

**KEGIATAN MIKROBA DI RUMEN DAN MANIPULASINYA  
UNTUK MENAIKKAN EFISIENSI PRODUKSI TERNAK**

Kuswandi<sup>1</sup>

**INTISARI**

Kajian tentang peranan mikroba di rumen, dampak-dampak kegiatan mikroba serta usaha manipulasi untuk menaikkan efisiensi produksi ternak dibahas untuk mengungkapkan terobosan yang perlu dilakukan. Dari informasi data dasar pertumbuhan dan kegiatan mikroba yang telah dipublikasi, dan fakta sifat pakan di Indonesia, dewasa ini nampaknya lebih cocok untuk merekayasa strain mikroba penghasil energi dan protein, penggunaan agen anabolik, serta pemilihan dan perlakuan bahan pakan agar hasil akhir fermentasi lebih berdayaguna bagi ternak.

(Kata kunci: Mikroba, Rekayasa strain, Energi, Protein, Efisiensi.)

Buletin Peternakan 17: 68-76, 1993

**RUMEN MICROBIAL ACTIVITIES AND MANIPULATION IN  
INCREASING ANIMAL PRODUCTION EFFICIENCY**

**ABSTRACT**

Studies on microorganism's role in the rumen and its activity's responses, and efforts of manipulation to increase the production efficiency of livestock were discussed to obtain steps necessary conducted. Of basic data of animal growth and published microbial activities feedstuff characteristics in Indonesia, it is more likely that now is suitable to engineer strains of energy and protein yielding-microbes, use anabolic agents, and choose and treat feedstuffs in order to gain the utilisation of end product fermentation to the animal.

(Key words: Microbes, Strain engineering, Energy, Protein, Efficiency.)

<sup>1</sup> Balai Penelitian Ternak, Bogor

### Pendahuluan

Ternak pemamah biak (ruminansia) mampu menghasilkan pangan bagi manusia dari sumber serat dan bahan bukan protein tanpa bersaing dengan manusia dalam memenuhi kebutuhan pakannya. Proses penggunaan pakan tersebut menjadi tersedia bagi produksi ternak sangat didukung oleh kegiatan mikroba di perut depan (rumen).

Kehadiran mikroba di rumen mutlak diperlukankarena disamping peranannya sebagai zat makanan langsung bagi hewan inang, mikroba memperbanyak dirinya menggunakan nitrogen (N) hasil perombakannya dan energi yang tersedia, selanjutnya mikroba ini setelah dicerna di usus, dan diserap, menjadi sumber protein bagi inangnya (ternak tersebut). Karena produksi ternak sering merupakan fungsi dari konsumsi pakan (Kuswandi, 1989), kecernaan pakan yang dapat menaikkan konsumsi pakan telah menjadikan perhatian pakar nutrisi untuk mempelajari peranan pertumbuhan populasi dan masa mikroba pada ternak, serta menerapkan bioteknologi untuk optimasi produksi, khususnya ruminansia.

Pada kertas ini dibahas peranan mikroba dan dampak-dampak kegiatannya serta usaha manipulasi untuk menaikkan efisiensi produksi ternak.

### Pembahasan

#### Gambaran pakan ternak ruminansia di Indonesia

Hasil-hasil pengamatan menunjukkan keragaman pakan dari rumput-rumput yang lazim digunakan, hijauan leguminosa, hingga pakan penguat berupa pakan konsentrat dan hasil limbah pertanian.

Rumput-rumput di Indonesia yang tergolong  $C_4$  mengandung biomasa yang sukar dicerna, meliputi *mesophil* dan *phloem*, kira-kira mempunyai 2 kali proporsi jaringan yang sukar dicerna (seperti lapisan epidermis dan parenkim) dibanding spesies rumput dari daerah beriklim

sedang atau golongan  $C_3$  (Stryer, 1981). Menuanya rumput golongan  $C_4$  ini disertai lignifikasi menyulitkan pemecahan hemiselulosa di dalam rumen ternak ruminansia. Kegiatan pemecahan serat di rumen dipengaruhi status gizi mikroba pencerna serat, kolonisasi oleh mikroba tersebut dari dinding sel tanaman dan laju kehilangan hasil-hasil akhir metabolismanya (Leng, 1984). Hambatan-hambatan dari salah satu dari proses-proses ini dapat menekan degradasi dinding sel dan tentunya produksi ternak (Kuswandi, 1989, unpublished). Kegiatan bakteri pemecah selulosa tergantung pada zat-zat makanan, khususnya N-amonias, hasil peragian oleh spesies lain. Ketersediaan sumber belerang atau sulfur (S) dapat mempengaruhi perkembangan bakteri-bakteri pemecah selulosa ini, maupun fungi.

Rumput alam di pedesaan mengandung dinding sel atau *neutral detergent fiber* (NDF) 64% dan *acid detergent fiber* (ADF) 37-38% dengan kecernaan *in vitro* fraksi dinding sel 50% (SR-CRSP Annual Report, 1984). Kecernaan lebih rendah pada rumput liar (35%), semak dan daun-daunan (27,5%) dan limbah pertanian (40%) ditambah dengan kandungan protein rumput yang rendah (7%) menurut van Eys *et al* (1983), hal ini tidak memenuhi kebutuhan standar. Penggunaan jerami padi memberikan respons yang lebih jelek.

Dari gambaran itu ditempuh cara penambahan pakan penguat sumber protein dan/atau energi. Contoh bahan yang dikategorikan mudah dicerna di rumen adalah ampas kecap, ampas tahu, bungkil jarak, bungkil kapuk, dan daun kacang-kacangan sebagai sumber protein; ampas bir sebagai sumber protein dan energi; dedak gandum, dedak padi, dedak jagung sebagai sumber energi. Yang sukar dicerna adalah bungkil kedele, bungkil wijen, bungkil kelapa, bungkil kelapa sawit sebagai sumber protein dan energi; dan onggok sebagai sumber energi (Romziah, 1988; Sunarso, 1988). Walaupun demikian, petani di pedesaan belum biasa memanfaatkan pakan-pakan tambahan. Ini menyebabkan rendahnya produktivitas mengingat respons ruminansia di daerah tropis kurang dibanding di daerah beriklim sedang (Leng, 1989).

### Mikroba di rumen

Sebagai mikroba di rumen spesifik menurut habitatnya. Mikroba ini dapat berasal dari kontak antar hewan, makanan atau minuman. Dalam proses perkembangan rumen, bakteri anaerob fakultatif, terutama penghasil laktat (*Streptococci* dan *Lactobacilli*), masuk melewati ambing induk. Pada saat anak diperkenalkan dengan pakan kasar, aliran saliva naik sehingga menaikkan pH rumen dan bakteri-bakteri pemakai laktat dan pencerna selulosa muncul di rumen (Hungate, 1966). Protozoa dapat ditemukan berasal dari hewan dewasa tetapi kebanyakan mati, dan setelah pH rumen naik menjadi  $\pm 6$  *Entodinia* tahan dan berbiak (Leng, 1984). Dengan populasi campuran, memungkinkan pencernaan hujauan sehingga konsumsinya naik dan mulailah ruminasi. Pada pH lebih tinggi, *entodiniomorphids* dan *holotrichs* dapat tumbuh, kemudian *Ophryoscolex*. Selanjutnya pada hewan sejak lepas sapih dapat ditemukan mikroba yang lebih kompleks (Tabel 1).

Bakteri proteolitik yang banyak terdapat di rumen adalah *Butyvirio fibrisolvens* (juga sakarolitik, selulolitik, pektinolitik, amilolitik, dekstrinolitik, lipolitik), *Bacteroides amylophilus* (juga amilo- dan dekstrinolitik), *B. ruminicola* (juga sakarolitik, amilolitik, silanolitik, pektinolitik) dan *Lachnospira multiparus* (juga pektinolitik, amilolitik). Banyak data hasil penelitian masa lalu menyebutkan jumlah mikroba, khususnya protozoa, lebih sedikit dari kenyataan karena hanya menggunakan sampel cairan rumen. Protozoa lebih banyak didapati di bagian partikel pakan dibanding di cairan rumen (Leng, 1984).

Beberapa zat makanan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah nitrogen (N), energi, mineral dan asam lemak rantai bercabang. Banyak pakar (seperti Bird *et al.*, 1979; Bird dan Leng 1978 dan Imahi, 1985) menganggap bahwa pertumbuhan bakteri lebih penting daripada protozoa. Tersedianya N sebanyak 3,5-4 g/100 g bahan organik tercerna diperkirakan optimal untuk pertumbuhan mikroba. Efisiensi maksimum pembentukan mikroba di rumen (*in vitro*) 50 mg N amonia/l (Satter dan Slyter, 1974), tetapi secara *in vivo* beragam menurut jenis ransum, yaitu 20-80 mg/dl

(Pisulewski *et al.*, 1981). Rumput hermtu rendah di lahan kering mungkin dicerna secara maksimal dengan konsentrasi N amonia di rumen 45 mg/l (Boniface *et al.*, 1986). Doyle dan Djajanegara (1983) mendapatkan angka kebutuhan belerang (S) 1,2-1,5 g/kg bahan kering, dengan dasar nisbah N:S yang dapat membentuk bakteri dan protozoa berkisar 16:1 sampai 25:1, sedangkan Harrison dan McAllan (1980) memperkirakan nisbah optimal 20:1.

### Peranan mikroba rumen

Mikroba di rumen mempunyai peranan penting dalam dua hal, yaitu sebagai sumber protein dari tubuhnya, dan penghasil sumber energi hasil fermentasinya di rumen. Namun harapan utamanya adalah untuk menghasilkan protein mikroba yang dapat meninggalkan rumen dalam jumlah besar.

Chalupa (1972) mensitasi keunggulan nilai biologi protozoa atas bakteri dalam hal mutu, pencernaan dan kegunaan protein bagi ternak. Dari N asal pakan yang membentuk mikroba, 80% N diubah menjadi protein bakteri atau asam amino, 20% berupa N asam nukleat. Kandungan protein kasar (N x 6,25) mikroba di rumen sekitar 50-87% (Bunker, 1963; Heydeman, 1973).

Pendugaan hasil protein mikroba di rumen adalah berdasarkan jumlah bahan organik tercerna atau mol adenosine triple phosphate (ATP) yang tersedia karena untuk pertumbuhannya diperlukan energi. Untuk tiap mol ATP yang tersedia, rata-rata 10-33 g bahan kering (BK) mikroba dihasilkan (Hespell dan Bryan, 1979), namun untuk kebanyakan ruminansia, angka rata-rata 10,5-26 adalah paling umum (Senez, 1962; Shirley, 1986) untuk *in vitro* hingga *in vivo*. Energi yang tersedia dapat pula ditunjukkan oleh satuan bahan organik yang tecerna di rumen. Tiap 100 g bahan organik tercerna yang difermentasikan di rumen dihasilkan 20 g BK bakteri (Hogan dan Weston, 1970), mendekati hasil perhitungan rata-rata Thomas (1973), 20 g protein mikroba/100 g bahan organik (tercerna tanpa koreksi) dengan rata-rata 9,6-33,2 g. Czerkawski (1978) mendapatkan angka rata-rata 12,6 g protein/100 g bahn organik terfermentasi, dengan kisaran 7,6-20,3 sedangkan



TABEL 1. BEBERAPA MIKROBA PENTING DI RUMEN, KEBUTUHAN ZAT MAKANAN DAN PRODUKNYA

Spesies mikroba	Substrat sekunder <sup>a</sup>	Produk <sup>b</sup>	Kebutuhan zat <sup>c</sup>
<b>(Holo) selulolitik</b>			
<i>Bacteroidessuccinogenes</i>	Pt, Pk	A, P, CO <sub>2</sub>	BCFA, V, NH <sub>3</sub> , biotin, PAB
<i>Ruminococcus albus</i>		A, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	BCFA, NH <sub>3</sub> , biotin, PAB
<i>R. flavefaciens</i>		A, P, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	BCFA, NH <sub>3</sub> , biotin, PAB
<b>Amilo- dan dekstrinolitik</b>			
<i>Bacteroides amylophilus</i>	Pk, Pr	A, P, CO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>
<i>Streptococcus bovis</i>	Gl, Pr	A, L, CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> )	AA, biotin
<i>Succinimonas amyolytica</i>		A, P, CO <sub>2</sub>	BCFA
<i>Succinivibrio dextrinosolvens</i>	Pt	A, P, L, CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> )	AA
<b>Sakarolitik</b>			
<i>Bacteroides ruminicola</i>	Pt, Pk, Pr	A, P, CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> )	BCFA
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	Sel, Pt, Pr	A, B, L, CO <sub>2</sub> (H <sub>2</sub> )	BCFA, NH <sub>3</sub> , AA, folat, biotin
<i>Megasphaera elsdenii</i>	L, Pr	A, P, B, V, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	AA
<i>Selenomonas ruminantium</i>	Pt, L	A, P, L, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>	BCFA, NH <sub>3</sub>
<b>Penggunaan hidrogen</b>			
<i>Methanobrevibacter ruminantium</i>		CH <sub>4</sub>	BCFA, NH <sub>3</sub>
<i>Vibrio succinogenes</i>		P, NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>
<b>Protozoa</b>			
<i>Istrichs, Epidinium, Diplodinium,</i>			
<i>Dastrichs</i>	Pt, Gl	Sel bakteri	A, B, L, H <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub>
<i>Entodinium sp</i>	Pt	Sel bakteri	A, P, B, L, CO <sub>2</sub> , (H <sub>2</sub> )

**Keterangan:**

<sup>a</sup> Pt = pati, Pk = pektin, Pr = protein, Gl = gula larut, Sel = selulosa, L = laktat.

<sup>b</sup> A = asetat, P = propionat, B = butirat, V = valerat & yang C nya > 6, L = laktat, (H<sub>2</sub>) = H<sub>2</sub> hasil kegiatan mikroba lain, P = suksinat yang oleh mikroba lain diubah menjadi propionat.

<sup>c</sup> BCFA = VFA rantai bercabang (C<sub>4-5</sub>), V = valerat, AA = asam amino, Met = metionin, PAB = para amino benzoat.

Sumber: Hungate (1950), Annison dan Lewis (1959), Bryant (1959).

perhitungan Stern dan Hoover (1979) 16,9 g protein/100 g bahan organik tercerna, dengan kisaran 6,3-30,7.

Suatu contoh perhitungan, bila 1 kg bahan organik terfermentasi mengandung 18,5 MJ ME dan ME = 0,82 DE (Blaxter, 1967), maka produksi N mikroba = (32 x 0,63) : (18,5 x 0,82)

= 1,329 g/MJ ME. Angka 0,63 adalah bagian dari bahan organik tercerna yang terfermentasi (12,6/20). Bila suplai N protein dari mikroba = 80% (Chalupa, 1972), maka N asam amino asal mikroba = 1,063 g N/MJ ME yang dikonsumsi.

Dari asam-asam lemak terbang (volatile fatty acids = VFA) yang dihasilkan oleh mikroba

TABEL 2. PESENTASE PROTEIN YANG LOLOS DARI FERMENTASI DI RUMEN

Bahan pakan	Kadar protein (% bahan kering)	Persentase yang lolos
Tepung ikan	49	50
Tepung kedele	32	45
Kasein-formaldehid	98	90
Kacang tanah	31	35
Kacang tanah-formaldehid	30	80
Kacang tanah dipanasi	31	80
Bungkil biji kapas	19	42
Bungkil biji kapas dipanasi	19	80

di rumen, terdapat kecenderungan tingginya proporsi propionat bila populasi protozoa rendah, misalnya akibat perlakuan agen anabolik atau *rumen modifiers*. Walaupun efisiensi penggunaan energi dari propionat lebih tinggi dari butirrat dan, dengan sendirinya asetat, namun perubahan proporsi tidak mengubah efisiensi keseluruhan. Keberadaan suatu asam lemak secara tunggal bahkan memperlihatkan efisiensi yang lebih rendah daripada yang secara tercampur.

Fermentasi di dalam rumen melibatkan pembuangan energi untuk membentuk metan dari hidrogen yang dihasilkan. Sebagai gambaran, satu mol heksosa yang difermentasi menghasilkan asetat membuang energi sebesar 252 kkal, bila menghasilkan propionat menambah 62 kkal, dan bila butirrat membuang 148 kkal (Hungate, 1966). Masalah utama pemanfaatan rumput di Indonesia adalah tingginya asetat yang bila diserap, penggunaannya memerlukan sumber energi yang lain seperti karbohidrat atau protein. Sebaliknya propionat sangat diperlukan bagi hewan pada masa-masa produktif sebagai prekursor glukosa di dalam pul darah.

#### Keseimbangan populasi di rumen

Pada kondisi normal, biomasa mikroba =,10% dari volume rumen (Warne, 1962). Mikroba asalnya dari luar rumen, dan populasinya tidak dapat dikendalikan hanya dengan pelolaan ternak secara konvensional.

Disamping itu, ada interaksi-interaksi antara spesies mikroba, simbiotik dan antagonistik, sehingga rangkaian sebab akibat dalam menentukan populasi cukup berpengaruh. Beberapa faktor yang mempengaruhi populasi adalah ransum, pelarutan (dilution rate) dan perubahan-perubahan diurnal.

Ransum merupakan pengatur utama populasi mikroba. Pemberian pakan lebih sering biasanya menghasilkan lebih tinggi konsentrasi protozoa dan VFA, lebih rendah amonia di rumen, dan lebih tinggi pencernaan bahan kering, neraca N dan pertambahan bobot badan (Moir dan Somers, 1957; Putnam *et al*, 1961; Michalowski dan Muszynski, 1978). Jumlah konsumsi pakan juga dapat mempengaruhi konsentrasi di rumen; laju alirannya naik sehingga masa mikroba naik dengan naiknya konsumsi. Ransum yang banyak patinya seperti biji-bijian, dapat menekan protozoa dan menyuburkan *Bacteroides* sp (Eadie dan Mann, 1970). Hasil fermentasinya banyak propionat ( $\pm 40\%$  dari semua VFA), dan sedikit asetat (40%) dan butirrat ( $\pm 10\%$ ). Dengan membatasi jumlah pakan atau menambahkan sedikit hijauan pakan, pH naik sehingga populasi berubah didominasi protozoa. Seterusnya protozoa ciliat segera mencerna pati biji. Pada tingkat ini dihasilkan banyak asetat ( $\pm 60\%$ ) dan butirrat ( $\pm 20\%$ ) dan hanya sedikit propionat ( $\pm 10\%$ ).

Dilution rate merupakan proporsi semua mikroba yang meninggalkan rumen/jam. Untuk

mempertahankan jumlah mikroba, pertumbuhan netonya harus sama dengan dilution ratenya. Naiknya dilution rate diikuti naiknya jumlah protozoa dan turunnya produksi propionat. Suatu hal yang perlu dihindari adalah dominasi protozoa atas bakteri, karena disamping kuatnya menempel di partikel padat pakan, pemangsa terhadap bakteri mengurangi jumlah aliran semua protein mikroba ke usus. Oleh karena itu para pakar menganggap perlunya penghilangan protozoa (defaunasi).

Protozoa kecil yang biasanya banyak terdapat di rumen besarnya  $10^4$  u, dapat menempati volume dari  $10^3$  bakteri, yang besar (*dasytrichs*, *holotrachs*, dll) menempati volume dari  $\pm 10^4$  bakteri rata-rata (Warner, 1962). Protozoa kecil, *Entodinia*, lebih banyak terdapat di rumen dibanding protozoa lainnya. Rumen sapi dan kerbau di Indonesia dapat mengandung protozoa hingga 50% dari masa mikroba (Imahi, 1985).

Anak domba dan pedet di Armidale (Australia) meningkat kenaikan bobot badannya dengan adanya defaunasi (Bird dan Leng, 1978, 1984a, b, 1985; Bird, Hill dan Leng, 1979). Hal ini mungkin ada hubungannya dengan sangat tingginya proporsi *entodinia* dan langkanya *holotrachs* akibat pemberian gula-gula terlarut dalam jumlah besar. Namun percobaan di berbagai tempat, lebih-lebih apabila tidak dilengkapi karbohidrat yang mudah difermentasi di rumen, tidak memperbaiki pertumbuhan (Ryle dan Orskov, 1987). Seandainya *holotrachs* bekerja sama dengan bakteri selulolitik, pencernaan rumput di Indonesia akan naik dengan sedikit penambahan gula untuk membantu perbiakan *holotrachs*.

#### Model kebutuhan ransum berdasarkan protein mikroba

Berikut ini diramalkan kebutuhan protein pada kambing dan sapi perah berdasarkan potensi produksi mikroba di rumen.

Kambing bobot badan 15 kg dengan pertambahan bobot 33 g/h, kebutuhan protein untuk hidup pokok 26 g dan ME 4,56 MJ/j (Sitorus dan Sutardi, 1984). Menurut NRC (1981), kebutuhan untuk pertambahan tersebut 9,37 g protein dan 1,64 MJ ME. Jumlah total kebutuhan

protein 35,4 g dan ME 6,20 MJ. Pada degradabilitas 60%, protein tersedia di duodenum =  $35,4 \times 0,4 = 14$  g. Dengan ransum terdiri dari rumput gajah (ME = 10 MJ/kg bahan kering, BK), dan konsentrat (ME = 12 MJ/kg BK), diperkirakan ransum tersebut akan berkadar 10,5 Mj ME/kg BK, sehingga diperlukan 590 g BK/h.

Produksi asam amino mikroba maksimal =  $6,25 \times 1,063 = 6,6$  g/MJ ME. Untuk ransum ini produksi protein mikroba maksimal =  $6,20 \times 6,6$  g = 45 g/h. Jadi jumlah total protein di duodenum = 59 g. Dengan asumsi penyerapan sebanyak 70%, pencernaan rata-rata di usus 70%, dan efisiensi penggunaan 80%, maka asam amino yang mungkin digunakan untuk pemeliharaan tubuh dan pertambahan bobot badan sebesar 33 g/h adalah  $59 \times 0,7 \times 0,7 \times 0,8 = 23$  g.

Contoh kedua, sapi dengan bobot badan 400 kg dengan produksi 10 kg susu/h berkadar protein 3,35%. Kebutuhan protein neto untuk hidup pokok dan berproduksi masing-masing 47 g dan 335 g sehingga total = 382 g, kebutuhan ME = 91 MJ/h (NRC, 1971). Dengan pemberian konsentrat relatif lebih banyak dibanding kambing yang digemukkan, maka konsumsi BK mengandung 11 MJ ME/kg. Kebutuhan BK ransum = 8,3 kg/h (= 91/11).

Dengan asumsi 80% efisiensi dan 70% terserap, maka protein yang harus tersedia di duodenum adalah 682 g. Selanjutnya dengan 91 MJ ME yang harus dikonsumsi, produksi asam amino mikroba maksimal =  $91 \times 6,6 = 601$  g/h. Kekurangan protein tersedia sebanyak 81 g (682-601) harus dipenuhi dari protein pakan tak terdegradasi. Dengan menggunakan nilai 0,6 untuk degradabilitas protein pakan di rumen, maka untuk menyediakan 81 g asam amino pakan di duodenum, 202,5 g protein (81/0,4) harus ditambahkan.

Protein ransum terdegradasi ( $0,6 \times 202,5 = 121,5$  g) tidak cukup untuk maksimisasi produksi protein mikroba sehingga kekurangannya ditutup dengan urea. Karena protein mikroba hanya mengandung 80% dari N protein mikroba, maka jumlah protein kasar terdegradasi untuk maksimisasi protein mikroba =  $601 : 0,8 = 751$  g protein kasar ransum.

Kebutuhan total protein kasar ransum terdegradasi termasuk urea (751 g) dan tak terdegradasi (81%) adalah = 832 g. Jadi ransum



harus mengandung protein kasar 10%. Dengan demikian, berdasarkan konsep energi marginal untuk pertumbuhan mikroba (terutama bakteri) di rumen, ransum ini dapat mengoreksi anjuran umum selama ini yang mendasarkan pada kandungan protein ransum 12-13% dari bahan keringnya.

Melihat kebutuhan asam amino tersedia di "pool" darah, kelihatan bahwa kambing memerlukan pakan relatif lebih baik dibanding sapi untuk tujuan produksi.

#### Bioteknologi dan manipulasi efisiensi produksi ternak

Sementara defaunasi masih diragukan di lingkungan tropis, untuk ruminansia muda mungkin cara itu dapat dilakukan pada pakan yang proteinnya kurang larut asal diimbangi pemberian karbohidrat yang mudah tercerna di rumen, seperti tetes. Monensin dan clenbuterol dapat menghasilkan proporsi propionat yang tinggi. Pengendalian populasi protozoa hanya diperlukan pada hewan yang pertumbuhannya cepat untuk menaikkan jumlah aliran mikroba rumen (terutama bakteri) ke usus.

Penerapan bioteknologi perlu memperhitungkan pengetahuan tentang spesies bakteri yang secara ekologis penting dan transformasi biokemisnya. Kemudian tinggal mengarahkan teknologi seperti pengaturan produk-produk fermentasi, perubahan pencernaan komponen pakan dan pengaturan spesies bakteri tertentu.

Propionat dapat dihasilkan lebih banyak dengan penyediaan enzim-enzim terpilih untuk fermentasi dan/atau dengan menaikkan jumlah bakteri penghasil propionat seperti *Selenomonas ruminantium*, *Bacteroides ruminicola* atau *Megasphaera elsdenii* (Hungate, 1950). Memodifikasikan sifat genetik *Ruminococcus flavefaciens* atau *Bacteroides succinogenes* untuk mengikat pakan dan/atau menaikkan selulolisis mungkin dapat ditempuh. Kemungkinan juga suksinat dapat ditambahkan untuk diubah menjadi propionat oleh *S. ruminantium*. Pakan bijian (sumber energi) yang memungkinkan keasaman lambung dapat dikurangi dengan inokulasi *Veionella*, *Megasphaera* atau

*Selenomonas* sp. Rendahnya afinitas *S. ruminantium* untuk laktat menurut beberapa pengamat seperti Czerkawski (1978), dan Eadie dan Mann (1970), mungkin dapat diatasi dengan merekayasa modifikasi genetik terhadap mekanisme transpor protein/laktat. Rekayasa genetik spesies bakteri tentunya sukar karena menyangkut enzim-enzim.

Pencernaan fraksi serat yang tidak sempurna pada ruminansia di Indonesia perlu dimodifikasikan dengan mempersubur *Ruminococcus albus*. Pencernaan pati (dari biji-bijian) dipermudah oleh gen amilase dalam *Bacteroides amylophilus* atau *B. ruminicola*, karena kedua spesies bakteri nampaknya penghasil utama amilase (Hungate, 1966).

Fermentasi polisakarida seringkali lebih rendah daripada protein pakan. Ini menyebabkan kelebihan amonia yang kemudian menambah pembuangan N dari tubuh. Sumber pati yang diberikan beberapa saat setelah hijauan, atau kombinasi urea dengan pati, atau penggunaan substansi penghambat pelepasan amonia dapat menaikkan efisiensi penggunaan N (Shirley, 1986). Kelebihan amonia diarahkan untuk menaikkan pembentukan protein mikroba dengan tersedianya sumber karbon energi maupun kerangka ketocid (ketoglutarat). Demikian pula, mengingat daya menghasilkan energi, tepung biji atau ubi-ubian diperlukan tepat diberikan bersamaan dengan pakan yang proteinnya mudah dicerna.

Cara praktis memanipulasi lingkungan cairan rumen adalah pengaturan pemberian pakan. Campuran suplemen dedak padi yang diberikan 3 kali sehari, disamping pakan basal (bermutu rendah), memberikan pertambahan bobot badan yang lebih baik pada sapi, dibanding yang satu atau 2 kali (Winugroho, 1988). Pada domba dan kambing, pemberian daun gamal (sumber protein) dengan interval 1-3 hari tidak mempengaruhi pertumbuhan. Biji-bijian tidak diberikan hingga habis sebelum rumput disajikan untuk menghindari laktosis. Bersamaan dengan pakan basal, pemberian biji secara teratur dalam sehari-harinya barangkali tepat asal biji tersebut digiling agar dapat dicerna dengan mudah.

Usaha menaikkan pertumbuhan mikroba di rumen terutama untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok ternak. Bila demikian, perlu zat

makanan yang lolos dari pencernaan di rumen tetapi tersedia di usus untuk dicerna dan hasilnya diserap (*bypass nutrients*). Keuntungannya adalah tingginya asam amino terserap dan tersedianya glukosa yang dihasilkan dengan pengeluaran energi minimal. Kandungan protein yang terlindung dari pencernaan di rumen dapat dilihat pada Tabel 2.

Sumber protein yang dicerna lambat misalnya tepung kedele dan tepung biji kapuk, dan terlindung misalnya tepung daging, tepung tulang, tepung kedele yang dipelet dan tepung biji kapuk yang dilindungi formaldehid. Penggunaan protein terlindung yang siap dicerna menunjukkan kenaikan bobot badan kambing (Hartadi *et al*, 1984, Rangkuti *et al*, 1985; Sarwiyono *et al*, 1988) dan domba (Abidin, 1984). Disamping didapat secara alam, perlindungan protein bahan pakan dapat dilakukan secara menaik, khemis maupun biologis.

#### Kesimpulan dan Saran

Salah satu pengaturan populasi mikroba di rumen, penggunaan pakan yang tepat untuk mengubah kondisi di rumen, atau perlindungan salah satu pakan bergizi terhadap pencernaan di rumen dapat dilakukan tergantung kebutuhan ternak pada fase kehidupannya. Konsentrat yang berfungsi menambahkan zat-zat gizi tertentu perlu dirumuskan untuk memenuhi zat-zat yang seimbang agar tidak terjadi *sparing action* yang tidak efisien. Pemberian lebih sering, misalnya 2 sampai 3 kali sehari, akan memperbaiki lingkungan cairan rumen dan memungkinkan aktivitas mikroba yang lebih baik. Demikian pula, perlu tidaknya *melindungi* protein atau pati dari pakan tergantung pada lingkungan cairan rumen. Dimana lingkungan tersebut cocok bagi fermentasi, maka konsentrat yang terlindung diperkirakan efektif. Manipulasi lingkungan ini dapat pula ditempuh dengan inokulasi strain bakteri atau enzim tertentu menurut arah metabolisme yang dikehendaki.

#### Daftar Pustaka

- Abidin, Z. 1984. Pengaruh pemberian konsentrat protein nabati pada performans domba yang diberi ransum basal jerami. Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Kecil, Domba dan Kambing di Indonesia. 32-36 Puslithanugak, Bogor.
- Annisson, E.F. dan D. Lewis, 1959. Metabolism in the Rumen. Methuen, London.
- Bird, S.H. M.K. Hill dan R.A. Leng. 1979. The effect of defaunation on the growth of lambs on low-protein high-energy diets. Br. J. Nutr. 42: 81-87.
- Bird, S.H. dan R.A. Leng. 1978. The effects of defaunation of the rumen on the growth of cattle on low-protein high-energy diets. Br. J. Nutr. 40: 163-167.
- Bird, S.H. dan R.A. Leng. 1984a. Further studies on the effects of the presence or absence of protozoa in the rumen on live-weight gain and wool growth in sheep. Br. J. Nutr. 52: 607-611.
- Bird, S.H. dan R.A. Leng. 1984b. Absence of protozoa in the rumen and production of grazing sheep. Anim. Prod. In Aust. 15: 654.
- Bird, S.H. dan R.A. Leng. 1985. Productivity responses to eliminating protozoa from the rumen of sheep. Reviews in Rural Sci. 6: 109-117.
- Boniface, A.N. 1986. Optimum level of ammonia in the rumen liquor of cattle fed tropical pasture hay. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 16: 151-154.
- Bryant, M.P. 1959. Bacterial species of the rumen. Bacteriol. Review. 23: 125.
- Bunker, H.J. 1963. Microbial in food. Dalam Biochemistry of Industrial Micro-organisms, pp. 34-67, (eds C. Rainbow & A.H. Rose). New York & London: Academy Press.
- Chalupa, W. 1972. Metabolic aspects on nonprotein nitrogen utilization in ruminant animals. Fed. Proc. 31: 1152-1164.
- Czerkawski, J.W. 1978. Reassessment of efficiency of synthesis of microbial matter in the rumen. J. Dairy Sci. 61: 1261.
- Doyle, P.T. dan A. Djajaneegara 1983. The contribution of by-products to the S nutrition of animals. Dalam Sulphur in South-East Asia and Pacific Agriculture, pp. 77-108 (eds G.J. Blair & A.R. Till). Univ. New England, Australia.
- Eadie, J.M. dan S.O. Mann. 1970. Development of the rumen microbial population: high starch diets and instability. Dalam Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant, pp. 335-347, (ed A.T. Phillipson). Oriental Press, Newcastle-upon-Tyne.
- Harrison, D.G. dan A.B. McAllan 1980. Factors affecting growth yields in the reticulo-rumen. Dalam Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants, pp. 205-226 (eds Y. Ruckebusch & P. Thivend). MTP Press, Lancaster, UK.
- Hartadi, H., K. Kamal, B. Subartanto dan Sumitro Pw. 1984. Pengaruh bungkil kedelai yang terproteksi dengan formaldehid terhadap pertumbuhan kambing. Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Kecil, Domba dan



## Kambing di Indonesia.

- Hespell, R.B. dan M.P. Bryant. 1979. Efficiency of rumen microbial growth: Influence of some theoretical and experimental factors in  $Y_{ATP}$ . *J. Anim. Sci.* 49: 1640.
- Heydeman, M.T. 1973. Aspects of protein production by unicellular organisms. Dalam *The Biological Efficiency of Protein Production*, pp. 303-321. (ed. J.G.W. Jones). Cambridge: At the University Press.
- Hogan, J.P. dan R.H. Weston. 1970. Quantitative aspects of microbial protein synthesis in the rumen. Dalam *Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant*, 474-485 (ed. A.T. Phillipson). *Proc. 3<sup>rd</sup> Internat. Symp.*, Oriental Press: Cambridge, England.
- Hungate, R.E. 1950. The anaerobic mesophilic bacteria. *Bacteriol. Review*. 14:1.
- Hungate, R.E. 1966. *The Rumen and its Microbes*. Academy Press, New York.
- Imahi, S. 1985. Rumen ciliate protozoal faunas of Bali cattle (*Bos javanicus domesticus*) and water buffalo (*Bubalus bubalis*) in Indonesia with the descriptions of *Entodinium javanicum*, New species. *Zool. Sci. (Tokyo)* 2: 591-600.
- Kuswandi. 1989. Kemajuan-kemajuan penelitian manipulasi pakan untuk penggemukan ternak ruminansia di Indonesia selama Pelita IV. *J. Litbang Pertanian* (in press).
- Kuswandi. 1989. Hambatan rumput-rumput di Indonesia sebagai pakan ternak (unpublished).
- Leng, R.A. 1984. Microbial interactions in the rumen. Dalam *Ruminant Physiology, Concepts and Consequences*. (eds S.K. Baker, J.M. Gawthorne, J.B. Mackintosh & D.B. Purser). *Proc. Symp. Univ. Western Aust.*
- Leng, R.A. 1989. Interaction between climate and nutrition. Diseminarkan di Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta.
- Michalowski, T. dan P. Miszynski. 1978. Diurnal variations in number of ciliate protozoa in the rumen of sheep fed once and twice daily. *J. Agric. Sci.* 90: 1-5.
- Moir, R.J. dan M. Somers. 1957. Ruminant flora studies. VIII. The influence of rate and methods of feeding a ration upon its digestibility, upon ruminal function and upon the ruminal population. *Aust. J. Agric. Res.* 8: 253-265.
- NRC. 1971. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goats*. National Academy Press, Washington, DC.
- Pisulewski, P.M., A.U. Okorie, P.J. Buttery, W. Haresign dan D. Lewis. 1981. Ammonia concentration and protein synthesis in the rumen. *J. Food Sci. Agric.* 32: 759-766.
- Putnam, P.A., J. Gutierrez dan R.E. Davis. 1961. Effects of frequency of feeding upon rumen volatile fatty acids, protozoal population and weight gains in Angus heifer calves. *J. Dairy Sci.* 44: 1364-1365.
- Rangkuti, M., I.W. Mathius dan J.E. van Eys. 1984. Penggunaan Gliricida maculata oleh ruminansia kecil: Konsumsi, pencernaan dan performans. *Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Kecil, Domba dan Kambing di Indonesia*, 3-7. Puslithangnak, Bogor.
- Romziah, S.B. 1988. Pengaruh pemberian bungkil kelapa sawit terhadap penampilan sapi pedaging: satu tinjauan. *Proc. Seminar Program Penyediaan Pakan dalam Upaya Mendukung Industri Peternakan Menyongsong Pelita V*, 71-76. *Fapet UNDIP*. 14 April 1988.
- Ryle, M. dan E.R. Orskov. 1987. Rumen ciliates and tropical feeds. *World Anim. Rev.* 64: 21-30.
- Sarwiyono, Holmes, J.H.G. dan B. McIlroy. 1988. Pengaruh penambahan urea-tetes dan tepung biji kapas-tetes pada produksi susu kambing perah. *Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia*, 179-186. Puslithangnak, Bogor.
- Satter, L.D. dan L.L. Slyter. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *Br. J. Nutr.* 32: 199-208.
- Shirley, R.L. 1986. *Nitrogen and Energy Nutrition of Ruminants*. Academy Press, Inc.: Orlando.
- Sitorus, M. dan Sutardi. 1984. Kebutuhan kambing lokal akan energi dan protein. *Proc. Pertemuan Ilmiah Ruminansia Kecil, Domba dan Kambing di Indonesia*, 77-80. Puslithangnak, Bogor.
- Stryer, L. 1981. *Biochemistry*. Second Ed. W.H. Freeman and Co., New York.
- Suarso, 1988. Inventarisasi bahan pakan berdasarkan kemampuannya menyediakan  $N-NH_3$  rumen secara *in vitro*. *Proc. Seminar Program Penyediaan Pakan dalam Upaya Mendukung Industri Peternakan Menyongsong Pelita V*, 30-33. *Fapet UNDIP*. 14 April 1988.
- van Eys, J.E., I.W. Mathius, N. Thomas, M. Rangkuti dan W.L. Johnson. 1983. Forage composition of sheep and goat diets in West Java. *Working Papers No. 24*, SR CRSP-Balai Penelitian Ternak.
- Thomas, P.C. 1973. Microbial protein synthesis. *Proc. Nutr. Soc.* 32: 85.
- Warner, A.C.I. 1962. Enumeration of rumen microorganisms. *J. Gen. Microbiol.* 28: 119-128.
- Winugroho, M. 1988. Pengaruh frekuensi pemberian suplemen campuran dedak padi pada konsumsi dan koefisien cerna ransum berkualitas rendah pada kerbau. *Prosiding Seminar Pengembangan Peternakan Pedesaan dalam Rangka Ulang Tahun ke-22 Fapet UNSOED*, 577-581.