



**KADAR VFA DAN NH₃ SECARA *In vitro* PAKAN SAPI POTONG
BERBASIS LIMBAH PERTANIAN DAN HASIL SAMPING
PERTANIAN DIFERMENTASI DENGAN *A. niger***

(*VFA and NH₃ in vitro levels of Cattle Feed and Agricultural waste and
by product Fermented with A. niger*)

R. C. Probowati, C.I. Sutrisno, dan S. Sumarsih

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

ABSTRACT

The objectives of the research was to determine and assess the effect variation of level and different time periode fermentation cattle feed based agricultural waste on *in vitro* level of VFA and NH₃. Statistic analysis used Completely Randomized Design (CRD) with a 4x4 factorial pattern repeated 3 times to assess the influence of the levels of *A. niger* (0, 2, 4 and 6% of dry matter feed) and time periode cattle feed quality (0, 7, 14 and 21 days). The results showed different level starter and time periode fermentation did not show interaction (P<0,05), but each of treatments affect on VFA and NH₃ content. Each adding *A. niger* and different time periode affect the increased VFA and NH₃. Each of adding *A. niger* was increased the levels of VFA and NH₃ highest in T4 treatment (*A. niger* cedar 4%). Each curing time was increase levels of VFA and NH₃ highest in treatment B2 (time periode was 14 days).

Keywords : agricultural by-product and *A. niger*

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengetahui dan mengkaji pengaruh aras dan lama pemeraman fermentasi limbah dan hasil samping pertanian dengan *A. niger* terhadap kadar *volatile fatty acid* (VFA) dan NH₃ secara *in vitro*. Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial 4 x 4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah aras *A. niger* (T0, T1, T2, T3) masing – masing (0, 2, 4, 6% dari BK (Bahan kering)). Faktor kedua adalah lama pemeraman (B0, B1, B2, B3) masing – masing (0, 7, 14, dan 21 hari). Parameter yang diukur adalah kadar VFA dan NH₃. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi (p>0,05) antara kombinasi perlakuan aras *A. niger* dan lama pemeraman pada fermentasi pakan berbasis limbah dan hasil samping pertanian terhadap VFA dan NH₃. Penambahan aras *A. niger* dan perbedaan lama peram berpengaruh terhadap peningkatan VFA dan NH₃. Masing – masing penambahan aras *A. niger* dapat meningkatkan kadar VFA dan NH₃ tertinggi pada perlakuan T4 (aras *A. niger* 4%). Masing – masing peningkatan lama peram dapat meningkatkan kadar VFA dan NH₃ tertinggi pada perlakuan B2 (Lama pemeraman 14 hari).

Kata kunci: limbah pertanian dan *A. niger*

PENDAHULUAN

Ketersediaan pakan secara kontinyu dengan kualitas dan kuantitas memadai merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam usaha pengembangan dan peningkatan produktivitas ternak. Penggunaan hasil samping pertanian bisa menjadi alternatif dalam pemenuhan kebutuhan pakan. Pemanfaatan hasil samping pertanian juga dapat mengatasi pencemaran lingkungan. Pemanfaatan limbah pertanian dan hasil ikutannya sebagai pakan menjadi sumber pakan sering tidak efektif, karena kurang memperhatikan potensi wilayah.

Daerah Wonogiri mempunyai sektor pertanian cukup luas. Pengairan di daerah tersebut sangat memadai, karena adanya Waduk Gajah Mungkur. Adanya hasil pertanian melimpah menghasilkan potensi limbah dan hasil samping pertanian melimpah pula. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2010 potensi limbah dan hasil samping pertanian seperti jerami padi sebesar 2,68 ton/ha/thn. Potensi jerami jagung sebesar 2,49 ton/ha/th. Potensi dedak padi sebesar 0,71 ton/ha/thn. Potensi onggok sebesar 1,93 ton/ha/thn. Potensi ampas tahu sebesar 0,76 ton/ha/thn. Ampas brem merupakan limbah dari pembuatan brem dengan bahan baku beras ketan. Bahan dasar yang dibuat hanya sekitar 30% yang berhasil menjadi makanan brem sedangkan sisanya 70% menjadi limbah yang berupa air dan ampas beras. Potensi padi ketan per tahun adalah 6,0 ton/ha dengan rata-rata hasil 4,5 ton/ha (Suprihatno, 2010). Potensi ampas brem yang telah dikonversikan sebesar 4,2 ton/thn. Potensi pertanian yang melimpah, dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan alternatif ternak ruminansia.

Pemanfaatan limbah dan hasil pertanian dapat meningkatkan produktivitas ternak dan nilai ekonomi bagi peternak. Beberapa kendala yang dihadapi dalam pemanfaatan sebagai pakan ternak adalah rendahnya kandungan nutrisi sehingga perlu adanya pengolahan terlebih dahulu. Salah satu pengolahan yang dapat dilakukan adalah fermentasi menggunakan kapang *A. niger*.

Fermentasi yaitu proses perombakan struktur secara fisik, kimia dan biologi sehingga bahan dari struktur yang kompleks menjadi sederhana, sehingga daya cerna ternak menjadi lebih efisien (Nista, 2007). Keberhasilan suatu proses fermentasi agar memperoleh produk yang lebih baik dan berkualitas berkaitan erat dengan cara melakukan pengolahan. Salah satu mikroorganisme digunakan dalam proses fermentasi adalah *A. niger*. Kapang *A. niger* merupakan salah satu jenis mikroorganisme selulolitik yang dapat mendegradasi serat kasar. *A. niger* pada proses fermentasi akan menghasilkan enzim ekstraseluler seperti amilase, amiloglukosidase dan selulase. Menurut Fardiaz (1992) bahwa *A. niger* memerlukan karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhannya, dimana molekul-molekul sederhana seperti gula yang terlarut dapat diserap langsung oleh hifa, sedangkan polimer-polimer seperti pati atau selulosa harus dipecah dahuluy oleh enzim-enzim ekstraseluler yang dihasilkan *A. niger* menjadi molekul yang lebih sederhana sebelum diserap kedalam sel.

Fermentasi menggunakan *A. niger* diharapkan dapat meningkatkan kadar *Volatile Fatty Acid* (VFA) dan NH_3 . *A. niger* menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa serta mendepolimerisasi selulosa menjadi senyawa lebih sederhana agar mudah dicerna oleh mikrobia rumen. Pakan yang mudah

difermentasi akan meningkatkan aktivitas mikrobia rumen sehingga dapat meningkatkan VFA dan NH₃. Protein di dalam rumen akan didegradasi menjadi asam amino selanjutnya mengalami deaminasi menghasilkan amonia (NH₃) dan asam α keto. Hasil deaminasi yang berupa asam α keto akan diubah menjadi VFA (Prawirokusumo, 1994). Soebarinoto *et al.* (1991) menyatakan bahwa VFA merupakan hasil fermentasi karbohidrat pakan. NH₃ merupakan sumber nitrogen terbesar digunakan untuk sintesis protein mikroorganisme (Tillman *et al.*, 1998). VFA dan NH₃ digunakan untuk sintesis protein bagi mikrobia rumen.

Tujuan penelitian adalah mengetahui dan mengkaji pengaruh aras dan lama pemeraman fermentasi limbah dan hasil samping pertanian dengan *A. niger* terhadap kadar VFA dan NH₃ secara *in vitro*. Manfaat dari penelitian dapat memberikan informasi mengenai aras dan lama pemeraman pakan sapi potong berbasis limbah dan hasil samping pertanian yang difermentasi dengan *A. niger* terhadap VFA dan NH₃ yang terbaik secara *in vitro*. Hipotesis dari penelitian adalah fermentasi limbah pertanian dan hasil samping pertanian menggunakan *A. niger* pada level starter dan lama pemeraman yang berbeda akan meningkatkan kadar VFA dan NH₃ pakan sapi potong secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan selama bulan Maret sampai April 2012 di Laboratorium Teknologi Makanan Ternak, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.

Materi

Materi yang digunakan adalah jerami jagung, jerami padi, onggok, dedak padi, ampas brem, ampas tahu, *A. niger*, cairan rumen, gula, NPK, Urea, akuades, kertas, PH kertas, alkohol 96%, air, serta bahan yang digunakan dalam analisis VFA dan NH₃ secara *in vitro*. Alat yang digunakan diantaranya *disk mill*, arit, timbangan dan nampan, serta peralatan yang digunakan dalam analisis VFA dan NH₃ secara *in vitro*.

Metode

Tahap persiapan

Tahap persiapan dilakukan dengan menyusun formula pakan dengan metode *trial and error*. Langkah selanjutnya mengambil sampel (jerami padi, jerami jagung, dedak, ampas brem, onggok dan ampas tahu) dikeringkan dengan bantuan sinar matahari kemudian dihaluskan menggunakan *disk mill* yang mempunyai saringan 0,9 mm, setelah naham pakan halus kemudian menyiapkan bubuk *A. niger* produk Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian (STPP) Magelang.

Tahap fermentasi

Aktifasi *A. niger* sebagai starter yaitu dengan cara menyiapkan aquades sebanyak 2 liter kemudian memasukkan larutan gula pasir 1% (20 gr), urea 1% (20 gr), NPK 1% (20 gr) lalu memasukkan bibit *A. niger* kedalam larutan dan aduk sampai rata larutan menggunakan aerator dengan lama waktu 24-36 jam; menimbang pakan yang akan difermentasi kemudian memasukkannya ke dalam botol nescafe yang telah dioven pada suhu 110⁰C selama 1 jam supaya steril lalu di *autoklaf* selama 30 menit dan untuk perhitungan waktu 30 menit dimulai semenjak termometer pada *autoklaf* menunjuk 121⁰C. Tahap fermentasi dilakukan mencampur pakan yang telah di*autoklaf* kedalam baskom dengan menambahkan air hangat untuk mendapatkan kadar air 60% kemudian menyemprotkan bibit *A. niger* yang sudah diaktifasi sebanyak 0, 2, 4 dan 6% dari BK pakan; cara penyemprotannya adalah meletakkan pakan secara bertahap pada nampan lalu menyiramkan larutan starter dengan menggunakan *sprayer* secara merata kemudian menutup pakan dengan kertas tujuannya untuk menjaga kelembapan, stabilitas suhu sekaligus mencegah penguapan dan mengurangi masuknya mikroba pencemar dari udara kemudian diperam selama 0, 7, 14 dan 21 hari.

Tahap analisis Laboratorium.

Metode dalam pengukuran VFA dan NH₃. Pengukuran *in vitro* menggunakan metode Tilley dan Terry yang disitasi oleh Harris (1970). Pengukuran VFA menggunakan teknik penyulingan uap dan pengukuran NH₃ menggunakan teknik mikrodifusi Conway

Tahap analisis data.

Penelitian menggunakan rancangan percobaan rancangan acak lengkap (RAL) dengan pola faktorial 4 x 4 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah aras *A. niger* (T₀, T₁, T₂, T₃) masing – masing (0, 2, 4, 6% dari BK). Faktor kedua adalah lama pemeraman (B₀, B₁, B₂, B₃) masing – masing (0, 7, 14, dan 21 hari). Data dianalisis menggunakan analisis ragam, hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh nyata (p<0,05) maka untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan (Sastrosupadi, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar VFA Pakan Asal Limbah dan Hasil Samping Pertanian

Data dan hasil penelitian mengenai kadar VFA dapat dilihat pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata kadar VFA pakan fermentasi asal limbah dan hasil samping pertanian berkisar 76,67 sampai 126,67 mM dengan nilai tengah rata-rata 103,55mM. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi antara aras *A. niger* dan lama pemeraman fermentasi pakan terhadap kadar VFA.

Tabel 1. Pengaruh Perbedaan Aras *A. niger* dan Lama Pemeraman Pakan Berbasis Limbah dan Hasil Samping Pertanian terhadap Kadar VFA Secara *In vitro*

Aras <i>A. niger</i> (T)	Lama Pemeraman (B)				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
	----- (mM) -----				
T0	76,67	100	110	106,67	98,33 ^b
T2	80	100	116,67	113,33	102,5 ^{ab}
T4	96,67	110	126,67	110	110,83 ^a
T6	93,33	103	116,67	100	103,33 ^{ab}
Rerata	86,67 ^c	103,33 ^b	117,5 ^a	107,5 ^b	103,33

*Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom rerata menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata ($P < 0,05$).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan aras *A. niger* dan lama pemeraman pada fermentasi pakan berbasis limbah dan hasil samping pertanian tidak menunjukkan interaksi secara nyata ($p > 0,05$) terhadap peningkatan kadar VFA, tetapi masing – masing perlakuan penambahan aras *A. niger* dan perbedaan lama pemeraman memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar VFA.

Hasil uji wilayah Duncan pada perlakuan starter bahwa pada perlakuan T0 berbeda nyata lebih rendah ($p < 0,05$) dengan T4, tetapi tidak berbeda nyata dengan T2 dan T6. T2 tidak berbeda nyata dengan T0, T4, T6. Hal ini diduga disebabkan oleh peningkatan jumlah *A. niger* sehingga kemampuan mendegradasi selulosa lebih tinggi. *A. niger* dapat menghasilkan enzim selulase yang dapat mendegradasi selulosa (Berka *et al.*, 1992). Menurut penelitian Hardiyanti (2006) pada fermentasi ampas sagu menjelaskan bahwa peningkatan jumlah aras sampai 4% dapat meningkatkan proses degradasi terhadap selulosa.

Hasil uji wilayah Duncan pada perlakuan lama pemeraman bahwa pada perlakuan B0 berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dibandingkan B1, B2, B3. B1 berbeda nyata lebih dari B0 dan B2, tetapi tidak berbeda nyata dengan B3. Hal ini disebabkan oleh *A. niger* memerlukan waktu tumbuh untuk dapat mendegradasi komponen pakan. *A. niger* termasuk kapang (Makfoeld, 1993). Pertumbuhan kapang mengalami beberapa fase yaitu fase adaptasi, fase pertumbuhan awal, fase pertumbuhan logaritmik, dan fase menuju kematian, serta fase kematian (Fardiaz, 1992).

Kadar VFA meningkat sampai taraf 4% seiring dengan peningkatan lama pemeraman. Hal ini disebabkan karena aktivitas enzim yang dihasilkan oleh *A. niger* akan meningkat. Menurut pendapat Sugiyono (2008) menyatakan bahwa *A. niger* mampu menghasilkan enzim yang mampu memecah selulosa menjadi glukosa. Enzim selulase merupakan enzim kompleks yang bekerja untuk memecah selulosa menjadi glukosa, selanjutnya glukosa yang dihasilkan dari substrat akan digunakan sebagai sumber karbon dan energi karena glukosa merupakan sumber karbon terpenting bagi kebutuhan hidup ternak.

Kadar NH₃ Pakan Asal Limbah dan Hasil Samping Pertanian

Hasil penelitian mengenai kadar NH₃ dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata kadar NH₃ pakan fermentasi asal limbah dan hasil samping pertanian berkisar 3,10 mM sampai 5,19 mM dengan nilai tengah rata-rata 3,94 mM Hasil penelitian menunjukkan tidak ada interaksi antara aras *A. niger* dan lama pemeraman fermentasi pakan terhadap kadar NH₃.

Tabel 2. Pengaruh Perbedaan Aras *A. niger* dan Lama Pemeraman Pakan Berbasis Limbah dan Hasil Samping Pertanian Terhadap Kadar NH₃ Secara *In vitro*

Aras <i>A. niger</i> (T)	Lama Pemeraman (B)				Rerata
	B0	B1	B2	B3	
	------(mM)-----				
T0	3,10	3,56	4,13	3,98	3,69 ^c
T2	3,49	3,83	4,59	4,00	3,98 ^b
T4	3,74	4,00	5,19	4,13	4,26 ^a
T6	3,32	3,56	4,53	3,61	3,76 ^{bc}
Rerata	3,41 ^c	3,74 ^b	4,61 ^a	3,93 ^b	

*Superskrip yang berbeda pada baris dan kolom rerata menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata (P<0,05).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan aras *A. niger* dan lama pemeraman pada fermentasi pakan berbasis limbah dan hasil samping pertanian tidak menunjukkan adanya interaksi secara nyata (p>0,5) terhadap peningkatan kadar NH₃, tetapi masing – masing kedua perlakuan aras *A. niger* dan lama pemeraman memberikan pengaruh nyata (p<0,05) terhadap peningkatan kadar NH₃.

Hasil uji wilayah Duncan pada perlakuan starter bahwa pada perlakuan T0 berbeda nyata lebih rendah di dibandingkan dengan T2 dan T4, tetapi tidak berbeda nyata dengan T6. T2 berbeda nyata dengan T4. Produksi NH₃ tertinggi pada perlakuan aras T4 (aras *A. niger* 4%) yaitu sebesar 4,26 mM. Peningkatan jumlah aras *A. niger* aktivitas fermentasi meningkat sehingga degradasi protein meningkatkan VFA dan amonia. Hal ini sesuai dengan pendapat Arora (1995) yang menyatakan bahwa kadar NH₃ selain ditentukan oleh kandungan PK juga dipengaruhi oleh degradabilitas PK. Peningkatan produksi NH₃ diduga menyebabkan terjadinya perombakan kembali sebagian senyawa-senyawa bernitrogen yang telah dapat dibentuk *A. niger* (Aryogi dan Umiyasih, 2001). Peningkatan produksi NH₃ dapat terjadi karena adanya peningkatan level starter *A. niger*. Hal ini disebabkan karena variasi penambahan aras *A. niger* pada setiap perlakuan. Peningkatan jumlah aras *A. niger* menyebabkan peningkatan kadar protein kasar. Menurut pendapat Iskandar (2009) bahwa *A. niger* merupakan protein sel tunggal (kapang) yang mengandung protein tinggi. Peningkatan kadar protein kasar pakan fermentasi akan menambah sumber N bagi pembentukan amonia.

Hasil uji wilayah Duncan pada perlakuan lama pemeraman bahwa pada perlakuan B0 berbeda nyata dengan B1, B2, dan B3. B1 tidak berbeda nyata dengan B3. Semakin lama pemeraman maka karbohidrat sebagai sumber energi akan semakin banyak digunakan oleh aras *Aspergillus niger*, sehingga pada perlakuan B3 mengalami penurunan kadar NH₃. Hal ini sesuai dengan pendapat Liyani (2005) yang menyatakan bahwa waktu fermentasi yang lebih lama akan menyebabkan komponen (karbon, nitrogen, dan mineral) yang digunakan aras *A. niger* untuk pertumbuhan akan berkurang, sehingga kapang tersebut akan merombak dirinya sendiri salah satunya protein yang digunakan sebagai sumber energi.

Protein kasar mulai menurun pada B3. Arora (1995) menjelaskan protein pakan yang masuk kedalam rumen akan mengalami degradasi oleh enzim protease menjadi oligopeptida yang dimanfaatkan sebagian kecil oleh mikroorganisme. Oligopeptida dihidrolisis menjadi asam amino. Asam amino yang terbentuk sebagian digunakan oleh mikroorganisme rumen untuk membentuk protein tubuhnya. Kadar NH₃ rumen akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan PK.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak adanya interaksi antara kombinasi perlakuan aras *A. niger* dan lama pemeraman pada fermentasi pakan berbasis limbah dan hasil samping pertanian terhadap VFA dan NH₃. Masing – masing penambahan aras *A. niger* dapat meningkatkan kadar VFA dan NH₃ tertinggi pada perlakuan T4 (aras *A. niger* 4%). Masing – masing peningkatan lama peram dapat meningkatkan kadar VFA dan NH₃ tertinggi pada perlakuan B2 (Lama pemeraman 14 hari).

DAFTAR PUSTAKA.

- Arora, S. P. 1995. Pencernaan Mikrobial pada Ruminansia. Cetakan Kedua. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh R. Muwarni).
- Aryogi dan U. Umiasih. 2001. Kandungan dan Nilai Kecernaan *In vitro* Bahan Kering, Bahan Organik dan Protein Kasar Cassapro dengan Lama Fermentasi yang Berbeda. Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian, Grati, Pasuruan
- Biro Pusat Statistik. 2010. Wonogiri dalam Angka. Biro Pusat Statistik. Semarang.
- Berca, R. M., N. D. Coleman dan M. Ward. 1992. Industrial Enzyme From *Aspergillus* Species. Dalam: J.W. Bennet dan M.A. Klich (Editors). *Aspergillus: Biology and Industrial Application*. Butterworth Hennemann, Wellington. 178-180.
- Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. Cetakan Pertama. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Guntoro, S. 2008. Membuat Pakan Ternak dari Limbah Perkebunan. Agomedia Pustaka, Jakarta.
- Hardiyanti, F. M. 2006. Pengaruh Perbedaan Aras *A. niger* dan Lama Pemeraman Ampas sagu Terhadap kadar VFA dan NH₃ Secara *In vitro*. Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro. Semarang. Skripsi.
- Haris, L. E. 1970. Nutrition Research Technique for Domestic and Wild Animal Volume 1. Utah State University Logan, Utah.
- Iskandar, B.M.T. 2009. Kajian perbedaan aras dan lama pemeraman fermentasi ampas sagu dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan protein kasar dan serat kasar. Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan. Fakultas Peternakan, Universitas Diponegoro, Semarang 20 Mei 2009, Hal: 235-243.
- Liyani, I. 2005. Pengaruh Perbedaan Lama Peram Fermentasi Ampas Sagu (*Metoxylon sp*) Menggunakan *A. niger* Terhadap Komponen Proksimat. Skripsi. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Makfoeld, D. 1993. Mikotoksin Pangan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- McDonald, P., R. A. Edwards, J. F. D. Greenhalgh and C. A. Morgan. 2002. Animal Nutrition. 6th Ed. Pratince Hall, London.
- Nista, D.,H. Natalia, A. Taufik. 2007. Teknologi Pengolahan Pakan Sapi. Balai Pembibitan Ternak Unggul Sapi Dwiguna dan Ayam, Sumbawa. (Diakses tanggal 1 April 2012).
- Prawirokusumo, S. 1994. Ilmu Gizi Komparatif. Edisi Pertama. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sugiyono. 2008. Kadar protein dan serat kasar ampas sagu (*metroxylon sp*) terfermentasi dengan lama pemeraman yang berbeda. UNDARIS, Ungaran. Jurnal Ilmiah Inkoma 19 (1) : 11-22
- Suprihatno. 2010. Dekskripsi Varietas Padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Sastrosupadi, A. 1995. Rancangan Percobaan Praktis untuk Bidang Pertanian Cetakan Pertama. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Soebarinoto, S. Chuzaemi dan Mashudi. 1991. Ilmu Gizi Ruminansia, Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang. (Tidak diterbitkan).
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Prawirokusumo, S. Reksohadiprodjo dan S. Lebdoesoekojo. 1998. Ilmu Makanan Ternak Dasar. Cetakan Keenam Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.