

Pengaruh Lama Hidrolisis Bonggol Pisang Dengan Filtrat Abu Sekam Padi (Fasp) Terhadap Kecernaan Bahan Kering, Kecernaan Bahan Organik Dan Konsentrasi Vfa Dan Nh₃

Marts T. Herewila, I G. Ng Jelantik, Imanuel Benu

Fakultas Peternakan, Universitas Nusa Cendana, Jln. Adisucipto Kampus Baru Penfui Kupang

e-mail: martstherewila@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama hidrolisis bonggol pisang dengan filtrat abu sekam padi (FASP) terhadap kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, konsentrasi VFA, dan konsentrasi NH₃. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang dimaksud adalah R₀ : Bonggol pisang tanpa hidrolisis sebagai kontrol, R₁ : Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 1 minggu, R₂ : Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 2 minggu, R₃ : Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 3 minggu. Parameter yang diamati adalah kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, konsentrasi VFA, dan konsentrasi NH₃. Hasil analisis statistik menunjukan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organik, konsentrasi VFA dan konsentrasi NH₃. Dapat disimpulkan bahwa lama hidrolisis bonggol pisang dengan filtrat abu sekam padi (FASP) meningkatkan Kecernaan bahan kering, Kecernaan bahan organik, Konsentrasi VFA dan konsentrasi NH₃ dan peningkatan dicapai pada lama hidrolisis selama 3 minggu.

Kata kunci: Bonggol Pisang, Hidrolisis, FASP, Kecernaan *In Vitro*

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of long hydrolysis of banana excrescence with ash rice husk of filtrate on dry and organic matter digestibility, VFA concentration, and NH₃ concentration. This experiment followed a Random Design Complete with four treatments and 3 replicates, i.e. R₀: Excrescence banana without hydrolysis, R₁: a week hydrolysis of banana excrescence and 20% ash rice husks of filtrate, R₂: two weeks hydrolysis of banana excrescence and 20% ash rice husks of filtrate, R₃: three weeks hydrolysis of banana excrescence and 20% ash rice husks of filtrate. The measured variables included dry and organic matter digestibility, VFA concentration and NH₃ concentration. Result showed treatments significant effect ($P<0.05$) on dry and organic matter digestibility, VFA and NH₃ concentration. It can be concluded the long hydrolysis of banana excrescence with ash rice husks of filtrate can increase dry and organic matter digestibility, VFA and NH₃ concentration.

Keywords: Banana weevil, Hydrolysis, FASP, In Vitro Digestion.

PENDAHULUAN

Tanaman pisang (*Musa Sp*) merupakan tanaman yang berasal dari Asia Tenggara yang kini sudah tersebar luas ke seluruh dunia termasuk Indonesia. Tanaman pisang tersebar mulai dari dataran rendah sampai dataran tinggi, baik yang dibudidayakan di lahan khusus maupun ditanam sembarangan di kebun atau di halaman. Semua bagian tanaman pisang mulai dari akar sampai daun memiliki banyak manfaat, terutama yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah buahnya. Selain buahnya, bagian tanaman yang lain seperti bonggol, daun, batang dan jantungnya juga dapat dimanfaatkan. Tetapi dari seluruh bagian tanaman pisang, buah pisang dan daun pisanglah yang banyak dimanfaatkan oleh masyarakat, sedangkan bagian tanaman pisang yang lain, yaitu jantung, batang, kulit buah, dan bonggol pisang jarang

dimanfaatkan dan dibuang begitu saja menjadi limbah pisang (Rukmana, 2001).

Bonggol pisang atau batang pisang bagian bawah merupakan limbah tanaman pisang yang belum dimanfaatkan secara optimal. Bonggol pisang mengandung gizi yang cukup tinggi, dalam setiap 100 gram bonggol pisang basah terkandung 43,0 kalori, 0,36 g protein, 11,60 g karbohidrat, 86,0 g air, beberapa mineral seperti Ca, P dan Fe, vitamin B1 dan C, serta bebas kandungan lemak (Rukmana, 2001).

Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengolah pakan yang bersumber dari limbah seperti bonggol pisang adalah dengan pengolahan secara alkali menggunakan bahan kimia organik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemeraman dengan alkali pada bahan pakan yang mengandung lignin tinggi mampu meningkatkan kecernaan bahan

pakan tersebut dan memberikan efek yang positif bagi ternak ruminansia (Pigden dan Heaney, 1978). Sumber alkali cukup banyak tersedia di lingkungan sekitar peternak adalah filtrat abu sekampadi (FASP). FASP menunjukkan indikasi adanya potensi mineral kalium pada tanaman padi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber alkali (KOH) dengan tingkat kebasaan pada larutan abu sekam padi yang cukup tinggi (pH 8,2) (Darmawan *et al.*, 2014).

Menurut Sutardi (1983), selain pH 8,2 FASP juga mengandung oksida basa yang dicapai pada tingkat konsentrasi 10%. Hal ini memberi harapan untuk memanfaatkan potensi alkali alamiah ini untuk perbaikan kualitas batang pisang dan bonggol pisang. Melalui proses hidrolisis ini diharapkan anti nutrisi batang pisang tereliminasi, sehingga proses pencernaan dalam rumen dapat berjalan dengan baik.

Sutardi (1979), menyatakan bahwa kecernaan bahan kering dipengaruhi oleh kandungan protein pakan, karena setiap sumber protein memiliki

kelarutan dan ketahanan degradasi yang berbeda-beda. Kecernaan bahan organik merupakan faktor penting yang dapat menentukan nilai pakan. Setiap jenis ternak ruminansia memiliki mikroba rumen dengan kemampuan yang berbeda-beda dalam mendegradasi ransum, sehingga mengakibatkan perbedaan kecernaan. Pada ternak ruminansia untuk mensintesis protein mikroba yang optimal diperlukan keseimbangan energi VFA dan N dalam bentuk N-NH₃. Kekurangan salah satu unsur ini dapat menghambat pertumbuhan mikroba rumen. Protein yang ada didalam rumen akan mengalami perombakan/degradasi menjadi amonia oleh enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroba rumen.

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama hidrolisis bonggol pisang dengan filtrat abu sekam padi (FASP) terhadap kecernaan bahan kering, bahan organik, konsentrasi VFA dan NH₃.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Pakan Fakultas Peternakan Undana selama 10 minggu. Kegiatan penelitian terbagi dalam tiga tahapan, yaitu 2 minggu tahap persiapan bahan berupa bonggol pisang dan abu sekam padi, 3 minggu tahap pelaksanaan penelitian dan pemeraman (hidrolisis) substrat, serta 5 minggu tahap analisis laboratorium sampel. Bahan penelitian yang digunakan adalah bonggol pisang yang telah dicacah dan dikeringkan serta sekam padi untuk pembuatan filtrat abu sekam padi (FASP). Alat-alat dan perlengkapan lainnya yang digunakan adalah timbangan elektrik untuk menimbang bahan substrat dan abu, drum untuk membakar sekam padi, ember plastik untuk merendam abu sekam padi, jerigen untuk menampung FASP, kain blaco untuk menyaring FASP, toples plastik sebagai pengganti silo (untuk pemeraman substrat), dan pH meter.

Metode penelitian

Kecernaan Bahan Organik(KcBO)

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Adapun perlakuan tersebut adalah:

H₀ = Bonggol pisang tanpa hidrolisis sebagai control

H₁ = Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 1 minggu

H₂ = Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 2 minggu

H₃ = Bonggol pisang hidrolisis FASP 20% 3 minggu

Parameter yang diukur

Kecernaan Bahan Kering(KcBK)

% KcBK

$$= \frac{\text{BK sampel (g)} - \text{BK residu (g)} - \text{BK blanko (g)}}{\text{BK sampel (g)}} \times 100\%$$

% KcBO

$$= \frac{\text{BO sampel (g)} - \text{BO residu (g)} - \text{BO blanko (g)}}{\text{BO sampel (g)}} \times 100\%$$

Konsentrasi Volatile Fatty Acid (VFA) In Vitro

Konsentrasi VFA dihitung menggunakan rumus: dimana:

A = Volume HCl blanko pereaksi
(hanya H_2SO_4 dan NaOH saja tanpa sampel).

B = Volume HCl sampel

Konsentrasi NH₃ (In Vitro)

Konsentrasi NH₃ dihitung dengan rumus:

$$N\ NH_3 = \frac{mlH_2SO_4 \times NH_2SO_4}{g\ sampel \times BK\ sampel} \times 100$$

Analisis Data

Data yang diperoleh dihitung rata-rata dan dianalisis dengan *analysis of variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Uji Duncan dengan bantuan *software SPSS 25 for windows*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kecernaan Bahan Kering(KcBK)

Pentingnya pengukuran kecernaan merupakan salah satu cara untuk menentukan nilai pakan atau tingginya nilai kecernaan suatu bahan pakan. Semakin tinggi nilai kecernaan suatu bahan pakan, makin besar zat-zat makanan yang diserap (Tillman *et al.*, 1984).

Tabel 1. Rataan Nilai KcBK, KcBO, VFA, NH₃

Parameter	Perlakuan				SEM	P-Value
	H ₀	H ₁	H ₂	H ₃		
KcBK (%)	55,803 ^a	57,043 ^b	57,707 ^b	59,150 ^c	0,343	0,003
KcBO (%)	48,453 ^a	50,187 ^b	50,447 ^b	51,777 ^b	0,450	0,012
VFA (mM)	77,380 ^a	95,653 ^a	118,007 ^b	123,270 ^b	6,107	0,006
NH ₃ (mM)	4,167 ^a	4,613 ^{ab}	5,397 ^{bc}	6,013 ^c	0,284	0,015

Ket: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh nyata ($P<0,05$).

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa hidrolisis bonggol pisang dengan filtrat abu sekam padi (FASP) memberikan pengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap kecernaan bahan kering. Hasil uji Duncan pada penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kecernaan bahan kering, dengan demikian lamanya waktu hidrolisis bonggol pisang dengan penambahan filtrat abu sekam padi dapat meningkatkan kecernaan bahan kering dari 55,8% pada perlakuan kontrol (H₀) menjadi berturut-turut 57,04% (H₁), 57,7% (H₂), dan 59,15% (H₃). Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Wijaya (2007) yang melaporkan adanya peningkatan kecernaan isi rumen akibat penambahan filtrat abu sekam padi pada konsentrasi 30%. Selanjutnya hasil penelitian Yuliarto *et al.* (2015) yang melaporkan adanya peningkatan rataan nilai kecernaan bahan kering batang pisang dari 54,76% menjadi 64,48% akibat penambahan FASP.

Peningkatan ini dapat disebabkan oleh penambahan filtrat abu sekam padi (FASP) yang diduga dapat melonggarkan ikatan serat sehingga

memudahkan penetrasi (perombakan) mikroba untuk meningkatkan kecernaan. Abu sekam padi banyak mengandung mineral alkali (Ca, Mg, Na, dan K) (Houston, 1972). Menurut Komar (1984) bahwa sifat alkali dalam FASP menyebabkan aksi dalam mengolah pakan yang mengandung lignin tinggi, yaitu pemutusan sebagian ikatan ester antara selulosa dan hemiselulosa dengan lignin dan silika, serta perombakan struktur dinding sel melalui pengembangan jaringan serat yang akhirnya memudahkan penetrasi molekul enzimmikroba.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Kecernaan Bahan Organik (KcBO)

Kecernaan bahan organic (KcBO) dalam saluran pencernaan ternak meliputi kecernaan zat-zat pakan berupa komponen bahan organik seperti karbohidrat, protein, lemak, dan vitamin. Bahan organik merupakan bahan kering yang telah dikurangi abu. Kecernaan bahan organik yang tinggi menunjukkan bahwa sifat fermentabilitas bahan tersebut tinggi pula. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kecernaan bahan organik. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan adanya peningkatan terhadap nilai kecernaan bahan organik dari 48,453% pada perlakuan kontrol (H_0) menjadi berturut-turut 50,187 (H_1), 50,447 (H_2), dan 51,777 (H_3). Hal ini membuktikan bahwa bonggol pisang yang dihidrolisis dengan FASP dengan lama waktu hidrolisis yang berbeda meningkatkan KcBO. Peningkatan kecernaan bahan organik dalam penelitian ini diduga disebabkan karena adanya pengaruh hidrolisis dengan penggunaan FASP yang akan menyebabkan perenggangan terhadap ikatan lignoselulosa dan lignohemiselulosa pada bonggol pisang, sehingga berakibat pada peningkatan kecernaan bahan organik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Pigden dan Heaney (1978) bahwa pemerasan dengan alkali pada bahan pakan yang mengandung lignin tinggi mampu meningkatkan kecernaan bahan pakan tersebut dan memberikan efek yang positif bagi ternak ruminansia. Selanjutnya Ibrahim, (1982) menyatakan bahwa kelarutan lignin atau kelompok fenol dan bagian dinding sel lain terutama hemiselulosa akan meningkat ketika diberi perlakuan dengan alkali. Perlakuan alkali merupakan proses delignifikasi (proses penghilangan lignin) dengan cara memutuskan ikatan ester antara lignin dengan selulosa dan hemiselulosa serta pembengkakan selulosasehingga menurunkan kristalinitasnya.

Peningkatan nilai KcBO dalam penelitian ini sejalan dengan peningkatan nilai KcBK. Menurut Wilkins dan Grimes (1966) bahwa kecernaan bahan kering memiliki korelasi positif terhadap kecernaan bahan organik. Selanjutnya Tilman *et al.* (1984) menyatakan bahwa bahan organik merupakan komponen dari bahan kering, sehingga faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kecernaan bahan kering akan mempengaruhi tinggi rendahnya kecernaan bahan organik dalam suatu bahan pakan. menurut Sutardi, (1980) bahwa nilai kecernaan bahan organik suatu pakan ikut menentukan kualitas pakan.

Pengaruh Perlakuan Terhadap

Konsentrasi VFA

Pakan yang masuk kedalam rumen difermentasi untuk menghasilkan produk utama berupa VFA, sel-sel mikroba, gas metan, dan CO₂. *Volatile Fatty Acid* (VFA) hasil proses fermentasi di dalam rumen merupakan sumber energi utama bagi ternak ruminansia. VFA dalam rumen utamanya diproduksi dari hasil perombakan karbohidrat oleh mikroba rumen. Karbohidrat yang masuk ke dalam rumen ternak akan megalami proses degradasi oleh mikroba rumen menjadi monosakarida yang kemudian diubah menjadi piruvat melalui lintasan glikolitik Embden- Meyerhof (Russen dan Hesfel, 1981). Piruvat selanjutnya akan diubah oleh mikroorganisme intraseluler menjadi asam lemak terbang (VFA). Produksi VFA rumen sangat berkaitan dengan tersedianya energi untuk induk semang. VFA merupakan hasil akhir dari pencernaan karbohidrat dalam rumen.

Hasil analisis statistik (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat nyata ($P<0,01$) terhadap konsentrasi VFA. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan adanya peningkatan terhadap nilai VFA dari 77,380 mM pada perlakuan kontrol (H_0) menjadi berturut-turut 95,653 mM (H_1), 118,007 mM (H_2), dan 123,270 (H_3). Sutardi, (1983) menyatakan bahwa konsentrasi optimum yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan mikroba berkisar antara 80-160mM.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin lama waktu hidrolisis menggunakan FASP maka semakin meningkat konsentrasi VFA dalam rumen. Hal ini sejalan dengan hipotesis yang dibangun bahwa hidrolisis FASP mampu memecah ikatan lignin pada bonggol pisang sehingga produksi enzim selulase dan hemiselulase meningkat untuk mencerna pakan berserat seperti bonggol pisang yang diikuti dengan meningkatnya kecernaan serat kasar, sehingga tersedia kerangka karbon dan energi, dengan tambahan ketersediaan sumber nitrogen yang cukup sehingga dapat mengoptimalkan sintesis mikroorganisme yang tercermin dari totalVFA.

Peningkatan konsentrasi VFA disebabkan karena semakin lama waktu hidrolisis dengan FASP menyebabkan semakin tinggi pula jumlah karbohidrat yang tersedia sebagai akibat dari renggangnya ikatan lignin pada substrat bonggol pisang hasil hidrolisis yang selanjutnya dikonversinya menjadi gula-gula sederhana berupa asam organik (asam asetat, asam propionat dan asam butirat) sehingga kandungan karbohidrat (CHO) dan BETN sebagai sumber energi dan kerangka karbon (C) meningkat yang mempengaruhi kadar VFA rumen. Hal ini sejalan dengan pernyataan Houston, (1972) bahwa alkali memiliki sifat yang

menguntungkan dalam melarutkan lignin dengan selulosa dan hemiselulosa yang sangat dibutuhkan oleh mikroba rumen sebagai energi dan pembentukan *Volatile Fatty Acid* (VFA) dalam rumen yang diperuntukan sebagai sumber energi utama bagi ruminansia. Menurut Hartati (1998), peningkatan produksi VFA dapat mengindikasikan kemudahan suatu nutrien dalam pakan terutama karbohidrat dan protein didegradasi oleh mikroba rumen, sehingga produksi VFA di dalam rumen dapat digunakan sebagai tolak ukur fermentabilitas pakan yang berkaitan erat dengan aktivitas dan populasi mikroba rumen.

Pengaruh Perlakuan Terhadap Konsentrasi NH₃

Amonia atau NH₃ merupakan produk utama dari proses deaminasi asam amino. Produksi amonia tergantung pada kelarutan protein ransum, jumlah protein ransum dan lamanya pakan berada dalam rumen (Orskov *et al.*, 1988). Amonia dapat bersumber dari peptida, asam amino dan material nitrogen terlarut lainnya. Konsentrasi amonia dalam rumen merupakan penentu bagi keefesienan fermentasi pakan dalam rumen. Prihardono (2001) menjelaskan bahwa konsentrasi amonia mencerminkan jumlah protein ransum yang banyak di dalam rumen dan nilainya sangat dipengaruhi oleh kemampuan mikroba rumen dalam mendegradasi protein ransum.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan mempunyai pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap konsentrasi NH₃. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan adanya peningkatan terhadap nilai NH₃ dari 4,167 mM pada perlakuan kontrol (H_0) menjadi

berturut-turut 4,613 mM (H_1), 5,397 mM (H_2), dan 6,013 (H_3). Menurut Preston and Leng (1987) menyatakan bahwa pertumbuhan mikroba rumen yang optimal, konsentrasi amonia dalam rumen berkisar 3.4-11mM.

Peningkatan konsentrasi NH₃ dalam penelitian ini diduga akibat lama waktu hidrolisis batang pisang dengan penambahan FASP mampu meningkatkan kandungan protein kasar (Tabel 1) sehingga konsentrasi NH₃ juga meningkat sebagai akibat dari degradasi protein tersebut. Hal ini sejalan dengan pernyataan Moante *et al.* (2004) bahwa konsentrasi NH₃ juga ditentukan oleh tingkat protein pakan yang dikonsumsi, derajat degradabilitasnya, lama pakan dalam rumen dan pH rumen. Menurut Satter and Slyter (1974), jika pakan memiliki kandungan protein tinggi yang lolos degradasi, maka konsentrasi NH₃ rumen akan rendah dan pertumbuhan mikroba rumen akan lambat. Konsentrasi amonia yang rendah akan mempengaruhi produksi mikroba rumen karena mikroba rumen setelah mendegradasikan protein bahan pakan yang masuk dalam rumen menjadi NH₃ selanjutnya mikroba akan menggunakan NH₃ tersebut untuk kebutuhannya. Apabila degradasi protein lebih cepat dari sintesis protein mikroba, maka NH₃ akan mengalami akumulasi dan melebihi konsentrasi optimumnya. Oleh karena itu, konsentrasi NH₃ cairan rumen tergantung pada jumlah dan sifat protein bahan pakan yang dikonsumsi

.KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrolisis bonggol pisang dengan filtrat abu sekam padi (FASP) meningkatkan kecernaan bahan kering, kecernaan bahan organic, konsentrasi VFA, dan NH₃.

Peningkatan dicapai pada lama hidrolisis 3 minggu. Diperlukan penelitian lanjutan yang langsung di terapkan pada ternak ruminansia.

DAFTAR PUSTAKA

Darmawan AL, Irawan A, Dhalika T, Tarmidi AR, Mansyur, Budiman A, Kamil KA, study on *in vitro* digestibility of soaked palm oil fiber by filtrated palm oil fruitbunch ash. Majalah Ilmiah Peternakan.Vol.17 No. 1.p1-3.

Hernaman I. 2014. The

Program Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Houston DF. 1972. Rice Chemistry and Technology, American Association Of Cereal “Chemist Inc. St. Paul, Minnesota.

Ibrahim MNM. 1982. Physical, Chemical, Physico-Chemical and Biological

Hartati E. 1998. Suplementasi minyak lemuju dan seng ke dalam ransum yang mengandung silase pod kakao dan urea untuk memacu pertumbuhan sapi Holstein jantan. Disertasi.

- Treatments of Crop Residues. 1st Annual Workshop of the AFAR Research Network, 3-7 May, Malaysia. 53-64.
- Komar A. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami Sebagai Makanan Ternak. Dian Grahita. Indonesia. Bandung.
- Moante PJ, Chalupa W, Jenkins TG, Boston RC. 2004. A Model to describe ruminal metabolism and intestinal absorption of long chain fatty acids. *Anim. Feed Sci. Technol.* 112:79-105.
- Orskov ER, Ojwang J, Reid GW. 1988. A study of consistency of difference between cows in rumen out flow rate of fibrous particles and other substrates and consequence for digestibility and intake of roughages. *Anim. Prod.* 4(7): 45– 51.
- Pigden WJ, Heaney DP. 1978. Lignosellulose in Ruminant Nutrition. In R.G Could (Ed) Advances in Chemistry Series. American Chemical Society Publications, USA.
- Preston TR, Leng RA. 1987. Matching Ruminant Production System With Available Resources in TheTropics. Penabul Books. Armidale.
- Prihandono R. 2001. Pengaruh suplementasi probiotik bioplus, lisinat Zn dan minyak ikan lemuru terhadap tingkat penggunaan pakan dan produk fermentasi rumen domba. Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rukmana R. 2001. Aneka Olahan Limbah: Tanaman pisang, Jambu Mete, Rossela. Kanisius, Yogyakarta.
- Russen and Hesfel, 1981. *Animal Nutrition in Tropics*. Vikas Publising House. New Delhi.
- Sutardi T. 1979. Peluang dan tantangan pengembangan ilmu-ilmu nutrisi ternak. *Orasi ilmiah*. Fakultas Peternakan, IPB. Bogor.
- Sutardi T. 1980. *Landasan Ilmu nutrisi*. Jilid I. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sutardi, T. 1983. "Ketahanan Protein Bahan Makanan Terhadap Degradasi oleh Mikroba dan Manfaatnya bagi Peningkatan Produktivitas Ternak". Prosiding Seminar Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Departemen Pertaanian Bogor.
- Satter GD, Slyter LL. 1974. *Effect Ammonia Concentration on Rumen Microbial Protein Prduction In Vivo*. *Br. J. Nutr.* 32(2): 199-208.
- Tillman AD, Hartadi H, Reksohadiprodjo S, Prawirokusumo S, Lebdosoekojo S. 1984. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Cetakan Kedua. UGM-Press, Yogyakarta.
- Wijaya KA. 2007. Pengaruh Penggunaan Larutan Abu Sekam Dalam Hidrolisis Isi Rumen Terhadap Kecernaan Secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wilkins RJ, Grimes RG. 1966. Herbage digestibility in sheep and corresponding estimates of digestibility *in vitro*. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.6:334-339.
- Yuliarto BG. 2015 Kecernaan Bahan Kering Dan Bahan Organik (*In Vitro*) Batang Pisang (*Musa Paradisiaca*) Produk Ensilase Dengan Penambahan Sumber Nitrogen Dan Sulfur Sebagai Pakan Sapi. Indonesia UNPAD. <http://jurnal.unpad.ac.id/ejournal/article/view/6266>