

Pengaruh Nisbah Energi-Protein, Nitrogen-Sulfur dan Kalsium-Fosfor Terhadap Produk Metabolisme Rumen dan Kecernaan Substrat

(Influence of the ratio of energy-protein, nitrogen-sulphur, and calcium-phosphor upon rumen metabolism product and digestibility of substrat)

S.N.O. Suwandyastuti¹

¹Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman

ABSTRACT The Rumen microbes are capable to digest the glucosa polymer of plant waste for energy source and can used the Non Protein Nitrogen (NPN) for body protein synthesis, if the other precursor (Sulphur, Phospor and Branch Chain of Carbon) are available. To know the effectivity of the utilization of plant waste for energy, an experiment have been conducted by *in vitro* method, used the Randomized Block Design, four replication, factorial 3³. The factors tested are : (1) three levels of energy : protein (E/P) ratio : 4, 5 and 6; (2) three levels of Nitrogen : Sulphur (N/S)ratio: 7.5, 10 and 12.5; (3) three levels of Calsium : Phospor (Ca/P) ratio : 0.5, 1 and 2. The

variables measured are : synthesis of protein microbes (SPM) ; production of Volatile Fatty Acid (VFA) and Nitrogen Ammonia (N-NH₃); the digestibility of substrat. Based on the all variable measured, the experiment can be concluded : (1) the effectivity of the utilization of rice straw will be increased if it used is fortified with 50 percent TDN as energy source (E/P=4), 0.20 percent dry matter of sulphur (N/S=10) and 0.0625 - 0.125 percent dry matter (DM) of phospor (Ca/P=1.0 – 2.0); (2) To stimulate the activity of cellulolytic microbes, its need the fortification of sulphur until reach the optimum level (must be investigated).

Key words : fortification, rumen metabolism, digestibility.

2013 Agripet : Vol (13) No. 2 : 1-6

PENDAHULUAN

Ditinjau dari sifat fisiologisnya, ternak ruminansia dapat memberikan keuntungan, karena mampu memanfaatkan bahan pakan berkualitas rendah (Suwandyastuti, 1996). Ruminansia mempunyai sistem pencernaan fermentatif dan hidrolitis (Church, 1979; Campbell and Reece, 2005). Mikroba rumen dapat mencerna selulosa dan polimer tanaman yang tidak tercerna oleh hewan. Disamping itu, dapat mempergunakan senyawa nitrogen bukan protein (Non-protein Nitrogen=NPN) untuk sintesis protein tubuhnya, apabila bahan dasar (peccursor) yang lain (kerangka karbon, energi, sulfur dan fosfor) cukup tersedia

(Suwandyastuti, 1996; Campbell and Reece, 2005; Kranse *et al.*, 2003).

Jerami padi sudah sering digunakan untuk pakan ruminansia, walaupun nilai nutrient dan kecernaannya rendah. Pembasahan dengan filtrat larutan abu sekam padi berhasil meningkatkan kecernaan jerami padi secara *in vitro* maupun *in vivo* (Suwandyastuti, 1996; Suwandyastuti, and Bata, 2010). Untuk meningkatkan nilai nutrient, diperlukan penambahan sumber energi, nitrogen (protein atau NPN) dan Mineral (Suwandyastuti, 1996).

Untuk mengetahui peningkatan mutu jerami padi yang dibasahi dengan larutan basa lemah (Filtrat larutan abu sekam padi), dengan berbagai nisbah energi-protein, nitrogen- sulfur dan kalsium-fosfor, maka dilakukan pengukuran produk metabolisme dalam cairan rumen sapi, serta kecernaan substrat secara *in vitro*.

Corresponding author : suwandyastuti@gmail.com

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan dengan metode eksperimental secara *in vitro*, menggunakan Rancangan Acak Kelompok, pola faktorial 3^3 , masing-masing 4 ulangan (Gill, 1978). Substrat dasar terdiri dari jerami padi yang dibasahi filtrat larutan abu sekam padi 25 persen dan campuran mineral (*Cattle Mix Pfizer*). Semua substrat percobaan dibuat “isonitrogen” (2 persen Nitrogen (N) = 12,5 persen protein kasar) dan “isokalsium” (Kalsium (Ca) = 1 persen protein kasar). Sesuai masing-masing perlakuan, substrat dasar ditambah galek sebagai sumber energi, urea sebagai sumber N, Na_2SO_4 untuk S, CaCO_3 untuk Ca dan Na_2HPO_4 untuk P, sehingga diperoleh nisbah energi : protein (E/P) (faktor 1) : 4, 5 dan 6; nisbah nitrogen : sulfur (N/S) (faktor 2) : 7,5, 10 dan 12,5 nisbah kalsium : fosfor (Ca/P) (faktor 3) : 0,5, 1 dan 2. Sebagai donor cairan rumen adalah : sapi peranakan FH jantan berfistula yang diberi jerami padi dan rumput gajah segar secara *ad libitum*.

Peubah yang diukur : Sintesis Protein Mikroba Rumen (SPM); produksi Asam Lemak Atsiri (VFA = *Volatile Fatty Acid*) dan Nitrogen Amonia (N-NH_3); pencernaan substrat percobaan. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diuji terhadap peubah respon yang diukur, dilakukan sidik ragam dilanjutkan uji ortogonal polinomial (Gill, 1978).

Sintesis protein mikroba diukur dengan teknik *tracer* menggunakan ^{35}S (Sulfur-35), menurut cara Harmeyer *et al.*, (1974), yang dimodifikasi (Johnson and Nishita, 1952; Jeffay *et al.*, 1960; Harmeyer *et al.*, 1976) dengan rancangan inkubasi : cairan rumen 40,0 ml; larutan *Mc Dougalls* 60,0 ml; substrat 5 gr; larutan $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$ 0,5 microcurie; lama inkubasi 6 jam ; pH 6,4 – 6,5 dan suhu 40°C . Produksi N-NH_3 diukur dengan teknik mikro difusi *Conway*, VFA dengan metode penyulingan uap dan pencernaan substrat dengan metode *Tilley and Terry* (University of Wisconsin, 1966) yang dimodifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Protein Mikroba

Sintesis Protein Mikroba menurun secara linier dengan penambahan galek sebagai sumber energi ($P < 0,01$). Sebaliknya S-SO_4 sangat intensif merangsang sintesis protein mikroba (Henderickx *et al.*, 1962; Durand *et al.*, 1974; Thomas and Rook., 1981; Suwandyastuti, 1966), sintesis protein mikroba tertinggi 57,065 mg/l dicapai pada nisbah N/S = 9,09 ($P < 0,01$), sehingga interaksi E/P x N/S sangat nyata. Tabel 1 menyajikan sintesis protein mikroba karena pengaruh interaksi E/P x N/S.

Tabel 1. Sintesis Protein Mikroba karena Pengaruh interaksi E/P x N/S

N/S	E/P		
	4	5	6
	mg / l / jam		
7,5	58,02 ± 8,01	54,30 ± 8,54	42,14 ± 5,09
10,0	81,75 ± 7,14	48,85 ± 6,11	34,09 ± 5,15
12,5	37,97 ± 5,11	30,65 ± 2,88	31,06 ± 3,88

Hubungan antara interaksi E/P x N/S dengan TSP berbentuk persamaan berikut :
$$\text{TSP} = - 50,505 - 11,742 (\text{E/P}) + 36,476 (\text{N/S}) - 2,006 (\text{N/S})^2$$
 $(R^2 = 0,754).$

Hasil ini menunjukkan, bahwa penggunaan urea sebagai sumber nitrogen bukan protein harus disertai pula dengan penambahan sulfur dan sumber energi. Penggunaan urea akan intensif, apabila nisbah N/S sekitar 10,5 (Hume *et al.*, 1970; Maynard *et al.*, 1979). Pada penelitian ini Sintesis Protein Mikroba tertinggi dicapai pada nisbah N/S = 10 dengan E/P = 4, yaitu sebesar $81,75 \pm 17,14$ mg/l/jam. Mendukung pendapat terdahulu (Church, 1979; Suwandyastuti, 1996; Campbell and Reece, 2005; CSIRO, 2007; Suwandyastuti, 2007), Nisbah Ca/P optimum untuk hewan induk semang maupun mikroba rumen berkisar antara 1-2. Pada penelitian ini sintesis protein mikroba tertinggi, 54.975 mg/l/jam, dicapai pada nisbah Ca/P = 1.173 ($P < 0.01$)

Produksi Nitrogen Amonia

Komposisi dan sifat bahan makanan sangat berpengaruh terhadap produksi nitrogen amonia di dalam rumen. Tanpa penambahan urea dan sebelum mengalami hidrolisis basa, jerami padi hanya menghasilkan N-NH₃ sebesar 7,98 mM (Manalu, 1981). Setelah dibasahi laturan basa abu sekam padi 25 persen dan ditambah urea, ternyata produksinya meningkat, sedangkan interaksi kedua faktor tersebut juga nyata (Suwandyastuti, 1996; Manalu, 1998). Di samping melarutkan Si, pembasahan dengan larutan abu sekam padi diduga dapat pula melepaskan NH₃, karena ion pengikatnya akan terikat oleh kation-kation yang dikandungnya.

Pada penelitian ini produksi nitrogen amonia (NA) menurun secara linier dengan meningkatnya nisbah energi protein (E/P), menurut persamaan : $NA = 76,497 - 5,34 (E/P)$ ($R^2 = 0,998$). Meningkatnya nisbah energi-protein sebanding dengan jumlah bahan makanan alami, yaitu gapek, tetapi berbanding terbalik dengan urea, sehingga makin sedikit terjadi *deaminasi* menjadi amonia. Tanpa penambahan nitrogen bukan protein, produksi N-NH₃ meningkat setara dengan presentase protein kasar dalam ransum (Satter dan Roffler, 1981). Dengan kadar protein yang sama, produksi N-NH₃ meningkat setara dengan penambahan urea. Produksi N-NH₃ pada E/P = 4 lebih tinggi daripada E/P = 5 maupun E/P = 6 ($P < 0,001$). Interaksi antara E/P x N/S berpengaruh sangat nyata terhadap produksi nitrogen amonia ($P < 0,01$), hubungannya berbentuk persamaan linier:

$$NA = 78,95 - 5,295 (E/P) + 0,262 (N/S) (R^2 = 0,92).$$

Tabel 2. Produksi Nitrogen – Amonia karena pengaruh interaksi E/P x N/S

N/S	E/P		
	4	5	6
	mM / L		
7,5	53,59 ± 1,63	49,33 ± 1,44	45,50 ± 1,88
10,0	53,91 ± 2,43	48,80 ± 1,34	44,69 ± 1,85
12,5	58,33 ± 1,84	50,40 ± 1,61	43,62 ± 1,51

Pada Tabel 2 terlihat, produksi N-NH₃ tertinggi dicapai pada nisbah E/P = 4 dan N/S = 12,5. Dengan demikian jelas, bahwa penambahan sulfur tidak ada manfaatnya tanpa adanya sumber energi. Kadar N-NH₃ sebesar 50 mg perliter atau sekitar 3,6 mM sudah cukup untuk menunjang pertumbuhan mikroba rumen yang maksimal (Satter dan Slyter, 1974).

Sintesis protein mikroba meningkat secara linier dengan meningkatnya konsentrasi N-NH₃ dalam medium inkubasi (Satter dan Slyter, 1974; Anna Nikolic *et al*, 1974), tetapi hanya sampai batas tertentu. Dalam penelitian ini hubungan antara sintesis protein mikroba rumen dengan produksi N-NH₃ tidak nyata ($r = 0,32$). Hal ini mungkin disebabkan karena kadar N-NH₃ rata-rata 44,80 mM, jauh diatas konsentrasi optimum, sedangkan semua substrat “isonitrogen”.

Produksi Asam Lemak Atsiri

Faktor terpenting yang menentukan jumlah sintesis protein mikroba adalah tersedianya sumber energi (Smith *et al*, 1976) Produk utama fermentasi KH dalam rumen adalah asam lemak atsiri (VFA), sebagai sumber energi untuk mikroba rumen (Hungate, 1966; Chruch, 1979; McDonald *et al*, 2002), dan sebagai kerangka karbon untuk sintesis protein (Campbell and Reece, 2005; Suwandyastuti, 2007). Seperti halnya N-NH₃, produksi asam lemak atsiri total maupun proporsinya sangat dipengaruhi sifat dan komposisi ransum atau substrat (Hungate, 1966; Satter dan Slyter, 1974; Satter dan Roffler, 1981; Suwandyastuti, 2007).

Pada penelitian ini nisbah energi-protein, maupun nitrogen-sulfur tidak berpengaruh nyata terhadap produksi asam lemak atsiri, tetapi interaksi kedua faktor tersebut nyata ($P < 0,05$) (Tabel 3), artinya bahwa penambahan S-SO₄ akan merangsang aktivitas mikroba rumen, apabila tersedia pula sumber energi dan nitrogen yang cukup. Hubungan antara produksi asam lemak atsiri (ALA) dengan E/P dan N/S dapat didekati dengan persamaan berikut :

ALA = 45,938 + 0,64 (E/P) - 0,01 (E/P)² + 11,475 (N/S) - 0,574 (N/S)², tetapi hubungan tersebut tidak nyata (R² = 0,44). Produksi asam lemak atsiri tertinggi 114,4 mM, dicapai pada nisbah E/P = 4 dengan N/S = 10. Hasil ini mendukung pendapat Hume *et al*, (1970), bahwa efisiensi maksimal dalam penggunaan nitrogen dicapai pada nisbah N/S = 10.

Tabel 3. Produksi Asam Lemak Atsiri karena Interaksi E/P x N/S

N/S	E/P		
	4	5	6
	mM/L		
7,5	99,37 ± 4,87	107,5 ± 3,28	101,3 ± 3,08
10,0	114,4 ± 2,00	101,2 ± 4,07	110,0 ± 2,34
12,5	105,2 ± 2,25	105,3 ± 4,15	100,9 ± 3,64

Menurut Church (1979), penambahan fosfor ke dalam cairan rumen akan meningkatkan aktivitas mikroba rumen, sehingga produksi asam lemak atsiri juga meningkat. Nisbah kalsium fosfor menghasilkan produksi Asam Lemak Atsiri (ALA) tertinggi pada Ca/P = 1,053 (P<0,01). Hubungan antara asam lemak atsiri dengan nisbah Ca/P berbentuk persamaan kuadrat: ALA = 109,165 - 1,718 (Ca/P) - 16,483 (Ca/P)² (R² = 1). Asam lemak atsiri pada Ca/P = 1, lebih tinggi dari pada Ca/P = 0,5 maupun Ca/P = 2 (P<0,01). Hasil ini mendukung pernyataan para peneliti terdahulu, bahwa nisbah Ca/P optimum baik untuk ternak maupun mikroba rumen berkisar antara 1-2. (Church, 1979; Suwandiyastuti, 1996; Campbell dan Reece, 2005; NRC, 2005; CSIRO, 2007; Suwandiyastuti, 2007)

Kecernaan Substrat Percobaan

Pembasahan dengan larutan abu sekam padi 25 persen berhasil meningkatkan kecernaan jerami padi (Suwandiyastuti, 1996). Penambahan sumber energi, nitrogen dan mineral dapat meningkatkan koefisien cerna jerami padi yang dibasahi larutan abu sekam padi 25 persen sampai sekitar dua kali lipat. Sumber energi dan mineral dapat merangsang aktivitas mikroba rumen untuk mencerna jerami padi. Kecernaan bahan kering (KBK) menurun secara linier dengan meningkatnya

nisbah energi protein (P<0,05), demikian pula KBO (P<0,01).

KBK tertinggi, 58,89 persen dicapai pada nisbah Ca/P = 1,023 (P<0,05) dan KBO sebesar 63,28% pada Ca/P = 1,095 (P<0,01). Interaksi antara E/P dengan Ca/P berpengaruh nyata terhadap KBK (P<0,01) maupun KBO (P<0,05). Penambahan fosfor dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen (Church, 1979), apabila tersedia pula sumber energi yang cukup. Hubungan antara E/P dan Ca/P dengan KBK berbentuk persamaan kuadrat: KBK = 68,489 - 1,922 (E/P) + 0,149 (Ca/P) - 3 (Ca/P)² (R² = 0,79), sedangkan dengan KBO mengikuti persamaan berikut: KBO = 76,059 - 2,782 (E/P) + 0,63 (Ca/P) (R² = 0,8).

KESIMPULAN

Berdasarkan parameter metabolisme rumen yang diukur dan kecernaan substrat secara *in vitro*, dapat diambil kesimpulan :

1. Pembahasan dengan filtrat larutan abu sekam padi berhasil meningkatkan kecernaan jerami padi.
2. Manfaat dan nilai nutriennya meningkat, apabila disertai dengan penambahan sumber energi 50 persen TDN, Sumber N sebanyak 2 persen (setara dengan 12,5 persen protein kasar), dengan S 0,20 persen dan Fosfor sekitar 0,0625-0,125 persen. (E/P = 4, N/S = 10,5 dan Ca/P = 1,17-2)
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih efektif, penambahan Sulfur perlu ditingkatkan sampai mencapai optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N. and Reece, J. 2005. *Animal Nutrition*. 7th Ed., Pearson Education, Inc. Publishing.
- Church, D. C. 1979. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants*. Vol. I. Digestive Physiology. 2nd Ed. Metropolitan Print. Co Portland.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) 2007.

- Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publish., Canberra, Australia.
- Durand, M. L. Gueguen, F. Prieto. 1974. *Effect of Source of Energy and Minerals on Microbial Protein Synthesis in the Rumen Using Labelled Sulphur as Indicator*. Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants II. (Proc. Res. Co-ord. Meeting and Panel, Vienna, 1974), IAEA, Vienna (1975) : 29.
- Gill, J.L. 1978. *Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Science*. Vol.2. The Iowa State University Press., Ames, Iowa, U.S.A.
- Harmeyer, H., H. Holler, H. Martens, C. von Grabe. 1976. "Estimate of Microbial Protein synthesis in vitro by Simultaneous use of Three Different Isotopic Markers". Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants III. (Proc. Res. CO-ord. Meeting, vienna, 1976), IAEA, Vienna (1976) : 74.
- Harmeyer, J. H. Martens, H. Holler. 1974. "Incorporation of S-35 by Rumen Micro-organism in Vitro at Various Microbial Growth Rates, Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants II". (Proc. Res. Co-ord. Meeting and Panel, Vienna, 1974), IAEA, Vienna (1975) : 7.
- Henderickx, H., J. Martin, L. Baert. 1962. *The Use of S-35 in the Study of Rumen Metabolism*. Utilisation des Tradeurs, Comp. Rend., 28:65 – 81.
- Hume, I. D., Moir, R. J and Somers, M. 1970. "Synthesis of Microbial Protein in the Rumen". I. Influence of Nitrogen Intake. Aust. J. Agric. Ric., 21 : 283 – 296.
- Hungate, R. E. 1966. *The Rumen and Its Microbes*. Academic Press., New York.
- Jeffay, H. F. O Olubajo and Jewell, W. R. 1960. "Determination of Radioactive Sulfur in Biological Material". J. Anal. Chem., 32 : 306.
- Johnson, C. M. and Nishita, H.1952. "Microestimation of Sulfur, In Plant Materials, Soils and Irrigation Waters". J. Anal. Chem., 24 (4) : 736 – 742.
- Kincaid, R. L. and Rodehutsord, M. 2005. *Phosphorus Metabolism in the Rumen*. In : E. Pfeffler and A. N. Hristov. Ed. Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. CABI Publish., Cambridge, U.S.A.
- Krance, D.O., S.E. Denman, R.I. Machie, M. Marrison, A.L Rae, Attwood G.T and Mc Sweeny, C.S. 2003. *Opportunities to Improve Fiber Degradation in Rumen : Microbiology, Ecology and Genomie*. FEMS Microbiology Review, 27 : 663 – 669.
- Manalu, W. 1981. "Pengaruh Pembasahan dalam Larutan Abu Sekam Padi serta Penambahan Urea dan Belerang Terhadap Nilai Gizi Jerami Padi". *Karya Ilmiah*. Fak. Peternakan I.P.B. Bogor.
- Maynard, L.A., J.K. Looslie, H. F. Huntz and Wagner, R. G. 1979. *Animal Nutrition*. TMH Ed. Tata McGraw Hill Publs. Co.Ltd. New Delhi.
- McDonald, P., Edwards, R.A. and Greenhalg, J. F. D. 2002. *Animal Nutrition*. 2nd Ed., Huntsmen offset Print., Pte., Ltd., Singapore.
- Satter, L. D and L.L. Slyter. 1974. "Effect of Ammonia Concentration on Rumen Microbial Protein Production in vitro". Br. J. Nutr., 32: 199.

- _____. 1981. "Influence of Nitrogen and Carbohydrate Inputs on Rumen Fermentation". Recent Developments in Ruminant Nutrition. 1st Pubs. Butterworth's, London, Boston, Sydney, Wellington, Durban, Toronto. 115 – 139p.
- Smith, R.H., D.N. Salter, A.B. McAllan, A.P. Williams. 1976. "Synthesis of Microbial Nitrogen Compounds in the Rumen and Their Digestion in the Small Intestine, Tracer Studies on Non-Protein Nitrogen for Ruminants III". (Proc. Res. Co-Ord. Meeting, IAEA, Vienna (1976).
- Suwandyastuti, S.N.O. 1996. *Pengaruh Penambahan Energi, Sulfur dan Fosfor terhadap Produk Metabolisme Rumen pada Pengukuran Secara in vitro*. Fakultas Peternakan UNSOED, Purwokerto.
- Suwandyastuti, S.N.O. 2007. "Produk Metabolisme Rumen pada Domba Jantan". J. Anim Prod. 9 (1) : 9–13.
- Suwandyastuti, S.N.O., Bata, M., 2010. "Improvement of Rice Straw for Ruminant Feed Through Unconventional Alkali Treatment And Supplementation Of Various Protein Sources". J. Anim. Prod. 12 (2): 82-85.
- Thomas, P.C. and J.A.F. Rook. 1981. "Manipulation of Rumen Fermentation. Recent Developments in Ruminant Nutrition". 1st Pubs., Butterworth's, London, Boston, Sydney, Wellington, Durban, Toronto. 157 -182p.
- University of Wisconsin, 1966. *General Laboratory Procedures*. Dept. of. Dairy Science, Wisconsin.