

SUPLEMENTASI GAMAL SEBAGAI RUMEN DEGRADABLE PROTEIN (RDP) UNTUK MENINGKATKAN KECERNAAN (IN VITRO) RANSUM TERNAK RUMINANSIA YANG MENGANDUNG JERAMI PADI

NI NYOMAN SURYANI, I KETUT MANGKU BUDIASA DAN I PUTU ARI ASTAWA
FAKULTAS PETERNAKAN UNIVERSITAS UDAYANA DENPASAR BALI
email: mansuryani@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecernaan fermentatif bahan kering (KCFBK) dan bahan organik (KCFBO) serta hasil fermentasi ransum yang mengandung jerami padi dan disuplementasi dengan gamal sebagai RDP secara *in vitro*. Empat perlakuan ransum disusun berdasarkan BK adalah: (A) rumput gajah 45%+jerami padi 0%+gamal 15%+kaliandra 10%+konsentrat 30%; (B) rumput gajah 30%+jerami padi 10%+gamal 20%+kaliandra 10%+konsentrat 30%; (C) rumput gajah 15%+jerami padi 20%+gamal 25%+kaliandra 10%+konsentrat 30%, dan (D) rumput gajah 0%+jerami padi 30%+gamal 30%+kaliandra 10%+ konsentrat 30%. Fermentasi ransum secara *in vitro* pada pengamatan 4 dan 48 jam menggunakan metode Minson & Mc Leod Method (1972) yang dimodifikasi. Hasil penelitian menunjukkan, pada fermentasi ransum secara *in vitro* baik pada inkubasi 4 jam maupun 48 jam, pH substrat ransum tetap berada dalam kisaran normal (6,54-7,9). Meningkatnya jumlah gamal sebagai RDP dalam ransum meningkatkan konsentrasi N-NH₃, KCFBK dan KCFBO. Konsentrasi N-NH₃, KCFBK dan KCFBO meningkat pada inkubasi 48 jam dibandingkan inkubasi 4 jam. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa potensi jerami padi sebagai komponen ransum ternak ruminansia terbaik ditunjukkan oleh perlakuan C dibanding semua perlakuan berdasarkan degradabilitas dan kecernaan BK dan BO ransum.

Kata kunci: komposisi hijauan, kecernaan fermentatif in vitro, N-NH₃, VFA Total

SUPPLEMENTATION OF GLYRICIDIA AS RUMEN DEGRADABLE PROTEIN (RDP) TO IMPROVE DIGESTIBILITY (IN VITRO) OF RUMINANT RATION CONTAINING RICE STRAW

ABSTRACT

This study aims to determine the dry matter and organic matter digestibility and result of fermentation *in vitro* in rations containing rice straw supplemented by glyricidia as Rumen Degradable Protein (RDP). Four rations treatment based on DM were: (A) 45% elephant grass+0% rice straw+15% glyricidia+10% calliandra+30% concentrate; (B) 30% elephant grass+10% rice straw+20% glyricidia+10% calliandra+30% concentrate; (C) 15% elephant grass+20% rice straw+25% glyricidia+10% calliandra+30% concentrate, and (D) 0% elephant grass+30% rice straw+30% glyricidia+10% calliandra+30% concentrate. Ration fermented *in vitro* at 4 and 48 hours of observations using modified Minson & Mc Leod Method (1972). The results showed, the ration fermentation *in vitro* incubation either at 4 hours and 48 hours, the pH of the substrate ration remained within the normal range (6.54 to 6.79). The increasing number of glyricidia as RDP in the ration increased the concentration of N-NH₃, dry matter and organic matter digestibility. The concentration of N-NH₃, and dry matter and organic matter digestibility increased in an incubation of 48 hours compared to 4 hours incubation. Based on these results it can be concluded that the potential components of rice straw as ruminant rations best demonstrated by treatment C than all treatments based on degradability and digestibility of DM and OM rations.

Keywords: forage composition, in vitro digestibility, N-NH₃, Total VFA

PENDAHULUAN

Penggunaan jerami padi sebagai sumber pakan serat tunggal sering tidak memenuhi kecukupan nutrisi. Hal

ini disebabkan karena jerami padi yang merupakan limbah pertanian mempunyai nilai nutrisi terutama kandungan protein kasar dan kecernaan yang rendah serta bersifat *bulky*. Faktor penghambat utama dalam

penggunaan jerami padi sebagai makanan ternak adalah rendahnya koefisien cerna dan nilai gizi bahan tersebut. Rendahnya koefisien cerna jerami padi karena availabilitas karbohidrat dari serat kasarnya adalah rendah. Hal ini disebabkan karena terbentuknya ikatan kimia antara polimer kompleks lignoselulose dengan ikatan intermolekuler, terjadinya kristalinitas dari pada lignin dan silika (Friss, 1982).

Untuk mengatasi kendala ini maka pemanfaatan jerami padi perlu diimbangi dengan hijauan lokal sebagai sumber protein yang larut di dalam rumen yaitu gamal. Penambahan gamal pada pakan yang menggunakan jerami padi bertujuan untuk memberikan sumber nitrogen bagi kehidupan mikroorganisme rumen. Karena ternak ruminansia sangat tergantung kepada mikroorganisme rumen untuk mensuplai enzim yang mampu mencerna serat kasar dalam jerami padi (Schiere dan Ibrahim, 1989).

Untuk membantu mikroorganisme rumen mencerna jerami padi, berbagai usaha telah dilakukan sebelum jerami padi diberikan kepada ternak antara lain perlakuan pisik, khemis dan penambahan berbagai feed aditif, suplementasi multivitamin dan mineral. Untuk memaksimalkan pemanfaatan jerami padi sebagai sumber serat, maka berbagai hijauan lain perlu ditambahkan. Misalnya hijauan gamal yang berfungsi sebagai sumber protein yang mudah terdegradasi di dalam rumen. Degradasi protein gamal akan menghasilkan $N-NH_3$ yang sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme rumen untuk mensintesis protein tubuhnya. Dengan demikian diharapkan populasi maupun aktivitas mikroorganisme rumen meningkat sehingga pencernaan pakan yang mengandung jerami padi juga meningkat yang pada akhirnya mampu meningkatkan pertumbuhan dan pertambahan bobot badan ternak ruminansia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pencernaan Bahan Kering (BK) dan Bahan Organik (BO) serta hasil fermentasi ransum yang mengandung jerami padi dan disuplementasi dengan gamal sebagai RDP secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Ransum Perlakuan

Ransum perlakuan dibuat sebagai pakan komplit dalam bentuk mash terdiri dari hijauan dan konsentrat. Komposisi ransum disajikan pada Tabel 1, komposisi konsentrat pada Tabel 2

Fermentasi *In Vitro*

In vitro dilakukan pada dua waktu inkubasi yaitu 4 jam dan 48 jam. Metode yang digunakan adalah Minson & McLeod Method (1972) yang dimodifikasi. Cara kerja untuk penelitian *in vitro* yaitu: sampel ransum yang telah halus dimasukkan ke dalam tabung *in vitro*

Tabel 1. Komposisi Ransum Perlakuan

Bahan Penyusun Ransum (% BK)	Perlakuan			
	A	B	C	D
Rumput Gajah	45,00	30,00	15,00	0,00
Jerami padi	0,00	10,00	20,00	30,00
Gamal	15,00	20,00	25,00	30,00
Kaliandra	10,00	10,00	10,00	10,00
Konsentrat	30,00	30,00	30,00	30,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabel 2. Komposisi Konsentrat

Bahan Penyusun Konsentrat	BK (%)
Bungkil kelapa	42,50
Polard	6,00
Tepung ikan	1,50
Gaplek	45,50
NaCl	2,00
Multi vitamin mineral	0,50
Molasis	2,00
Total	100,00

sebanyak 0,2500 g dan ditambah 25 ml cairan rumen *buffer* McDougall dengan kondisi 40°C, selanjutnya diinkubasikan dalam *shakerbath* dengan suhu 40°C selama 4 jam. Cara kerja yang sama dilakukan untuk inkubasi selama 48 jam.

Setelah lama waktu inkubasi yang ditentukan, selanjutnya dikeluarkan dan dipusingkan pada 3500 rpm selama 10 menit. Substrat akan terpisah menjadi endapan di bagian bawah dan supernatan yang bening berada di bagian atas. Supernatan dipakai untuk analisis $N-NH_3$, VFA Total. Endapan digunakan untuk analisis degradasi bahan kering (BK) dan bahan organik (BO). Kecernaan fermentatif BK dan BO ransum dapat dihitung dengan rumus :

$$KCFBO (\%) = \frac{BO \text{ sampel (g)} - [BO \text{ residu (g)} - BO \text{ residu blangko (g)}]}{BO \text{ sampel (g)}} \times 100\%$$

Konsentrasi $N-NH_3$ dan VFA Total

Kadar $N-NH_3$ ditentukan dengan metode *phenolhypochlorite* melalui pembacaan dengan Spectrofotometer menurut Solorzano (1969). Sebanyak 15 ml supernatan dimasukkan ke dalam botol yang sudah berisi 5 tetes asam sulfat pekat, kemudian diencerkan 100 kali. Supernatan yang sudah diencerkan ini diambil sebanyak 5 ml, dimasukkan ke dalam tabung spektrofotometer yang sudah diisi dengan larutan standar. Kemudian ditambahkan berturut-turut 0,2 ml larutan phenol; 0,2 ml larutan Natrium nitroprusside; dan 0,5 ml larutan pengoksidasi. Pembacaan reaksi warna dilakukan 5 menit setelah penambahan larutan pengoksidasi dengan spektrofotometer.

Pengukuran kadar asam lemak atsiri (VFA) Total dilakukan dengan cara penyulingan uap menurut Gene-

ral Laboratory Procedure (1966). Sebanyak 5 ml supernatan dimasukkan ke dalam tabung khusus kemudian ditambahkan 1 ml H₂SO₄ 15% lalu ditutup. Tabung dihubungkan dengan labu pendingin dan labu yang berisi air lalu dipanaskan. Hasil destilasi ditampung di dalam erlenmeyer yang berisi 5 ml NaOH 0,5N. Proses destilasi berakhir sampai destilat yang ditampung mencapai volume ± 300 ml. Tambahkan 1-2 tetes indikator phenolptalin dan dititer dengan HCl 0,5N sampai terjadi perubahan warna dari merah jambu menjadi tidak berwarna.

$$\text{VFA Total} = (a-b) \times N \text{ HCl} \times 1000/5 \text{ mM}$$

a = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi blanko (5 ml NaOH)

b = ml HCl yang dibutuhkan untuk titrasi hasil destilasi

Analisis Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata (P<0,05) antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fermentasi *In Vitro*

Fermentasi ransum perlakuan secara *in vitro* selama 4 jam menunjukkan pH substrat bervariasi dari 6,41 sampai 6,60 (Tabel 4). Perbedaan komposisi hijauan menyebabkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05) pada pH di antara semua perlakuan. pH rumen merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi dan aktivitas mikroba rumen berada pada kisaran optimum. Menurut Kamra (2005), pH optimum untuk pertumbuhan mikroba rumen adalah 6-6,9, dan pH cairan rumen yang normal adalah 6-7 (Chiba, 2009).

Perbedaan tidak nyata (P>0,05) juga terjadi pada kadar N-NH₃ substrat semua ransum perlakuan. Produksi N-NH₃ berkorelasi positif dengan kandungan gamal dalam ransum. Peningkatan kandungan gamal sebagai sumber RDP dalam ransum (perlakuan B, C dan D) cenderung meningkatkan produksi N-NH₃ walaupun tidak berpengaruh nyata pada fermentasi *in vitro* 4 jam. Sutardi (1995) menyatakan salah satu pakan yang dapat dijadikan sebagai sumber protein mudah terdegradasi adalah daun gamal (*Gliricidia sepium*), dimana 66% dari total protein yang dikandungnya dapat memacu sintesis protein mikroba. Konsentrasi N-NH₃ substrat ransum pada semua perlakuan berada pada kisaran ideal untuk mendukung pertumbuhan bakteri secara optimal yaitu 4-12 mMol (Sutardi, 1979) atau 6-21 mMol (McDonald *et al.*, 2002).

Tabel 4. Produk Fermentasi *In Vitro*

Peubah	Ransum Perlakuan ¹⁾				SEM ³⁾
	A	B	C	D	
<i>In vitro</i> 4 jam					
pH substrat ransum	6,41 ^{a 2)}	6,58 ^a	6,60 ^a	6,54 ^a	0,05
Kadar N-NH ₃ (mMol)	8,78 ^a	9,29 ^a	11,49 ^a	10,71 ^a	0,78
VFA Total (mMol)	143,43 ^a	166,40 ^a	137,82 ^a	117,91 ^a	19,27
<i>In vitro</i> 48jam					
pH substrat ransum	6,11 ^{a 2)}	6,17 ^a	6,10 ^a	6,02 ^a	0,03
Kadar N-NH ₃ (mMol)	10,88 ^a	11,92 ^b	12,71 ^c	12,30 ^{bc}	0,11
VFA Total (mMol)	197,03 ^a	142,92 ^a	224,59 ^a	218,46 ^a	25,81

Keterangan :

1) A = rumput gajah 45% + jerami padi 0% + gamal 15% + kaliandra 10% + konsentrat 30%

B = rumput gajah 30% + jerami padi 10% + gamal 20% + kaliandra 10% + konsentrat 30%

C = rumput gajah 15% + jerami padi 20% + gamal 25% + kaliandra 10% + konsentrat 30%

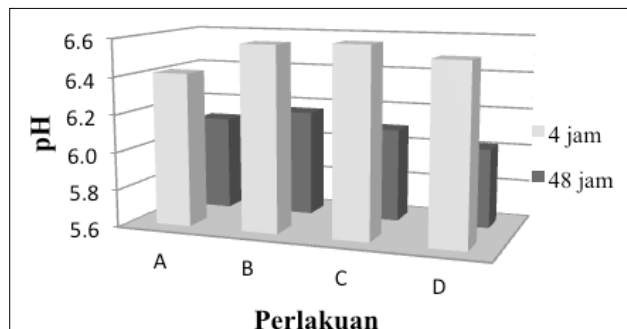
D = rumput gajah 0% + jerami padi 30% + gamal 30% + kaliandra 10% + konsentrat 30%

2) Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata (P<0,05)

3) SEM = "Standard Error of the Treatment Means"

Konsentrasi VFA Total hasil fermentasi ransum *in vitro* 4 jam untuk semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05). VFA merupakan sumber energi utama untuk ternak ruminansia (Owen dan Bergen, 1983; Preston dan Leng, 1987), dan jumlahnya bervariasi (80-160 mMol) tergantung jenis ransum dan waktu setelah pemberian pakan (Sutardi, 1979). Pemberian hijauan yang berbeda baik sebagai sumber energi dan sebagai sumber protein dengan komposisi yang berbeda, menghasilkan konsentrasi VFA Total tertinggi pada perlakuan B. Namun demikian, produksi VFA Total pada semua perlakuan sudah mencukupi kebutuhan optimum untuk pertumbuhan dan aktivitas mikroba rumen.

Fermentasi *in vitro* yang dilakukan selama 48 jam menghasilkan produk seperti tercantum dalam Tabel 4. Derajat keasaman (pH) semua perlakuan bervariasi dari 6,02-6,17 dan semua perlakuan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05). Dibandingkan fermentasi 4 jam, pada fermentasi 48 jam semua pH ransum menunjukkan angka lebih rendah (Gambar 1). Hal ini disebabkan semakin lama fermentasi terjadi peningkatan konsentrasi VFA sehingga pH menjadi semakin asam.



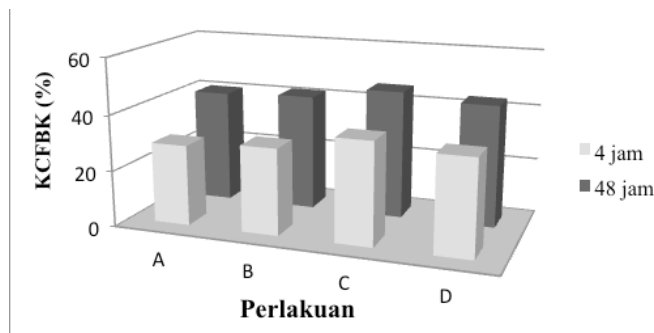
Gambar 1 pH Substrat Ransum Fermentasi *in vitro*

VFA Total menunjukkan perbedaan yang tidak nyata (P>0,05) di antara semua perlakuan. Perlakuan B yang

sudah mencapai puncak produksi VFA pada fermentasi 4 jam, pada fermentasi 48 jam produksi VFANYA justru paling rendah di antara semua perlakuan. Produksi VFA tertinggi pada fermentasi 48 jam ditunjukkan oleh perlakuan C. Produksi VFA dipengaruhi antara lain oleh jenis dan jumlah hijauan pakan yang diberikan dan juga pH rumen (Peters *et al.*, 1989). Selain itu, semakin lama pakan difermentasi maka semakin tinggi produksi VFA karena mikroba rumen mendapat kesempatan lebih lama untuk mendegradasi pakan. Pada perlakuan B, karena puncak produksi VFA sudah dicapai pada fermentasi 4 jam, maka peningkatan waktu fermentasi tidak mampu meningkatkan produksi VFA lagi. Faktor lain yang mendukung tingginya produksi VFA pada perlakuan C karena komposisi ransum pada perlakuan C kemungkinan mengandung karbohidrat terlarut lebih tinggi dan unsur karbon yang terdapat dalam proteinnya sehingga menghasilkan VFA paling tinggi di antara semua perlakuan. Tinggi rendahnya konsentrasi VFA dipengaruhi oleh pakan basal, tipe karbohidrat pakan, bentuk fisik pakan, tingkat konsumsi, frekuensi pakan, dan penggunaan aditif kimia (France dan Dijkstra, 2005).

Kecernaan Fermentatif Bahan Kering dan Bahan Organik *In Vitro*

Pengamatan fermentasi rumen secara *in vitro* selama 4 jam adalah untuk mengevaluasi kemampuan pakan dalam menyediakan substrat bagi mikroba rumen baik untuk pertumbuhan maupun beraktivitas. Berdasarkan data pada Tabel 5 tampak bahwa substrat yang dihasilkan oleh perlakuan C mengakibatkan aktivitas mikroba tertinggi dilihat dari degradabilitas BK maupun BO.



Gambar 2. Koefisien Cerna Fermentatif Bahan Kering *in vitro*

KCFBK dan KCFBO *in vitro* tertinggi pada perlakuan C. Walaupun ransum pada perlakuan C mengandung 20% jerami padi, dan berkontribusi terhadap kandungan NDF terendah dan lignin kedua tertinggi, namun mampu memberikan KCFBK dan KCFBO tertinggi. Sebagaimana diketahui, lignin merupakan senyawa yang menghambat proses pencernaan. Hal ini disebabkan

ransum perlakuan C mengandung 25% gamal sebagai sumber RDP sehingga mampu memenuhi kebutuhan mikroba rumen khususnya bakteri akan ketersediaan N-NH₃. Sesuai dengan pernyataan Koster *et al.* (1996) bahwa penambahan RDP pada level tertentu pada pakan yang mengandung hijauan kualitas rendah, mampu meningkatkan konsumsi BK, BO, KCBO maupun sintesis protein mikroba.

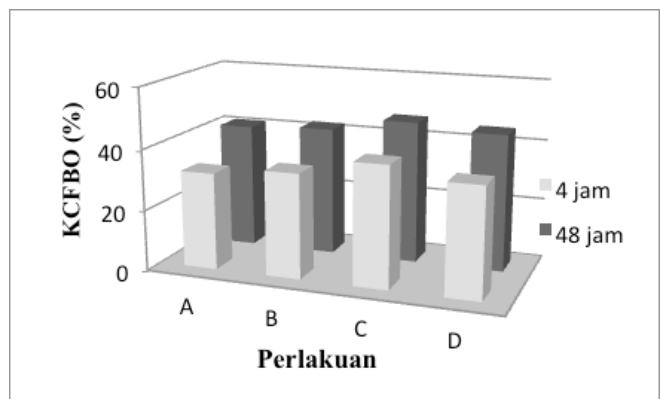
Tabel 5. Kecernaan Fermentatif BK dan BO *In Vitro*

Peubah	Ransum Perlakuan ¹⁾				SEM ³⁾
	A	B	C	D	
In vitro 4 jam					
Degradasi BK (%)	28,80 ^{a2)}	30,90 ^a	36,58 ^b	34,28 ^b	0,80
Degradasi BO (%)	31,89 ^a	34,44 ^b	39,74 ^c	36,10 ^b	0,57
In vitro 48 jam					
KCFBK (%)	40,67 ^a	41,75 ^{ab}	45,97 ^c	43,62 ^b	0,50
KCFBO (%)	41,29 ^a	42,46 ^a	46,87 ^b	45,03 ^b	0,49

Keterangan :

- 1) A = rumput gajah 45% + jerami padi 0% + gamal 15% + kaliandra 10% + konsentrat 30%
- B = rumput gajah 30% + jerami padi 10% + gamal 20% + kaliandra 10% + konsentrat 30%
- C = rumput gajah 15% + jerami padi 20% + gamal 25% + kaliandra 10% + konsentrat 30%
- D = rumput gajah 0% + jerami padi 30% + gamal 30% + kaliandra 10% + konsentrat 30%
- 2) Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata (P<0,05)
- 3) SEM = "Standard Error of the Treatment Means"

Lebih tingginya produksi VFA pada fermentasi *in vitro* 48 jam dibanding fermentasi *in vitro* 4 jam disebabkan karena mikroba rumen mendapat kesempatan lebih lama mendegradasi pakan dan hal ini memberi keuntungan bagi mikroba rumen sebagai sumber energi yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan aktivitas mikroba itu sendiri untuk mencerna pakan yang diberikan. Hal ini terlihat pada KCFBK maupun KCFBO ransum fermentasi *in vitro* 48 jam lebih tinggi dari pada degradasi BK (Gambar 2) dan BO (Gambar 3) ransum yang difermentasi selama 4 jam. Kenyataan ini didukung oleh Putra (2006), bahwa pencernaan pakan secara fermentatif, baik bahan kering (BK) ataupun bahan organik (BO) terdegradasi semakin tinggi sejalan dengan lamanya proses fermentasi berlangsung.



Gambar 3. Koefisien Cerna Fermentatif Bahan Organik *in vitro*

KESIMPULAN

Pada fermentasi ransum secara *in vitro* baik pada inkubasi 4 jam maupun 48 jam, pH cairan rumen tetap berada dalam kisaran normal (6,54-6,79). Meningkatnya jumlah gamal sebagai RDP dalam ransum meningkatkan konsentrasi N-NH₃, KCFBK dan KCFBO. Konsentrasi N-NH₃, KCFBK dan KCFBO meningkat pada inkubasi 48 jam dibandingkan inkubasi 4 jam dan tertinggi pada perlakuan C.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada Rektor Universitas Udayana melalui Ketua LPPM Unud atas dukungan dana untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Chiba, L.I. 2009. Animal Nutrition Handbook. Second Revision. URL: <http://www.ag.auburn.edu/~chibale/animalnutrition.html> diunduh 5 Januari 2011.
- France, J. and Dijkstra, J. 2005. Volatile Fatty Acid Productions. In: *Quantitative Aspect of Ruminant Digestion and Metabolism*. 2nd Ed. CAB. International, Cambridge, USA.
- Friss, V. K. 1982. Effect of processing on nutrient content of feeds: Alkali treatment. Handbook of Nutritive Value of Processed Food. Vol. II. Animal Feedstuffs. CRC. Press.
- General Laboratory Procedures. 1966. Department of Dairy Science. University of Wisconsin. Madison.
- Kamra, D.N. 2005. Rumen microbial ecosystem. Special Section: Microbial Diversity. *Current Science*, Vol. 89 No. 1:124-135.
- Koster, H.H., Cochran, R.C., Titgemeyer, E.C., Vanzant E.S., Abdelgadir, I. and St-Jean, G. 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tallgrass-prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 1996. 74:2473-2481.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*. 6th Ed. Prentice all, London.
- Minson, D.J. and McLeod, M.M. 1972. The *In Vitro* Technic: its Modification for Estimate Digestibility of Large Numbers of Tropical Pature Technique, Australia.
- Owens, F.H. and Bergen, W.G. 1983. Nitrogen metabolism of ruminant animals: Historical perspective, current understanding and future implication. *J. Anim. Sci.* 57, suppl. 2.
- Peters, J.P., Leedle, J.A.Z. and Paulissen, J.B. 1989. Factor affecting the *in vitro* production of volatile fatty acids by mixed bacterial populations from the bovine rumen. *J. Anim. Sci.* 67:1593-1602.
- Preston, T.R. and Leng, R.A. 1987. Matching Ruminant Production Systems With Available Resources in The Tropics and Sub-tropics. Penambul Books Armidale.
- Putra, S. 2006. Pengaruh Suplementasi Agensia Defaunasi Segar dan Waktu Inkubasi Terhadap Degradasi Bahan Kering, Bahan Organik, dan Produk Fermentasi Secra *In Vitro*. *Jurnal Protein* Vol. 13. No. 2: 113-123.
- Schiere, J.B. and Ibrahim, M.N.M. 1989. Feeding of Urea-Amonia Treated Rice Straw. Pudoc Wageningen.
- Solorzano Lucia. 1969. Determination of ammonia in natural waters by the phenol hypochlorite method. *Limnology and Oceanography*. Vol. 14 (5): 799-801. American Society of Limnology and Oceanography.
- Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1986. Principles and Procedures of Statistic. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
- Sutardi, T. 1979. Ketahanan protein bahan makanan terhadap degradasi oleh mikroba rumen dan manfaatnya bagi peningkatan produktivitas ternak. *Pros. Seminar Penelitian Penunjang Peternakan, LPP*. Bogor.
- Sutardi, T. 1980. *Landasan Ilmu Nutrisi Jilid I*. Departemen Ilmu Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institute Pertanian Bogor.