

# FERMENTASI RUMEN DAN SINTESIS PROTEIN MIKROBA KAMBING PERANAKAN ETTAWA YANG DIBERI PAKAN DENGAN KOMPOSISI HIJAUAN BERAGAM DAN LEVEL KONSENTRAT BERBEDA

NI NYOMAN SURYANI, I KETUT MANGKU BUDIASA DAN I PUTU ARI ASTAWA

Fakultas Peternakan Universitas Udayana  
Jl. P. B. Sudirman Denpasar 80232, Bali  
E-mail: mansuryani@yahoo.com

## ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba pada kambing Peranakan Ettawa (PE) melalui pemberian tiga jenis ransum. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga perlakuan dan tiga kelompok kambing berdasarkan berat badan. Ransum disusun berdasarkan bahan kering (BK) : (A) rumput gajah 15% + jerami padi 20% + gamal 25% + kaliandra 10% + konsentrat 30%; (B) rumput gajah 30% + gamal 30% + konsentrat 40% dan (C) rumput gajah 20% + gamal 20% + konsentrat 60%. Peubah yang diukur adalah fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba. Data dianalisa dengan sidik ragam. Hasil penelitian menunjukkan, pH cairan rumen, Non Glucogenik Ratio (NGR), dan  $N-NH_3$  tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ ) di antara semua perlakuan. Produksi asam asetat nyata ( $P<0,05$ ) tertinggi pada kambing yang mendapat perlakuan A dibandingkan pada kambing yang mendapat perlakuan B dan C yaitu berturut-turut: 31,89; 23,44 dan 22,49 mMol. Kambing yang mendapat perlakuan A memproduksi asam propionat nyata ( $P<0,05$ ) tertinggi dibanding kambing yang mendapat perlakuan B dan C yaitu masing-masing: 12,82; 8,74; dan 10,04 mMol. Sintesis protein mikroba nyata ( $P<0,05$ ) tertinggi pada kambing yang mendapat perlakuan A yaitu 6,66 g/e/h, sementara kambing yang mendapat perlakuan B dan C masing-masing 5,37 dan 5,60 g/e/h. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian ransum dengan hijauan beragam akan meningkatkan produksi asam asetat, propionat dan sintesis protein mikroba kambing PE

*Kata kunci: hijauan beragam, fermentasi rumen, sintesis protein mikroba*

## RUMEN FERMENTATION AND MICROBIAL PROTEIN SYNTHESIS OF ETTAWAH GRADE (PE) GOAT FED VARIOUS COMPISITION OF FORAGE AND DIFFERENT LEVEL OF CONCENTRATE

### ABSTRACT

This experiment was aimed to study rumen fermentation and microbial protein synthesis of Ettawa Grade (PE) goats by providing three types of ration. The randomized block design with 3 treatments and 3 blocks of goat based on body live weight were used in this research. The ration composition was based on dry matter (DM) are: (A) 15% elephant grass + 20% rice straw + 25% glyricidia + 10% caliandra + 30% concentrate; (B) 30% elephant grass + 30% glyricidia + 40% concentrate and (C) 20% elephant grass + 20% glyricidia + 60% concentrate. Parameters measured were rumen fermentation and microbial protein synthesis. Data were analyzed by analysis of variance. The results showed that rumen pH, Non Glycogenic Ratio (NGR) and concentration of  $N-NH_3$  statistically was not significantly among three replicates. Concentration of acetic acid significantly ( $P<0.05$ ) highest in goat receive treatment A than goat receive treatment B and C respectively 31.89; 23.44 and 22.49 mMol. The PE goats receive treatment A has highest ( $P<0.05$ ) propionic acid concentration compared with goats receive treatment B and C respectively: 12.82; 8.74; dan 10.04 mMol. Microbial protein synthesis was highest ( $P<0.05$ ) in goats receive treatment A is 6.66 g/day, while microbial protein synthesis in goats receive treatment B and C respectively: 5.37 and 5.60 g/day. Based on these results, it can be concluded that the provision of ration with various forage composition (ration A), will be increase acetic acid, propionic acid and microbial protein synthesis of PE goats.

*Keywords: different forage komposition, rumen fermentation, microbial protein synthesis*

## PENDAHULUAN

Hijauan sebagai sumber serat, merupakan komponen terbesar (60-70%) penyusun pakan ternak ruminansia. Hijauan pakan, walaupun mengandung energi rendah, namun merupakan sumber serat terbesar. Serat pakan memainkan peranan mendasar pada ruminansia untuk memaksimalkan dry matter intake (DMI), merangsang aktivitas mengunyah dan proses fermentasi di dalam rumen. Komposisi hijauan pakan sangat mempengaruhi respon ternak baik terhadap pertumbuhan maupun produksinya. Bahan pakan hijauan segar yang umum diberikan kepada ternak menurut Chuzaemi *et al.* (1997) adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), gamal (*gliricidia*) dan kaliandra (*Caliandra callothyrsus*). Selanjutnya dikatakan kaliandra dikategorikan sebagai *by-pass* protein untuk ternak ruminansia tercermin dari kandungan *rumen undegradable protein* (RUP) sebesar 25,35% dan kandungan *intestine digestible protein* (IDP) 63,04%.

Gamal mengandung 18-30% PK, degradabilitas bahan kering (BK) dan N gamal sangat tinggi masing-masing 73,8% dan 88,7% (Nitis, 2007), sehingga protein gamal digolongkan kedalam *rumen degradable protein* (RDP). Rumput gajah mengandung *Total Digestible Nutrient* (TDN) 51% sehingga sangat potensial sebagai sumber energi.

Di musim kemarau, tidak jarang peternak memberikan jerami padi. Karakteristik jerami padi ditandai dengan *Total Digestible Nutrient* (TDN) rendah, protein kasar (PK) rendah, pencernaan rendah, dan serat kasar (SK) tinggi, bersifat mengembang (*bulky*) dan mengandung selulose dan hemiselulose yang tinggi (Lamid *et al.*, 2013). Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari pemanfaatan jerami padi sebagai pakan ternak, maka perlu ditambahkan dengan bahan pakan sebagai sumber RDP.

Mikroba di dalam rumen sangat penting dalam menentukan produksi ternak ruminansia, karena memungkinkan ternak ruminansia memanfaatkan pakan serat, pakan limbah yang tidak bermanfaat bagi manusia menjadi bahan makanan yang bermutu tinggi. Amonia adalah sumber nitrogen utama dan sangat penting untuk sintesis protein mikroba rumen. Amonia hasil perombakan protein pakan di dalam rumen akan digunakan sebagai sumber nitrogen utama untuk sintesis protein mikroba. Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> dalam rumen merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan. Menurut McDonald *et al.*, (2002) bahwa kisaran konsentrasi NH<sub>3</sub> yang optimal untuk sintesis protein mikroba rumen berkisar 6 - 21 mMol. Selanjutnya dikatakan, faktor utama yang mempengaruhi penggunaan N-NH<sub>3</sub> adalah ketersediaan karbohidrat dalam ransum yang berfungsi sebagai sumber energi untuk pembentukan protein

mikroba. Oleh karena itu, untuk memperoleh efisiensi sintesis protein mikroba yang maksimal, maka ketersediaan N dan energi di dalam rumen harus seimbang. Keseimbangan ini akan diperoleh dengan pemberian pakan yang cermat dengan memperhitungkan hijauan sebagai sumber protein dan sumber energi.

Peningkatan populasi mikroba terutama bakteri, selain meningkatkan pencernaan pakan serat, juga merupakan sumber protein berkualitas tinggi bagi ternak ruminansia. Protein mikroba dapat menyumbangkan sampai 90% kebutuhan asam amino, dan asam amino ini sangat konsisten dan sangat ideal untuk memenuhi kebutuhan ternak ruminansia (Russell *et al.*, 2009).

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh pemberian komposisi hijauan dan level konsentrat yang berbeda terhadap fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba kambing PE.

## MATERI DAN METODE

### Materi

Penelitian dilaksanakan di Stasiun Penelitian Fakultas Peternakan Bukit Jimbaran. Kambing yang dipergunakan adalah kambing jantan pertumbuhan dengan berat badan berkisar 10-15 kg sebanyak 9 ekor. Kambing percobaan ini ditempatkan dalam kandang individu.

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 jenis ransum sebagai perlakuan dan 3 kelompok berat badan sebagai ulangan. Ransum perlakuan tersebut adalah :

- A : 15% rumput gajah + 20% jerami padi + 25% gamal + 10% kaliandra + 30% konsentrat
- B : 30% rumput gajah + 30% gamal + 40% konsentrat
- C : 20% rumput gajah + 20% gamal + 60% konsentrat

Ransum yang diberikan berupa ransum komplit dalam bentuk *mash*. Komposisi dan kandungan nutrisi konsentrat tercantum pada Tabel 1 dan kandungan nutrisi ransum pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi dan Kandungan Nutrien Pakan Konsentrat

Bahan Penyusun	Komposisi (% BK)	PK	TDN	SK	LK	Ca	P
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Bungkil kelapa	42,50	9,18	31,03	5,14	4,34	0,09	0,28
Polard	6,00	0,90	4,20	0,94	0,25	0,01	0,08
Tepung ikan	1,50	0,92	1,04	0,04	0,12	0,10	0,07
Gaplek	45,50	1,10	33,40	1,34	0,36	0,05	0,02
NaCl	2,00	0	0	0	0	0	0
Multivitmineral	0,50	0	0	0	0	0	0
Molasis	2,00	0,17	1,26	0	0	0	0
Jumlah	100,00	12,10	69,67	7,46	5,07	0,25	0,45

Tabel 2. Kandungan Nutrien Ransum Percobaan

Kandungan Nutrien Ransum (%BK)	Perlakuan			Standar Kearl (1982)
	A	B	C	
Energi (kkal/kg)	4099	4002	4164	
Protein Kasar (%)	13,23	12,23	14,14	12,32
Lemak Kasar (%)	2,09	2,99	2,51	
Serat Kasar (%)	20,91	18,34	14,74	
TDN (%)	61,99	65,97	67,20	66,07

**Metode**

**Fermentasi rumen**

Peubah yang diamati adalah fermentasi rumen yang terdiri dari: pH cairan rumen, konsentrasi N-NH<sub>3</sub> dan VFA. Pengambilan cairan rumen dilakukan 4 jam setelah ternak kambing diberi makan, menggunakan pompa vakum. Cairan rumen yang diperoleh langsung diukur tingkat keasamannya (pH) dengan menggunakan pH meter. Kadar N-NH<sub>3</sub> ditentukan dengan metode *phenolphthorite* melalui pembacaan dengan Spectrofotometer. Pengukuran kadar asam lemak atsiri (VFA) Total dilakukan dengan cara penyulingan uap dengan rumus sebagai berikut:

Analisis VFA Parsial (asam asetat, propionat dan butirrat) dilakukan dengan teknik gas kromatografi. VFA parsial dihitung dengan rumus:

$$VFA \text{ Parsial (mM)} = \frac{\text{Areal sampel}}{\text{Areal standard}} \times \text{konsentrasi standard}$$

**Sintesis Protein Mikroba**

Sintesis protein mikroba menurut perhitungan Chen dan Gomes (1995) : Bahan organik tercerna dalam rumen/BOTR (kg/h) = konsumsi BO x KCBO x 0,65  
Produksi mikrobial nitrogen (MN)

$$MN = 32 \text{ g/kg DOMR}$$

Sintesis protein mikroba rumen (SPM)

$$SPM \text{ (g/hari)} = MN \times 6,25$$

**Jumlah protozoa**

Cairan rumen dicampur dengan *Tryphan Blue Formalin Salin* (TBFS) dengan perbandingan 1:10 (Ogimoto dan Imai, 1981). Penghitungan dilakukan menggunakan kamar hitung (*counting chamber*) dengan ketebalan 0,2 mm dan luas kotak terkecil 0,0625 mm<sup>2</sup> (jumlah kotak adalah 16 x1 6 buah). Protozoa/mL cairan rumen dihitung dengan rumus :

$$\text{Protozoa/mL cairan rumen} = \frac{1}{0,2 \times 0,0625 \times 16 \times 16} \times 100 \times C \times FP$$

C = jumlah protozoa terhitung dalam counting chamber  
FP = faktor pengenceran

**Analisis Data**

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan sidik ragam. Apabila terdapat hasil yang berbeda nyata (P<0,05) antar perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal pada taraf 5% (Steel dan Torrie, 1991).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Fermentasi rumen**

Kondisi bagi mikroba rumen agar dapat melakukan aktivitas secara optimal apabila pH rumen berada pada kondisi normal yaitu 6-6,9 (Kamra, 2005). Penelitian ini mendapatkan pH cairan rumen kambing berkisar antara 6,21 – 6,25 (Tabel 3) dan secara statistik tidak berbeda nyata (P>0,05). Ini berarti kondisi rumen kambing pada semua perlakuan berada pada suasana ideal bagi mikroba rumen. Derajat keasaman atau pH cairan rumen merupakan keseimbangan antara kapasitas penyangga dengan sifat basa atau asam dari produk fermentasi. Jenis pakan yang diberikan pada ternak akan mempengaruhi pH rumen.

Tabel 3. Produk Fermentasi Rumen

Peubah	Ransum Perlakuan <sup>1)</sup>			SEM <sup>3)</sup>
	A	B	C	
pH cairan rumen	6,22 <sup>a</sup>	6,21 <sup>a</sup>	6,25 <sup>a</sup>	0,0997
NGR	3,06 <sup>a</sup>	3,47 <sup>a</sup>	3,06 <sup>a</sup>	0,1642
N-NH <sub>3</sub> (mMol)	6,66 <sup>a</sup>	5,37 <sup>a</sup>	5,60 <sup>a</sup>	0,3205
Asam asetat (mMol)	31,89 <sup>a</sup>	23,44 <sup>b</sup>	22,49 <sup>b</sup>	3,2761
Asam Propionat (mMol)	12,82 <sup>a</sup>	8,74 <sup>c</sup>	10,04 <sup>b</sup>	0,6041
Asam Butirat (mMol)	4,36 <sup>a</sup>	3,42 <sup>a</sup>	4,15 <sup>a</sup>	0,2295

Keterangan :

- 1) A = rumput gajah 15% + jerami padi 20% + gamal 25% + kaliandra 10% + konsentrat 30%  
B = rumput gajah 30% + gamal 30% + konsentrat 40%  
C = rumput gajah 20% + gamal 20% + konsentrat 60 %
- 2) Superskrip yang berbeda pada baris yang sama adalah berbeda nyata (P<0,05)
- 3) SEM = "Standard Error of the Treatment Means"

Nilai Non Glucogenic Ratio (NGR) menunjukkan ketersediaan energi bagi ternak. Semakin rendah nilai NGR berarti semakin banyak energi yang tersedia untuk dimanfaatkan oleh ternak kambing baik untuk pertumbuhan maupun peningkatan berat badan. Hasil penelitian ini, nilai NGR kambing yang mendapat ransum A sama dengan kambing yang mendapat ransum C. Ini artinya kualitas ransum A yang mengandung limbah jerami padi dan 30% konsentrat mampu menyamai ransum yang mengandung 60% konsentrat yang sama ditinjau dari nilai NGR.

Kadar amonia (N-NH<sub>3</sub>) cairan rumen secara statistik tidak berbeda nyata (P>0,05) pada semua perlakuan. Walau demikian, terjadi kecenderungan kadar N-NH<sub>3</sub> pada kambing yang mendapat ransum A lebih tinggi masing-masing 24,02% dan 18,93% dibanding kambing yang mendapat ransum B dan C (Tabel 3). Sumber N-NH<sub>3</sub> rumen selain berasal dari degradasi protein pak-

an, juga berasal dari degradasi protoplasma mikroba terutama protozoa. Protozoa mempunyai kemampuan memangsa molekul-molekul besar dari protein, karbohidrat, bahkan bakteri rumen. Dengan demikian, protozoa berperan dalam mengatur laju pergerakan N di dalam rumen dan memasok protein mudah larut untuk mempertahankan pertumbuhan bakteri. Protein protozoa lebih banyak tertahan di dalam rumen, hanya sekitar 20 – 40% (Jouany, 1996) sel protozoa yang menuju intestinum. Itulah sebabnya peningkatan jumlah protozoa pada kambing yang mendapat perlakuan A (Tabel 4) turut menyumbangkan peningkatan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> rumen pada kambing yang mendapat ransum A.

Paengkoum *et al.*, (2006) menyatakan bahwa, konsentrasi N-NH<sub>3</sub> yang dibutuhkan mikroba rumen untuk mencerna pakan secara maksimal adalah 5-20 mg/dL, setara dengan 3,57-14,28 mM. Konsentrasi 5 mg/dL N-NH<sub>3</sub> setara dengan 3,57 mM (Satter dan Slyter, 1974).

Asam lemak terbang (VFA) total antara lain terdiri dari asam asetat, asam propionat dan asam butirrat. Di antara ketiga asam lemak terbang ini, asam propionat yang paling bersifat glukogenik. Konsentrasi asam propionat hasil penelitian ini nyata tertinggi ( $P < 0,05$ ) pada cairan rumen kambing yang mendapat ransum A yaitu 12,82 mM, kemudian diikuti cairan rumen kambing yang mendapat ransum C 10,04 mM dan terkecil adalah cairan rumen kambing yang mendapat ransum B 8,74 (Tabel 3).

Tabel 4. Sintesis Protein Mikroba dan Populasi Protozoa

Peubah	Ransum Perlakuan <sup>1)</sup>			SEM <sup>3)</sup>
	A	B	C	
Bahan Organik Tercerna (g/e/h)	184,34 <sup>a</sup>	123,09 <sup>b</sup>	162,09 <sup>a</sup>	8,5642
Mikrobial nitrogen (g/e/h)	5,90 <sup>a</sup>	3,94 <sup>b</sup>	5,19 <sup>ab</sup>	0,3730
Sintesis Protein Mikroba (g/e/h)	6,66 <sup>a</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,60 <sup>b</sup>	0,1899
Populasi Protozoa (10 <sup>4</sup> sel/ml)	5,13 <sup>a</sup>	2,56 <sup>b</sup>	2,21 <sup>b</sup>	0,5100

Keterangan :

1) A = rumput gajah 15% + jerami padi 20% + gamal 25% + kaliandra 10% + konsentrat 30%

B = rumput gajah 30% + gamal 30% + konsentrat 40%

C = rumput gajah 20% + gamal 20% + konsentrat 60 %

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

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

Perbedaan komposisi ransum seperti pada A, B dan C tidak menyebabkan perbedaan dalam konsentrasi asam butirrat. Namun berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap konsentrasi asam asetat dimana tertinggi terdapat pada cairan rumen kambing yang mendapat ransum A. Produksi asam asetat berkorelasi positif dengan kandungan hijauan (serat) dalam ransum. Ransum A mengandung 70% hijauan, sementara ransum B mengandung 60% hijauan dan ransum C mengandung 40% hijauan.

Bannink *et al.* (2008) menyatakan bahwa, komposisi VFA yang terbentuk di dalam rumen dipengaruhi oleh

substrat yang difermentasi, populasi mikroba dan ekologi rumen. Asam propionat merupakan substrat untuk glukoneogenesis dan sumber glukose utama bagi ternak. Asam asetat dan butirrat berperan dalam sintesis asam lemak rantai panjang (Morvay *et al.*, 2011).

### Sintesis Protein Mikroba dan Populasi Protozoa

Kambing yang diberi pakan ransum dengan komposisi berbeda menghasilkan bahan organik tercerna di dalam rumen tertinggi pada kambing yang mendapat ransum A yaitu 184 g/e/h (Tabel 4). Jumlah ini 49,76% nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibanding kambing yang mendapat ransum B yang mengandung 40% konsentrat dan ransumnya tidak mengandung jerami padi dan kaliandra. Apabila dibandingkan dengan kambing yang mendapat ransum C yang mengandung 60% konsentrat, bahan organik tercerna dalam rumen pada kambing yang mendapat ransum A 13,73% lebih tinggi, akan tetapi secara statistik tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ).

Tingginya bahan organik tercerna pada kambing yang mendapat ransum A menyebabkan kebutuhan mikroba terhadap nutrien untuk meningkatkan pertumbuhan tercukupi, sehingga menghasilkan sintesis protein mikroba tertinggi pula. Mikroba rumen adalah protein sehingga mikrobial nitrogen menjadi tinggi pada kambing yang mendapat ransum A. Meningkatnya sintesis protein mikroba disebabkan oleh meningkatnya konsumsi BK maupun konsumsi PK. Menurut Karsli dan Russell (2001), meningkatnya konsumsi BK mengakibatkan peningkatan *passage rate* (laju alir) digesta rumen menuju intestinum demikian juga dengan bakteri. Semakin cepat bakteri menuju intestinum semakin sedikit energi dibutuhkan oleh bakteri untuk maintainan dan sebagai kompensasi, energi ini bisa dipergunakan untuk pertumbuhan bakteri lainnya. Gosselink *et al.* (2003) menyatakan bahwa, PK merupakan komponen yang sangat menentukan untuk produksi sintesis protein mikroba karena PK mengindikasikan ketersediaan unsur N bagi mikroba rumen sepanjang nitrogen konsentrasinya tidak kurang dan protein tidak digunakan sebagai sumber energi.

Hasil penelitian ini mendapatkan populasi protozoa dalam 10<sup>4</sup> sel/ml cairan rumen. Populasi protozoa nyata ( $P < 0,05$ ) tertinggi pada kambing yang mendapat ransum A dibanding dengan kambing yang mendapat ransum B dan C. Tingginya populasi protozoa pada kambing yang mendapat ransum A disebabkan karena konsumsi PK pada ransum A nyata ( $P < 0,05$ ) tertinggi di antara semua perlakuan. Konsumsi PK kambing yang mendapat perlakuan A, B dan C berturut-turut: 55,13; 39,48; dan 53,56 g/e/h (Suryani *et al.*, *unpublish*) Selain memangsa bakteri untuk memenuhi kebutuhan proteinnya, protozoa juga mamakan protein pakan yang masuk ke dalam rumen sehingga kondisi pada

cairan rumen kambing yang mendapat ransum A memungkinkan bagi protozoa untuk tumbuh.

Fermentasi di dalam rumen merupakan interaksi yang sangat kompleks di antara mikroba tersebut (Ozutsumi *et al.* 2005) dan dipengaruhi oleh struktur nutrisi pakan dimana ini akan berpengaruh terhadap populasi protozoa (Brown *et al.*, 2006).

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian ransum mengandung 70% hijauan dengan komposisi beragam dan 30% konsentrat menghasilkan asam propionat sebagai sumber energi yang lebih tinggi pada kambing PE. Selain itu, kandungan hijauan yang lebih banyak dengan komposisi beragam juga mampu meningkatkan sintesis protein mikroba sebagai sumber protein bagi hewan inang.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Rektor universitas Udayana dan ketua Lembaga Penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat atas pendanaan penelitian ini. Kepada Dekan Fakultas Peternakan penulis sampaikan terima kasih atas fasilitas yang disediakan demi kelancaran penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Ketua Laboratorium Nutrisi Fakultas Peternakan Universitas Udayana atas fasilitas untuk menganalisis data penelitian. Terima kasih juga kepada mahasiswa yang telah membantu pengambilan data. Akhirnya kepada semua pihak yang berperan, penulis sampaikan terima kasih.

### DAFTAR PUSTAKA

Bannink, A., France, J., López, S., Gerrits, W.J.J., Kebreab, E., Tamminga, S., and Dijkstra, J.. 2008. Modelling the implications of feeding strategy on rumen fermentation and functioning of the rumen wall. *Anim. Feed Sci. Technol.* 143:3-26.

Brown, M. S., Ponce, C. H., and Pulikanti, R. 2006. Adaptation of beef cattle to high-concentrate diets: Performance and ruminal metabolism. *J. Anim. Sci.* 84:E25-E33.

Chen, X. B. and Gomes, M. J. 1995. Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives. *An Overview of The Technical Details*. International Feed Resources Unit. Rowett Research Institute, Bucksburn Aberdeen AB2 9SB, UK.

Chuzaemi, S., Hermanto, Soebarinoto, dan Sudarwati, H. 1997. Evaluasi protein pakan ruminansia melalui pendekatan sintesis protein mikroba di dalam rumen: Evaluasi kandungan RDP dan UDP pada beberapa jenis hijauan segar, limbah pertanian dan konsentrat. *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Hayati (Life Sciences)* Vol. 9 No. 1, Juni. 77-89.

Gosselink, J.M.J., Poncet, C., Dulphy, J.P. and Cone, J.W. 2003. Estimation of the duodenal flow of microbial nitrogen in ruminants based on the chemical composition of forages. *Anim. Res.* 52: 229-243. INRA, IDP Sciences.

Jouany, J. P. 1996. Effect of rumen protozoa on nitrogen utilization by ruminants. *JN The J. of Nut.* American Institute of Nutrition. 1335S-1346S.

Kamra, D. N. 2005. Rumen microbial ecosystem. Special Section: Microbial Diversity. *Current Science*, Vol. 89 No. 1:124-135

Karsli, M. A. and Russell, J. R. 2001. Effect of some dietary factors on ruminal microbial protein synthesis. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 25: 681-686.

Lamid, M., Puspaningsih, N.N.T., dan Mangkoedihardjo, S. 2013. Addition of lignocellulolytic enzymes into rice straw improves in vitro rumen fermentation products. *J Appl Environ Biol Sci* 3(9):166-171.

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., and Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition. 6th Ed.* Prentice Hall, London.

Morvay, Y., Bannink, A., France, J., Kebreab, E., and Dijkstra, J. 2011. Evaluation of models to predict the stoichiometry of volatile fatty acid profiles in rumen fluid of lactating Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 94 (6): 3063-3080.

Nitis, I. M. 2007. *Gamal di Lahan Kering*. Penerbit Buku Arti. Arti Foundation Denpasar- Bali. Cetakan pertama.

Ogimoto, K. And Imai, S.. 1981. *Atlas of Rumen Microbiology*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo.

Ozutsumi, Y., Tajima, K., Takenaka, A. and Itabashi, H.. 2005. The effect of protozoa on the composition on rumen bacteria in cattle using 16 S rRNA gene clone libraries. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 69 (3): 499-506.

Paengkoum, P., Liang, J.B., Jelani, Z.A., and Basery, M. 2006. Utilization of Steam-treated Oil Palm Fronds in Growing Saanen Goats: II. Supplementation with Energy and Urea. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19 (11): 1623-1631.

Russell, J.B., Muck, R.E., and Weimer, P.J. 2009. Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen. *FEMS Microbiol Ecol* 67:183-197.

Satter, L. D. and Slyter, L.L. 1974. Effect of Amonia Concentration Rumen Microbial Protein Production *In Vitro*. *Brit. J. Nutr.* 32:194-208

Steel, R. G. D. And Torrie, J. H.. 1986. *Principles and Procedures of Statistic*. McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.