sifat kekasaran makanan. Hal ini dijelaskan oleh DEATON *et al.* (1977), bahwa dalam ransum yang mempunyai kadar serat kasar, menyebabkan kontraksi ventrikulus akan meningkat dan akibatnya bobot ventrikulus juga meningkat.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa proses fermentasi dengan menggunakan kapang dari galur *T.*

*harzianum* mampu meningkatkan nilai gizi tepung eceng gondok yaitu dengan meningkatnya protein kasar sebesar 61,81% dan menurunnya serat kasar sebesar 18%. Hasil percobaan ransum dengan menggunakan eceng gondok fermentasi sampai tingkat 15% pada ayam pedaging sampai umur 6 minggu tidak berpengaruh terhadap konsumsi, bobot hidup, konversi pakan, persentase karkas, persentase lemak abdomen dan bobot organ pencernaan (proventrikulus dan ventrikulus).

## DAFTAR PUSTAKA

- AMIRROENAS, D.E. 1990. Mutu Ransum Berbentuk Pelet dengan Bahan Serat Biomassa Pod Coklat untuk Pertumbuhan Sapi. Tesis. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- BROOK, E.J., W.R. STANTION and A.W BRIDGE. 1969. Fermentation methods for protein enrichment of cassava. *Biotech. Bioeng* 11: 1271-1284.
- DEATON, J. W. F.N. REECE, L.F. KUBENA and J.D. MAY. 1977. Procedure for equating stocking rate of broiler sexes are reared separating. *Poult. Sci.* 50: 1066-1069.
- FATI, N. 1997. Pengaruh Penggunaan Dedak Padi yang Difermentasi dengan Galur *Trichoderma* Terseleksi Terhadap Performa Ayam Broiler. Tesis. Pascasarjana Universitas Andalas, Padang.
- ENARI, T.M. 1983. Microbial cellulase. *In: Microbial Enzymes and Biotechnology.* W.N. FOGARTY (Ed.). Applied Science Publisher, New York.
- HARTADI, H., S. REKSOHADIPRODJO, S. LEBDOSUKOJO, A.D. TILLMAN, L.C. KEARL dan L.E. HARIS. 1980. Tabel-Tabel dari Komposisi Bahan Makanan Ternak untuk Indonesia. IFI. USA.
- JUDOAMIDJOYO, M., A.A. DARWIS dan E.G. SAID. 1992. Teknologi Fermentasi. Rajawali Press, Jakarta.
- KETAREN, P.P., A.P. SINURAT, D. ZAINUDDIN, T. PURWADARIA dan I.P. KOMPIANG. 1999. Bungkil inti sawit dan produk fermentasi sebagai pakan ayam pedaging. *JITV* 4: 107-112.
- KIRBIA, S. 1987. Utilization of water hyacinth as ruminant feed. Faculty of the Graduate School. Universitas of Philipphines, Los Banos.
- KOMPIANG, I.P., A. P. SINURAT, S. KOMPIANG, T. PURWADARIA and J. DHARMA. 1994. Nutritional value of protein enriched cassava-casapro. *Ilmu Peternakan* 7: 22-25.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. Ninth revised edition. National Academy Press. Washington, D.C.
- PURWADARIA, T., A.P. SINURAT, T. HARYATI, I. SUTIKNO, SUPRIYATI dan J. DARMA. 1998. Korelasi antara aktivitas enzim mananase dan selulase terhadap serat lumpur sawit hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger*. *JITV* 3: 230-236.

- SINURAT, A.P., T. PURWADARIA, P.P. KETAREN, D. ZAINUDDIN dan I.P. KOMPIANG. 2000. Pemanfaatan lumpur sawit untuk ransum unggas: 1. Lumpur sawit dan produk fermentasinya sebagai bahan pakan ayam broiler. *JITV* 5: 107-112.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. Principles and Procedures of Statistics. 2<sup>nd</sup> ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York, Toronto, London.
- SUPRIYATI. 2003. Onggok terfermentasi dan pemanfaatannya dalam ransum ayam ras pedaging. *JITV* 8: 146-150.
- VAN SOEST, P. J. 1982. Nutritional Ecology of Ruminant. O & B. Books, Inc. Corvalis, OR, USA.
- WISEMAN, A. 1981. Topics in Enzyme and Fermentation Biotechnology. Vol 4. Ellis Hardwood Limited, John Willey & Son, New York.