

**PENGARUH ARAS UNDEGRADED PROTEIN DAN ENERGI  
TERHADAP KINETIK FERMENTASI RUMEN  
DAN SINTESIS PROTEIN MIKROBA PADA SAPI**  
*[Effect of Undegraded Protein and Energy Level on Rumen Fermentation Parameters  
and Microbial Protein Synthesis in Cattle]*

**B.P. Widyobroto, S.P. S. Budhi dan A. Agus**  
*Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

*Received May 05, 2007 ; Accepted August 09, 2007*

**ABSTRAK**

Penelitian dilaksanakan dengan tujuan untuk mengkaji pengaruh pemberian aras *undegraded protein* dan energi terhadap parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikrobia pada sapi perah. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang pemberian aras *undegraded protein* dan energi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan nutrisi pada sapi.

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan di Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Penelitian menggunakan 4 ekor sapi Peranakan Friesian Holstein (PFH) betina yang difistula bagian rumennya, berumur 3 - 3,5 tahun, bobot badan 350 – 400 kg. Masing-masing ternak mendapat 4 macam perlakuan ransum yaitu T1: *Undegraded protein* 20% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan, T2: *Undegraded protein* 20% dan energi memenuhi 120% dari kebutuhan, T3: *Undegraded protein* 30% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan dan T4: *Undegraded protein* 30% dan energi memenuhi 120% dari kebutuhan, dengan menggunakan rancangan bujur sangkar latin. Variabel yang diamati meliputi pH, NH<sub>3</sub> dan *volatile fatty acids* (VFA) serta sintesis protein mikrobia cairan rumen. Data yang diperoleh dianalisis variansi dan terdapat perbedaan pengaruh perlakuan dilanjutkan uji kontras orthogonal.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NH<sub>3</sub> cairan rumen pada ransum T1, T2, T3 dan T4 (25,32; 24,99; 24,31 dan 23,41 mg/100 ml) mencapai titik optimal pada 1 jam setelah pemberian pakan dan tidak menunjukkan perbedaan nyata. Aras UDP dan energi tidak mempengaruhi konsentrasi VFA cairan rumen. Kinetik konsentrasi VFA pada ransum energi tinggi (T2 dan T4) cenderung lebih tinggi dibanding energi yang terbatas (T1 dan T2). Kinetik pH cairan rumen sapi perah yang diberi ransum aras UDP tinggi lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding pada ransum UDP rendah pada 3, 4 dan 5 jam setelah pemberian pakan. Suplai N mikrobia pada ternak yang diberi ransum dengan level energi tinggi lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding pada aras energi terbatas yaitu 38,37 vs 28,29 g/ekor/hari. Disimpulkan bahwa suplementasi aras UDP dengan level energi yang tinggi dapat meningkatkan parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikrobia.

*Kata kunci : Undegraded protein, nitrogen, energi, suplementasi*

**ABSTRACT**

An experiment was conducted to determine the effect of undegraded protein and energy level on rumen fermentation parameters and microbial protein synthesis in cattle. The benefit of the research was to inform about optimization of undegraded protein and energy level to increase nutrient utilization in dairy cows. The experiment was conducted in 4 month in Department of Animal Nutrition and Feed Science, Faculty of Animal Science Gadjah Mada University. The experiment used 4 female rumen fistulated Friesian Holstein Crossbred (FHC) of 3.0 – 3.5 years old and 350 – 400 kg body weight. The treatment of this experiment were T1: undegraded protein 20% and energy 70% of requirement, T2 : undegraded protein 20% and energy 120% of requirement, T3: undegraded protein 30% and energy 70% of requirement and T4 :

undegraded protein 30% and energy 120% of requirement with Latin square design. Variables observed were ruminal pH, NH<sub>3</sub>, volatile fatty acids (VFA) concentration and microbial protein synthesis. Collected data were analyzed statistically by analysis of variances, and this is report among treatments, then they were tested further by orthogonal contrast.

The results showed that NH<sub>3</sub> concentration for T1, T2, T3 and T4 (25.32; 24.99; 24.31 dan 23.41 mg/100 ml) were not significantly different and optimally after 1 h post feeding. Undegraded protein and energy level did not influence of VFA concentration rumen fluid. Kinetic concentration of VFA of ration with high energy (T2 and T4) disposed higher than restricted of energy (T1 and T3). Kinetic pH of ration with high UDP was lower (P<0.01) than ration with low UDP (3, 4 and 5 hours post feeding). N microbial supply of ration with high energy level was higher (P<0.05) than restricted energy (38, 37 Vs 28, 29 g/animal/day respectively). It was concluded that high level of UDP and energy could increasing rumen parameters fermentation and microbial protein synthesis in dairy cattle.

*Keywords : Undegraded protein, nitrogen, energy, supplementation*

## PENDAHULUAN

Suplementasi energi dan protein pada hijauan berkualitas rendah sebagai ransum basal bertujuan untuk meningkatkan ketersediaan asam-asam amino di intestinum dengan meningkatkannya sintesis N mikroba atau peningkatan *undegraded protein* (UDP). Protein pakan yang tidak terdegradasi dalam rumen (UDP) sangat diperlukan oleh ruminansia terutama yang berproduksi tinggi. Sistem evaluasi pakan ruminansia yang optimal selalu memperhitungkan kebutuhan mikroba rumen dan kebutuhan inangnya, sehingga *rumen degradable protein* (RDP) dan UDP perlu diperhatikan dalam ransum. NRC (1985) melaporkan bahwa kebutuhan UDP ruminansia sebanyak 39,5 % PK dan RDP 60,5 % PK.

Sintesis protein mikroba sangat dipengaruhi oleh ketersediaan prekursor NH<sub>3</sub> dan ketersediaan energi hasil fermentasi. Aktivitas proteolitik isi rumen tergantung dari biomas mikroba yang berhubungan langsung dengan ketersediaan nutrien atau pencernaan ransum. Kinetik degradasi karbohidrat harus sesuai dengan kecepatan degradasi protein juga sangat mempengaruhi efisiensi sintesis protein mikroba (Widyobroto, 1992).

Robinson *et al.* (1991) melaporkan bahwa pakan konsentrat yang mempunyai degradasi lambat cenderung memberikan pH cairan rumen lebih tinggi dibanding konsentrat dengan degradasi cepat. Dijkstra (1994) menyatakan bahwa degradasi protein juga berperan untuk menghasilkan VFA, methan dan

amonias. Kuantitas protein dan *degradable protein* yang tersedia akan mengubah rasio karbohidrat terfermentasi atau secara langsung berhubungan dengan biomas mikroba. Chiou *et al.* (1995), melaporkan bahwa aras protein dan degradasinya tidak berpengaruh secara nyata terhadap produksi VFA. Hal yang sama ditemukan Rodrigues *et al.* (1997) yang melaporkan bahwa aras UDP dengan suplementasi lemak tidak berpengaruh pada produksi VFA cairan rumen. Hristov *et al.* (2004), melaporkan bahwa konsentrasi amonia rumen cenderung lebih besar pada ternak yang diberi RDP tinggi (high RDP) dibanding pada ransum cukup RDP. Widyobroto (1999) melaporkan bahwa konsentrasi NH<sub>3</sub> cairan rumen bervariasi tergantung pada tingkat degradasi protein pakan berkisar antara 3,3- 8,78 mg/100 ml pada sapi perah yang diberi UDP rendah dan UDP tinggi. Kisaran konsentrasi NH<sub>3</sub> cairan rumen yang lebih besar disebabkan oleh perbedaan degradasi protein dilaporkan McDonald *et al.* (1988) yaitu 8,5 - 30 mg/100 ml. Widyobroto (1992) melaporkan bahwa efisiensi pertumbuhan dan produksi protein mikroba dapat ditingkatkan dengan adanya keseimbangan antara energi dan N yang tersedia dalam pakan, perbaikan sinkronisasi energi dan protein yang dibebaskan dalam rumen dapat meningkatkan sintesis protein mikroba. Selanjutnya Widyobroto *et al.* (2001) melaporkan bahwa peningkatan aras UDP dalam ransum sapi perah dapat meningkatkan produksi susu dan produksi protein susu. Studi tentang aras UDP dan energi diharapkan menghasilkan parameter fermentasi rumen dan sintesis protein mikroba di

rumen yang optimal, sehingga susunan ransum yang optimal dapat direkomendasikan kepada masyarakat.

## MATERI DAN METODE

### Lokasi dan Materi

Penelitian dilakukan di jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta selama 4 bulan. Penelitian ini menggunakan 4 ekor sapi PFH betina yang difistula pada bagian rumennya dengan bobot badan antara 350 – 400 kg dan berumur 3,0 – 3,5 tahun, digunakan

Pemasangan harness dilakukan untuk memisahkan feses dan urin. Urin ditampung selama 10 hari dan ditambahkan 300 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20% sebagai pengawet. Urin yang ditampung selama 24 jam ditimbang, kemudian diambil sampel sebanyak 5% dari berat urin untuk analisis derivat purin (alantoin dan asam urat). Jika urin tidak segera dianalisis dapat dibekukan pada suhu -20°C (Chen *et al.*, 1992).

Pengambilan cairan rumen untuk analisis parameter fermentasi rumen dilakukan pada hari ke 11 dan 12. Cairan rumen diambil masing-masing

Tabel 1. Skema Penelitian  
(Characteristic of Five Grasses on the Variours Salinity)

Sapi	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode 4
A	T1	T2	T3	T4
B	T2	T3	T4	T1
C	T3	T4	T1	T2
D	T4	T1	T2	T3

T1 = Undegraded protein 20% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan,

T2 = Undegraded protein 20% dan energi memenuhi 120% dari kebutuhan,

T3 = Undegraded protein 30% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan,

T4 = Undegraded protein 30% dan energi memenuhi 120% dari kebutuhan.

untuk pengukuran parameter fermentasi rumen. Masing-masing ternak mendapat 4 macam perlakuan ransum yaitu T1: Undegraded protein 20% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan, T2: Undegraded protein 20% dan energi memenuhi 120%, T3: Undegraded protein 30% dan energi memenuhi 70% dari kebutuhan dan T4: Undegraded protein 30% dan energi memenuhi 120% dari kebutuhan, dengan menggunakan rancangan latin square 4 x 4, seperti tertera pada Tabel 1.

### Metode

Penelitian dilaksanakan dalam 4 tahap, yang masing-masing tahap berlangsung selama 1 bulan, dan terdiri dari 2 minggu periode adaptasi dan 2 minggu periode koleksi. Sapi diberi ransum sesuai kebutuhan nutrisinya (INRA, 1988). Komposisi kimia dan nilai nutrisi ransum disajikan pada Tabel 2. Rumput raja dan konsentrat diberikan 2 kali per hari (pukul 8.00 dan pukul 17.00 WIB). Rumput yang diberikan pada ternak berupa cacahan (dichoper), konsentrat diberikan sebelum distribusi rumput.

sebanyak 300 ml untuk memperoleh data parameter fermentasi rumen (pH, NH<sub>3</sub> dan VFA). Setiap pengambilan cairan rumen, untuk analisis kadar NH<sub>3</sub> diambil sebanyak 5 ml ditambahkan pengawet NaCl 20% sebanyak 5 ml, dan untuk analisis VFA diambil sebanyak 10 ml dan ditambahkan pengawet HgCl<sub>2</sub>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sebanyak 1 ml. Guna mendapatkan kinetik dan rata-rata pH, VFA dan NH<sub>3</sub> dilakukan pengambilan cairan rumen setelah pemberian pakan, yaitu jam 07.00, 08.00, 09.00, 10.00, 11.00, 12.00, 14.00, 16.00, 18.00, 20.00, 22.00, 24.00, 02.00, 04.00, 06.00 (kinetik fermentasi rumen yang digaris bawahi). Variabel Pengamatan. Variabel yang diamati adalah pH, konsentrasi NH<sub>3</sub> dan VFA. Penetapan pH dilakukan dengan menggunakan pH meter (Merk WTW pH 320), konsentrasi VFA ditetapkan dengan menggunakan Gas Chromatographi sedang konsentrasi NH<sub>3</sub> diukur dengan Spektrofotometer. Analisis Data. Data fermentasi rumen (Kinetik pH, NH<sub>3</sub>, VFA) dan sintesis protein mikrobia dianalisis variansi. Apabila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji kontras ortogonal (Steel dan Torrie, 1970).

Tabel 2. Proporsi, komposisi kimia dan nilai nutrisi ransum

Bahan Pakan/ Nutrien	Susunan Ransum			
	T1	T2	T3	T4
Rumput	60,00	60,00	60,00	60,00
Jagung	-	-	2,80	2,80
Urea	0,80	0,80	-	-
Tepung Ikan	-	-	6,00	6,00
Bungkil Kedelai Terproteksi	-	-	6,40	6,40
Molases	1,20	1,20	1,20	1,20
Dedak	4,00	4,00	12,8	12,8
Cassava	34,00	34,00	10,80	10,80
Mineral*				
Komposisi kimia dan nilai nutrisi ransum (% BK)				
BO (%)	88,72	88,72	85,67	85,67
PK (%)	10,00	10,00	14,93	14,93
UDP (%) <sup>b</sup>	19,84	19,84	29,98	29,98
NDF (%)	48,11	48,11	49,59	49,59
NEI (Mcal.kg)	1,35	1,35	1,41	1,41

BO = Bahan Organik

PK = Protein Kasar

UDP = Undegraded Protein

NDF = Neutral Detergent Fiber

Nel = Nette Energi Laktation

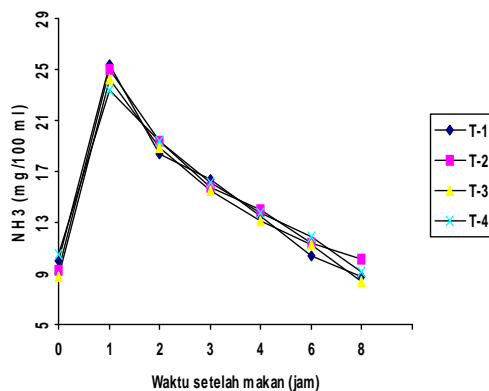
<sup>a</sup>Hasil analisis kimia Lab. Nutrisi dan Makanan Ternak, Fak. Peternakan UGM<sup>b</sup>Dihitung berdasarkan nilai degradasi *in sacco* hijauan dan konsentrat (60:40)

\* Ditambahkan dalam konsentrat sebanyak 0,5 %

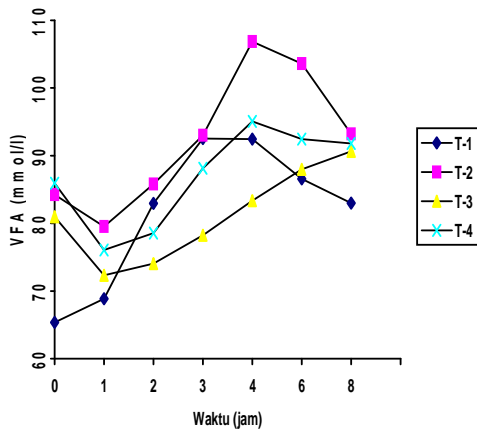
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Parameter Fermentasi Rumen

Kinetik konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen postfeeding disajikan pada gambar 1. Berdasarkan analisis variansi, perlakuan aras UDP (20 dan 30), dan aras energi tidak berpengaruh nyata terhadap konsentrasi amonia pada 0, 1, 2, 3, 4, 6 dan 8 jam setelah pemberian pakan serta rerata selama 24 jam.

Gambar 1. Kinetik Konsentrasi NH<sub>3</sub> Postfeeding

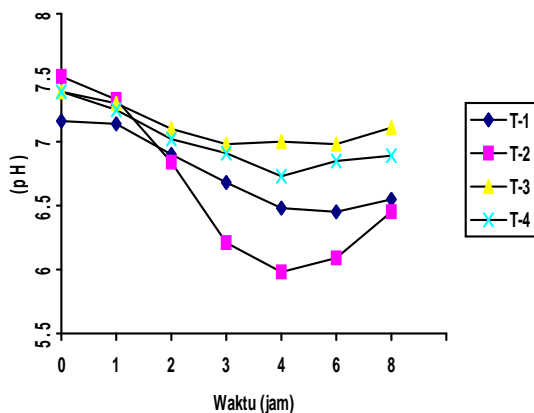
Konsentrasi N-NH<sub>3</sub> mempunyai pola yang sama yaitu meningkat cepat dan menurun, tertinggi dicapai pada 1 jam setelah distribusi pakan untuk semua ransum. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan protein *soluble* pada keempat ransum dilepaskan pada 1 jam setelah pemberian pakan dan perbedaan kandungan RDP pakan terutama antara ransum T-1, T-2 vs T-3, T-4 tidak menyebabkan perbedaan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen. Hal ini dimungkinkan bahwa konsentrasi N-NH<sub>3</sub> cairan rumen merupakan sisa yang tidak dimanfaatkan mikroba dan diabsorpsi, dengan ketersediaan energi yang cukup melimpah pada T-2 dan T-4 menyebabkan ketersediaan NH<sub>3</sub> hasil akhir degradasi protein pakan banyak dimanfaatkan oleh mikroba, dan sebaliknya untuk T-1 dan T-3 yang minim energinya, sehingga tidak memberikan perbedaan konsentrasi NH<sub>3</sub> rumen. Widyobroto *et al.* (1996), melaporkan bahwa *rumen degradable protein* pakan berhubungan erat dengan konsentrasi NH<sub>3</sub> cairan rumen pada kondisi ketersediaan energi yang sama, pakan yang mempunyai degradasi protein tinggi memberikan konsentrasi N-NH<sub>3</sub> yang tinggi dan sebaliknya. Hristov *et al.* (2004), melaporkan bahwa konsentrasi amonia rumen cenderung lebih besar pada ternak yang diberi RDP tinggi (high RDP) dibanding pada



Gambar 2. Kinetik Konsentrasi Volatil Fatty Acid Cairan Rumen Postfeeding

ransum cukup RDP.

Kinetik konsentrasi VFA ternak yang mendapat ransum dengan aras UDP dan energi berbeda disajikan pada Gambar 2. Analisis variansi menunjukkan bahwa aras UDP dan energi tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap produksi total VFA. Kinetik konsentrasi total VFA cenderung tinggi pada ransum energi tinggi (T-2 dan T-4) dibanding T-1 dan T-3. Secara umum keempat ransum percobaan memiliki pola yang hampir sama dengan konsentrasi tertinggi pada 4 jam setelah pemberian pakan. VFA cairan rumen merupakan hasil akhir fermentasi karbohidrat pakan. Hal ini didukung data degradasi BO secara in sacco yang cenderung lebih tinggi pada ternak yang mendapat aras energi tinggi dibanding energi rendah. Konsentrasi VFA dalam rumen berhubungan erat



Gambar 3. Kinetik pH Cairan Rumen Postfeeding

dengan degradasi bahan organik non nitrogen pakan (Widyobroto, 1992).

Hasil diatas sesuai dengan yang dilaporkan Chiou *et al.* (1995), bahwa aras protein dan degradasinya tidak berpengaruh secara nyata terhadap produksi VFA. Hal yang sama ditemukan Rodrigues *et al.* (1997) yang melaporkan bahwa aras UDP dengan suplementasi lemak tidak berpengaruh pada produksi VFA cairan rumen. Walaupun Mansfield *et al.* (1994) melaporkan bahwa menurunnya RDP dalam ransum menurunkan produksi VFA., hal ini disebabkan menurunnya proteolisis dan kurangnya deaminasi oksidatif dari protein pakan.

Kinetik konsentrasi pH cairan rumen ternak yang mendapat ransum dengan aras UDP dan energi berbeda disajikan pada Gambar 3. Secara umum kinetik pH cairan rumen keempat ransum yang digunakan mempunyai pola kinetik pH yang hampir sama, terendah pada 4 jam setelah pemberian pakan sesuai dengan konsentrasi maksimal VFA dicapai pada 4 jam setelah pemberian pakan. Kinetik pH cairan rumen ternak yang mendapat aras UDP tinggi lebih rendah ( $P < 0,01$ ) dibanding ternak yang mendapat ransum UDP rendah pada 3, 4 dan 5 jam setelah pemberian pakan. Sedangkan aras energi, relatif tidak memberikan perbedaan pada pH, hanya pada 4 jam setelah pemberian pakan lebih rendah ( $P < 0,01$ ) pada energi tinggi, sedangkan jam-jam yang lain tidak berbeda nyata. Kinetik pH terendah dicapai T-2 diikuti T-1, T-4 dan T-3 (Gambar 3), hal ini menunjukkan bahwa ternak yang mendapat ransum aras energi tinggi dengan aras UDP rendah (RDP tinggi) mempunyai aktivitas mikroba rumen yang relatif lebih baik disebabkan ketersediaan energi dimbangi dengan ketersediaan prekursor N dalam pentuk  $\text{NH}_3$  dari degradasi protein, sehingga terdapat aspek sinkronisasi ketersediaan energi dan prekursor N untuk mikroba rumen dan sebaliknya untuk ransum T-1 dan T-3. Seperti telah dilaporkan oleh Sauvart *et al.* (1995), Widyobroto (1992) bahwa untuk mengoptimalkan sintesis N mikroba penting dipertimbangkan sinkronisasi pelepasan prekursor N dan kerangka karbon dalam rumen.

### Sintesis Protein Mikroba di Rumen

Ekskresi total derivat purin, Estimasi Suplai N Mikroba dan N mikroba (g/BOTR) pada sapi perah yang mendapat suplementasi UDP dan energi berbeda

Tabel 3. Ekskresi total derivat purin (DP), Estimasi Suplai N Mikrobia(g/ekor/hari) dan N Mikrobia (g/BOTR) pada sapi perah yang mendapat suplementasi UDP dan energi berbeda

Variabel	Ransum				Kontras	
	T1	T2	T3	T4	12vs34	13vs24
DP (mmol/ekor/hari)	59,46	69,70	59,68	75,48	ns	*
Supply N Mo (g/ek/hari)	26,75	35,73	29,83	41,00	ns	*
N Mo (g/BOTR)	11,24	12,41	17,92	13,93	ns	ns

DP : Derivat purin  
 Mo : mikrobia  
 BOTR : bahan organik terfermentasi dalam rumen (0,65 x BOT)

derivat purin pada perlakuan pemberian energi sebanyak 120% dari kebutuhan pada tingkat UDP 20 dan 30%, memberikan ekskresi derivat purin yang lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding pada pemberian energi terbatas yaitu 70% dari kebutuhan yaitu sebesar 72,59 vs 59,57. Perbedaan derivat purin yang diekskresikan secara langsung berpengaruh pada suplai N mikrobia. Pada level energi 120% dari kebutuhan memberikan suplai N mikrobia yang lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) dibanding pada sapi yang diberi energi terbatas (70%), yaitu sebesar 38,37 vs 28,29 g/ekor/hari. Tingginya suplai N mikrobia berkaitan dengan tingkat ketersediaan prekursor N ( $\text{NH}_3$ ) dan energi (VFA) yang cukup di dalam rumen. Satter dan Slyter (1974), menyatakan bahwa maksimum laju sintesis protein mikrobia akan tercapai jika konsentrasi  $\text{NH}_3$  berkisar antara 3,0 – 8,0 mg/100 ml cairan rumen. Walaupun tidak terjadi sinkronisasi pelepasan  $\text{NH}_3$  dan VFA dalam rumen, namun karena pemberian level energi yang melebihi kebutuhan (120%) dan diikuti dengan pemberian RDP yang cukup, mengakibatkan ketersediaan  $\text{NH}_3$  dan VFA juga mencukupi untuk sintesis protein mikrobia. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Valkeners *et al.* (2004), yang menyatakan bahwa Recycling N dalam rumen memegang peranan utama dalam mengatur jumlah ketersediaan N dalam rumen dan mengatur secara kontinyu sinkronisasi N dan energi hasil pencernaan substrat oleh mikroorganisme rumen. Oleh karena itu, tidak sinkronnya ketersediaan energi dan protein dalam pakan untuk mikrobia rumen tidaklah merugikan terhadap pertumbuhan mikrobia rumen atau untuk ternak (induk semang) selama ketersediaan nutrisi seimbang untuk 48 jam.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian aras UDP dan energi yang melebihi kebutuhan memberikan kondisi parameter fermentasi (pH,  $\text{NH}_3$  dan VFA) dan sintesis protein mikrobia yang baik. Sintesis protein mikrobia masih dapat tercapai secara optimal jika  $\text{NH}_3$  dan VFA tersedia dalam keadaan cukup selama 24 jam. Kandungan protein dan energi dalam ransum sapi yang mencukupi kebutuhan sintesis mikroba rumen perlu dipertimbangkan dan yang lebih penting akurasi pemenuhan kebutuhan energi dan protein pada inangnya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen pendidikan Nasional yang telah memberikan dana untuk penelitian ini melalui Hibah Bersaing No Kontrak 017/P2IPT/PHB/V/2000.

## DAFTAR PUSTAKA

- Chen, X.B., Y.K. Chen, M.F. Franklin, E.R. Orskov and W.J. Shand. 1992. The effect of feed intake and body weight on purin derivative excretion and microbial protein supply in sheep. *J. Anim. Sci.* 70 : 1534 – 1542.
- Chiou-Shyang-Peter Wen; Kuen-Jaw Chen; Kwen-Sheng Kuo; Jenn-Chung Hsu; Bi Yu. 1995. Studies on the application of an undegradable system to high yielding dairy cattle in Taiwan. *Anim.*

- Feed Sci. and Technol. 54:93-102.
- Dijkstra, J. 1994. Production and absorption of volatile fatty acids in the rumen. *Livestock prod. Sci.* 39: 61 – 69
- Hristov, A.N., R. P. Etter, J. K. Ropp, and K. L. Grande. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *J. Anim Sci.* 82 : 3219 – 3229
- INRA {L'Institut National Recherches Agronomique}. 1988. *Alimentation des Bovins, Ovins et Caprins*, Ed. R. Jarrige. Paris. p.417
- Mansfield, H.R., M. P. Stern, and D.E. Otterby. 1994. Effect of beet pulp and animal by products on milk yield and in vitro fermentation by rumen microorganism. *J. Dairy Sci.* 77: 205
- Mc Donald, P, R.A. Edwards, and J.F.D. Greenhalgh. 1988. *Animal Nutrition*. (4<sup>th</sup> Ed.), Longman, London.
- Robinson, P.H., R.E. Mcqueen, and P.L. Burgess. 1991. Influence of rumen undegraded protein levels on feed intake and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74: 1623 – 1631.
- Rodriguez, L.A., C.C. Stallings, J.H. Herbein, dan M.L. McGilliard. 1997. Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and Jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *J. Dairy Sci.* 80 : 3368 – 3376
- Satter, L. D. and L. L. Slytter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro *Br. J. Nutr.* 32:1999-208.
- Sauvant D., E.Grenet, and M. Doreau. 1995. Degradation chimiques des aliments dans le reticulo-rumen : cinétique et importance. In : *Nutrition des ruminants domestiques*. INRA editions. pp. 381-406.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1970. *Principle and Procedure of Statistics*. McGraw Hall Company Inc. New York.
- Valkeners, D., A. The'wis, F. Piron, and Y. Beckers. 2004. Effect of imbalance between energy and nitrogen supplies on microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in growing double-muscled Belgian Blue bulls. *J. Anim Sci.* 82 : 1818 – 1825.
- Widyobroto B.P., M. Soejono, H. Hartadi, D.A. Kusumaningrum. 2001. Pengaruh tingkat undegraded protein terhadap produksi dan kualitas susu sapi perah. *Buletin Peternakan UGM*. Edisi Tambahan. Desember 2001.
- Widyobroto B.P., SPS. Budhi, A. Agus and B. Santosa. 1999. Effect of undegraded protein level on nutrient digestibility and microbial protein synthesis of dairy cows. In : *Lobley GE, A. White and JC. MacRae. (Ed). Protein metabolism and nutrition. Book of abstracts of the VIIIth International Symposium on Protein and Metabolism. P. 72. European Association for Animal Production (EAAP) publication Wageningen Holland.*
- Widyobroto B.P., S. Padmowijoto, R. Utomo and M. Soejono. 1995 In *Sacco degradation of eight tropical forages. Ann. Zootch.* 44(Suppl), 194.
- Widyobroto B.P., S. Padmowijoto dan R. Utomo. 1995. Degradasi Bahan Organik dan Protein secara *In sacco* lima Rumput Tropik. *Buletin Peternakan*. Vol 19:45-55.
- Widyobroto B.P. 1992. Pengaruh aras konsentrat dalam ransum terhadap pencernaan dan sintesis N mikroba dalam rumen pada sapi perah. *Buletin*