

PENGARUH SUPLEMENTASI ZN, CU DAN MO ANORGANIK DAN ORGANIK TERHADAP KECERNAAN RUMPUT SECARA *IN VITRO*

SUPRIYATI; D. YULISTIANI; E. WINA; H. HAMID; B. HARYANTO

Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 210, Bogor 16002

(Diterima dewan redaksi 14 Januari 1999)

ABSTRACT

SUPRIYATI, DWI YULISTIANI, E. WINA, and B. HARYANTO. 2000. The effects of inorganic and organic Zn, Cu and Mo supplementation to the *in vitro* digestibility of grass *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (1): 32-37.

The effects of inorganic and organic Zn, Cu and Mo supplementation to the *in vitro* digestibility of Elephant grass were studied in this trial. The *in vitro* trial used the TILLEY dan TERRY method modified by VAN SOEST with the incubation of the grass for 48 hours in sheep rumen liquor medium. Mineral added as form of organic and inorganic. The treatment of mineral inorganic supplementations were by adding single element Cu, Zn and Mo and its combination. Mineral added was Zn (as chloride and sulphate salts) 5 ppm, Cu (sulphate salt) 0,1 ppm dan Mo (molybdate salt) 5 ppm, with 4 replicates. Meanwhile the organic minerals added were in the proteinate forms. Parameter measured were *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), *in vitro* organic matter digestibility (IVOMD), pH, VF A total and NH₃. Statistical analysis was done by using Complete Split splitplot design. The supplementation increased pH value, VFA total, IVDMD and IVOMD value (P<0,05) and decreased NH₃ value. The highest IVDMD and IVOMD values obtained at the mixture supplementation of mineral Zn (as Zn S04), Cu and Mo, from 58,31 became 69.73% and 52.22 became 62.55% respectively for IVDMD and NOMD. pH value increased from 6.48 to 7.05 and ammonia content decreased from 1,17 to 0,14%. The organic mineral supplementation, en-proteinat dan Zn-proteinat showed that the adding of Zn, Zn and Mo, Zn and Cu also the combination of Zn, Cu and Mo, resulted in IVDMD values as 70.29; 69.97, 64.12 and 63.93%. Further more IVDMD value at the supplementation of Cu and the combination of Cu and Mo were 65.08 and 60,49%. It can be concluded that the supplementation of minerals in the form of inorganic or organic could improve the IVDMD values

Key words: Three element, *in vitro* digestibility, sheep

ABSTRAK

SUPRIYATI, DWI YULISTIANI, E. WINA, dan B. HARYANTO. 2000. Pengaruh suplementasi Zn, Cu dan Mo anorganik dan organik terhadap kecernaan rumput secara *in vitro* *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 5 (1): 32-37.

Pada penelitian ini dipelajari pengaruh pemberian mineral Cu, Zn dan Mo anorganik dan organik terhadap kecernaan rumput gajah secara *in vitro*. Percobaan *in vitro* dilakukan dengan menggunakan metode TILLEY dan TERRY yang telah dimodifikasi oleh VAN SOEST, dengan inkubasi substrat rumput selama 48 jam pada media cairan rumen domba. Mineral ditambahkan sebagai mineral anorganik dan organik. Perlakuan penambahan mineral anorganik meliputi penambahan elemen tunggal Cu, Zn dan Mo dan kombinasinya. Mineral anorganik yang ditambahkan adalah Zn (sebagai garam klorida dan sulfat) 5 ppm, Cu (garam sulfat) 0,1 ppm dan Mo (garam molibdat) 5 ppm, masing-masing dengan 4 ulangan. Sedangkan mineral organik yang ditambahkan berupa garam proteinat. Parameter yang diukur adalah kecernaan bahan kering (KBK), kecernaan bahan organik (KBO), pH, total VFA dan NH₃. Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan Rancangan Split Split Plot. Penambahan mineral meningkatkan nilai pH, total VFA, derajat KBK dan KBO (P<0,05) dan menurunkan NH₃. Derajat KBK dan KBO tertinggi diperoleh pada penambahan mineral campuran Zn (sebagai Zn S04), Cu dan Mo, yaitu dari 58,31 menjadi 69,73% dan 52,22 menjadi 62,55% masing-masing untuk KBK dan KBO. Nilai pH meningkat dari 6,48 menjadi 7,05 dan kadar NH₃ menurun dari 1,17 menjadi 0,14%. Penambahan mineral organik, Cu-proteinat dan Zn-proteinat menunjukkan bahwa perlakuan penambahan Zn, Zn dan Mo, Zn dan Cu serta kombinasi Zn, Cu dan Mo, nilai KBK-nya masing-masing adalah 70,29; 69,97, 64,12 dan 63,93%. Selanjutnya nilai KBK pada penambahan Cu dan kombinasi Cu dan Mo adalah 65,08 dan 60,49%. Dapat disimpulkan bahwa penambahan mineral baik dalam bentuk anorganik maupun organik dapat meningkatkan derajat KBK.

Kata kunci : Elemen micro, kecernaan *in vitro*, domba

PENDAHULUAN

Ketersediaan hijauan pakan ternak di Indonesia berfluktuasi tergantung pada musim, dimana pada musim penghujan produksi hijauan melimpah

sedangkan pada musim kemarau akan kekurangan hijauan pakan. Demikian pula kualitas hijauan terutama rumput rendah dikarenakan tingginya kandungan lignoselulosa. Selain itu pemanfaatan rumput sebagai pakan ruminansia kurang memenuhi kebutuhan nutrisi

ternak, terutama kebutuhan nutrisi mineral. Sebagai akibatnya aktivitas rumen kurang optimum. Upaya meningkatkan aktivitas rumen telah dilakukan dengan penambahan mineral (ZEMBAYASHI 1974; DJAJANEGARA DAN PRABOWO, 1996; GRACE *et al.*, 1998). ZEMBAYASHI (1974) melaporkan bahwa dengan penambahan mineral secara *in vitro* meningkatkan aktivitas mikroba. Penambahan elemen tunggal mineral mikro seperti Fe, Mn, Zn, Cu, Co dan Mo sedikit diatas standar normal tetapi dibawah ambang toksik, dapat mengoptimalkan metabolisme mikroba rumen, seperti aktivitas selulolitik dan produksi VFA. DJAJANEGARA DAN PRABOWO (1996) melaporkan bahwa penambahan elemen tunggal Zn, Co dan Mo secara *in vitro* dalam cairan rumen meningkatkan keceraan serat pakan rumput raja (*Pennisetum purpuroideum*) sebesar 7-8% ($P < 0.05$) sedangkan penambahan Fe dan Co menurunkan keceraan serat kasar. Penambahan Mn tidak mempengaruhi keceraan serat kasar. Mineral yang ditambahkan dalam penelitian-penelitian tersebut diatas adalah dalam bentuk anorganik. GRACE *et al.* (1998) melaporkan bahwa dengan penambahan elemen sulfur sebagai belerang dan tiosulfat terhadap konsentrasi Cu pada domba ternyata meningkatkan kadar total asam lemak terbang di rumen dan tidak mempengaruhi status Cu walaupun ternak digembalakan pada padang rumput dengan kandungan Mo rendah. Dengan telah berkembangnya bioteknologi maka mineral dalam bentuk organik sudah dapat diproduksi terutama mineral Cu dan Zn sebagai mineral proteinat. Mineral proteinat diproduksi dengan cara "chelating" garam metal terdapat dengan asam amino atau hidrolisat protein. LYONS (1993) melaporkan bahwa ketersediaan mineral akan lebih baik dalam bentuk mineral organik, selain itu pemberian/suplementasi mineral organik akan mengurangi polusi, menghindari keracunan ternak terhadap penambahan mineral serta meningkatkan efisiensi pakan. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan mineral tunggal Cu, Zn dan Mo maupun kombinasinya, baik dalam bentuk organik maupun anorganik untuk mengoptimalkan aktivitas metabolisme mikroba rumen secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Materi

Mineral anorganik yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, dan $\text{NaMoO}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$ "grade" analitik. Mineral organik yang digunakan adalah Cu-proteinat dan Zn proteinat yang diperoleh dari PT. Alltech International, USA. Cairan rumen diambil dari domba yang diberi pakan rumput gajah dan konsentrat (Indofeed, GT 03) yang tanpa tambahan campuran mineral. Cairan rumen diambil melalui

fiatula. dan selanjutnya disaring dengan menggunakan kain muslin. Larutan buffer fosfat bikarbonat, sebanyak 3,79 g Na_2HPO_4 anhidrat, 9,8 g NaHCO_3 dilarutkan dalam 1L air suling (Larutan I). Larutan buffer klorida, sebanyak 47 g NaCl , 57 g KCl , 4 g $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan 6 g $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dalam 1L air suling (Larutan II).

Cairan medium rumen dibuat dengan cara mencampurkan 8 ml Larutan II, 792 ml Larutan I dan 200 ml cairan rumen. Kemudian dialiri gas nitrogen sampai pH mencapai 6,9-7,0.

Larutan asam pepsin disiapkan dengan cara melarutkan 6 g pepsin 1: 10.000 dari Sigma USA di dalam 250 ml 28% HCL.

Metode

Uji keceraan rumput secara *in vitro* menggunakan metoda TILLEY and TERRY (1963) yang telah dimodifikasi oleh VAN SOEST *et al.* (1966). Sebanyak 1 g substrat rumput gajah yang dipanen pada umur kurang lebih 45 hari diinkubasikan dalam 50 ml medium cairan rumen selama 48 jam pada suhu 39°C. Selanjutnya ditambahkan 5 ml larutan asam pepsin dan diinkubasikan selama 24 jam pada Suhu 39°C (Gambar 1). Bahan kering dan bahan organik ditetapkan dengan menggunakan metode AOAC (WILLIAMS, 1984).

Percobaan dilakukan dalam dua tahap :

I. Penambahan mineral anorganik

Substrat rumput ditambah dengan mineral sesuai dengan perlakuan sebagai berikut :

1. Kontrol (tanpa penambahan mineral).
2. Mo 5 ppm dari ammonium molibdat.
3. Cu 0.1 ppm dari Cu-sulfat.
4. Zn 5 ppm dari Zn-sulfat dan Zn -klorida.
5. Mo 5 ppm + Zn 5 ppm.
6. Mo 5 ppm + Cu 0,1ppm.
7. Zn 5 ppm + Cu 0.1 ppm.
8. Mo 5 ppm + Zn 5 ppm + Cu 0.1 ppm.

Parameter yang diukur adalah keceraan bahan kering (KBK), keceraan bahan organik (KBO), pH, amonia (NH_3), total "volatile fatty acid" (TVFA). Pengukuran pH, amonia, dan TVFA dilakukan pada masing-masing tabung contoh sebelum ditambahkan larutan asam pepsin.

Kadar amonia ditetapkan dengan menggunakan metode Conway, dimana piring conway, terdiri dari piring dan penutupnya. Piring conway terdiri dari tiga bagian, dimana lingkaran paling dalam diisi dengan 3 ml asam borat 3% yang ditambahkan indikator campuran "bromocresol green" (BCG) dan merah metil (MM) sebagai penampung, dan lingkaran luar yang terbagi lagi menjadi dua sekat yang masing-masing diisi dengan 2 ml contoh dan 2 ml natrium hidroksida 20% sebagai pereaksi. Untuk menutup antara piring dan penutupnya digunakan vaselin. Setelah itu piring digoyang-goyang, sehingga bahan dan pereaksi bercampur. Didiamkan semalam sampai larutan asam

borat menjadi berwarna hijau. Kandungan amonia dapat diketahui dengan memutar cairan hijau (amonium borat) dengan asam klorida 0,01 N sampai berubah warna menjadi merah jambu. Blanko dibuat dengan 3 ml asam borat dan 2 ml natrium hidroksida 20%. Hasil titrasi selanjutnya dihitung sehingga diperoleh kadar amonia. Kadar total Volatile Fatty Acid (VFA) ditetapkan dengan cara memodifikasi metode Conway. Lingkaran Conway paling dalam masing-masing diisi dengan 0,2 ml asam sulfat 1 N dengan indikator fenolftalien 1N dan lingkaran luar masing-masing diisi dengan 0,4 ml magnesium sulfat jenuh dan 2 ml contoh, kemudian didiamkan dalam oven pada 45°C selama 12 jam sampai larutan asam sulfat dengan indikator fenolftalien berubah warna dari bening menjadi kuning, kemudian dititrasi dengan menggunakan larutan natrium hidroksida 0,1 N sampai larutan berwarna merah. Hasil titrasi selanjutnya dihitung sehingga diperoleh kadar total VFA.

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan 'split split plot' design dengan plot utama adalah kontrol, Zn - klorida dan Zn-sulfat, sub plot adalah tanpa dan dengan penambahan Cu - sulfat dan sub-sub plot adalah tanpa dan dengan penambahan Mo dengan 4 ulangan setiap perlakuan (STEEL dan TORRIE, 1981).

II. Penambahan mineral organik

Substrat rumput ditambah dengan mineral sesuai dengan perlakuan sebagai berikut :

1. Kontrol (tanpa penambahan mineral).
2. Mo + Cu (5 + 0,1) ppm.
3. Zn+Cu(5+0,1)ppm.
4. Mo + Zn + Cu (5 + 5 + 0,1) ppm.
5. Cu 0,1 ppm dari ammonium molibdat 5 ppm.
5. Mo 5 ppm dari ammonimn molibdat 5 ppm.
6. Cu 0,1 ppm ck.ri Cu-proteinat.
7. Zn 5 ppm dari Zn-anorganik ck'lll Zn -proteinat.
8. Mo + Zn (5+5) ppm.

Parameter yang diukur adalah kecernaan bahan kering (KBK) dan kecernaan bahan organik (KEO)

Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan 'split split plot design' dengan plot utama adalah kontrol. Zn-anorganik dan Zn-organik (proteinat), sub plot adalah tanpa dan dengan penambahan Cu -organik dan sub-sub plot adalah tanpa dan dengan penambahan Mo anorganik dengan 4 ulangan setiap perlakuan (STEEL dan TORRIE, 1960).

BASIL DAN PEMBABASAN

Penambahan mineral anorganik

Pengaruh penambahan mineral anorganik terhadap derajat KBK, KBG, pH, NH₃ dan total VFA

dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil analisis statistik dengan menggunakan split split plot design, dengan plot utama adalah kontrol, Zn-klorida dan Zn-sulfat ternyata penambahan mineral meningkatkan derajat KBK (P<0,01). Pada penambahan Zn yang dikombinasikan dengan Cn sebagai sub plot, derajat KBK-nya meningkat (P<0,01). Demikian pula perlakuan penambahan Zn yang dikombinasikan dengan Cu dan Mo sebagai sub-sub plot meningkatkan derajat KBK secara nyata (P<0,01). Sumber Zn yang berbeda (Zn-klorida dan Zn-sulfat), yang dipergunakan untuk suplementasi mineral ternyata mempengaruhi nilai KBK (P<0,01). Penambahan Mo pada substrat rumput juga mempengaruhi nilai KBK (P<0,01). Namun penambahan Cu pada substrat tidak mempengaruhi nilai KBK (P>0,01).

Penambahan rataan mineral Zn anorganik sebagai plot utama, meningkatkan derajat KBK (P<0,01), rataan derajat KBK tertinggi diperoleh pada penambahan Zn sulfat sebesar 68,88%, yaitu meningkat 11,87%. Sedangkan pada perlakuan rataan penambahan Zn-klorida, derajat KBK-nya meningkat dari 61,57% untuk kontrol menjadi 65,45%. Dari hasil diatas ternyata penambahan mineral Zn memberikan respon yang sangat baik. Hal ini karena mineral Zn berperan dalam metabolisme asam nukleat dan protein, proses penggantian enzim dan aktivitas enzim (UNDERWOOD, 1981). DJAJANEGARA dan PRABOWO (1996) melaporkan bahwa penambahan rumen tunggal Zn secara in vitro dalam cairan rumen meningkatkan kecernaan serat rumput raja (*Pennisetum purpuphoides*) sebesar 7-8% (P<0,05). Hasil pengamatan DURAND dan KAWASHIMA (1980) mengenai kandungan Zn suspensi tercuri mikroba rumen (Washed suspension of rumen microorganism=WSRM) yang tinggi menunjukkan bahwa Zn dibutuhkan oleh mikroba rumen. pada tingkat tinggi pula. Sementara itu dilaporkan bahwa kandungan Zn di daerah Jawa Barat adalah dalam batas marginal (LITTLE *et al*, 1989). Hal ini terlihat dari kandungan Zn dalam rumput yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 ppm. Sehingga respon penambahan Zn dapat meningkatkan aktivitas mikroba rumen.

Penambahan Zn yang dikombinasikan dengan Cu sebagai sub plot, derajat KBK-nya meningkat (P<0,01). Kombinasi penambahan Zn-klorida dengan Cu derajat KBK meningkat dari 58,31% untuk kontrol menjadi 62,50%, sedangkan untuk Zn-sulfat yang dikombinasikan dengan Cu, derajat KBK-nya lebih besar yaitu 67,7%. Demikian pula bila Zn baik sebagai garam klorida maupun sulfat dikombinasikan dengan Mo maupun kombinasinya dengan Cu/Mo ternyata meningkatkan derajat KBK (P<0,01). Pada perlakuan Zn dikombinasikan dengan Cu dan Mo ternyata nilai KBK-nya meningkat menjadi 68,10% dan 69,73% masing-masing sebagai garam klorida dan sulfat.

Tabel 1. Derajat KBK, KBO, pH, NH₃ dan total FVA secara *in vitro* dengan penambahan mineral anorganik

	Perlakuan		Kecernaan Bahan (%)		pH	NH ₃ Mg/ml	Total FVA Mg/l
			Kering	Organik			
Kontrol	0	0	58,31g	52,22f	6,48b	1,17a	96,6g
	Cu	0	59,23f	53,66e	6,97a	0,65bc	78,2i
	0	Mo	62,83g	57,15d	6,95a	0,71b	103,5e
	Cu	Mo	65,91e	61,66b	6,92a	1,05a	135,7a
	Rataan		61,57	56,17	6,83	0,86	103,5
Zn -klorida	0	0	66,69d	58,91c	6,97a	0,78b	104,4e
	Cu	0	62,50f	57,09d	6,94a	0,61c	117,3b
	0	Mo	64,61e	59,91bc	7,05a	0,75b	98,9f
	Cu	Mo	65,91bc	61,60b	6,94a	1,5a	91,95h
	Rataan		65,45	59,38	6,97	0,80	103,14
Zn-sulfat	0	0	68,90b	62,04a	6,97a	0,44d	82,5h
	0	Mo	69,16ab	60,96c	6,96a	0,61c	115,0c
	Cu	0	67,73c	59,73bc	7,02a	0,61c	78,9i
	Cu	Mo	69,73a	62,56a	6,93a	0,14e	108,1d
	Rataan		68,88	61,32	6,97a	0,45	96,13

Keterangan: Nilai dengan buruf yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata (P<0,01)

Dari hasil diatas ternyata penambahan mineral anorganik campurnn atau penggabungan beberapa elemen Zn, Cu dan Mo lebih baik dibandingkan dengan penambahan elemen tunggal pada substrat ataupun yang hanya gabungan kedua. elemen. Hal ini membuktikan bahwa substrat rumen memerlukan beberapa mineral bukan hanya satu elemen saja untuk aktivitas enzimnya. Penambahan multi elemen telah dilakukan oleh KIRCHGESSNER *et al.* (1998) pada pakan dasar silase limbah jagung sebagai pakan ternak sapi jantan muda. Ternak yang tidak mendapatkan suplementasi Zn, Cu, Mn, Co dan Se menunjukkan aktivitas yang menurun.

Pada perlakuan penambahan Zn dengan membedakan sumbernya yaitu Zn-klorida dan Zn-sulfat ternyata perlakuan penambahan Zn dari Zn-sulfat lebih besar derajat KBK-nya (68,88% vs 65,45%) (P<0,01). Hal ini membuktikan bahwa garam sulfat dapat membantu peningkatan kecernaan, kemungkinan disebabkan adanya elemen sulfur dari sulfat yang dibutuhkan oleh mikroba rumen untuk aktivitasnya.

Sedangkan bila Zn sebagai. garam sulfat disuplementasi

Perlakuan rumput raja dengan penambahan Mo tunggal sebagai Mo molibdat secara *in vitro* ternyata meningkatkan derajat KBK (P<0,01) namun penambahan Cu tunggal sebagai garam sulfat derajat KBK-nya tidak beda nyata (P>0,05). Hal ini dikarenakan Mo berfungsi membantu aktivitas enzim dalam rumen serta merangsang pertumbuhan mikroorganisme di saluran pencernaan. Sedangkan elemen Cu karena fungsinya untuk pembentukan haemoglobin dan fungsi hati (UNDERWOOD, 1981; MERTZ, 1977) sehingga tidak memberikan respon

langsung pada aktivitas mikroba rumen terutama dalam mencerna hijauan. Penambahan elemen tunggal Mo pada rumput raja (*Pennisetum purpuphoides*) secara *in vitro* dalam cairan rumen telah dilaporkan pula oleh DJAJANEGARA dan PRABOWO (1996) dimana derajat KBK meningkat sebesar 7-8% (P<0,05).

Seperti halnya KBK, derajat KBO meningkat (P<0,01) pada penambahan mineral tunggal Zn, Cu dan Mo, serta variasi campuran ketiga mineral. Pada plot utama, penambahan mineral Zn baik sebagai garam klorida maupun sulfat rata-rata derajat KBO berbeda sangat nyata dibanding kontrol (P>0,01) yaitu meningkat masing-masing sebesar 5,72% dan 9,12%. Peningkatan tertinggi pada penambahan mineral campuran Zn (Zn sulfat), Cu dan Mo sebesar 10,43%, diikuti oleh Zn (Zn sulfat) dengan Mo sebesar 10,12%; Zn (Zn klorida), Cu dan Mo sebesar 9,09%; Cu dan Mo sebesar 9,03%; Zn (Zn klorida) dan Mo sebesar 7,85%; Zn (Zn klorida) dan Mo sebesar 7,85%; Zn (Zn sulfat) dengan Cu sebesar 7,67% dan mineral tunggal Zn (Zn sulfat) sebesar 7,5%. Sehingga pada penambahan mineral tunggal Cu peningkatannya tidak terlalu besar yaitu 1,24%, dan penambahan mineral lainnya KBO meningkat diatas 4,50%. Penambahan mineral Zn baik sebagai garam klorida maupun sulfat ternyata meningkatkan nilai pH (P<0,01). Demikian pula penambahan campuran mineral lainnya mempengaruhi nilai pH (P<0,01). Peningkatan nilai pH disebabkan terjadinya degradasi protein dan karbohidrat oleh mikroba rumen.

Rataan kadar amonia menunjukkan bahwa perlakuan pemberian mineral Zn sebagai plot utama

ternyata menurunkan produksi amonia, kadar amonia menurun dari 0,86 menjadi 0,45 mg/ml. Penurunan produksi amonia mungkin disebabkan oleh ketersediaan enzim-enzim proteolitik dan diaminatif atau pengaruh langsung terhadap enzim protease dan deaminase ataupun terjadinya penurunan laju degradasi protein bahan makanan. Pada penambahan kombinasi mineral Zn-sulfat, Cu, Mo ternyata kadar NH-nya paling rendah yaitu 0,14mg/ml. Hal ini membuktikan bahwa dalam rumen terbentuk senyawa kompleks Mo-Cu-S yang stabil sehingga aktivitas enzim protease terhambat.

Secara umum pengaruh penambahan mineral baik tunggal maupun kombinasi terhadap produksi TVFA bervariasi. Pada penambahan Zn sulfat dibanding dengan perlakuan kontrol maupun penambahan Zn klorida ternyata produksi ammonia-nya berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Hal ini membuktikan bahwa elemen S dapat menekan terbentuknya TVFA. Pengaruh positif penambahan elemen tunggal dan kombinasi beberapa mineral mikro seperti Zn, Cu dan Mo, sedikit diatas standar normal dibawah ambang toksik, terhadap aktivitas mikroba rumen telah dilaporkan oleh CHURCH (1975). GRACE *et al.* (1998) melaporkan bahwa dengan penambahan elemen sulfur sebagai belerang dan tiosulfat pada domba ternyata meningkatkan kadar total asam lemak terbang di rumen. Dari hasil penelitian *in vitro* menunjukkan bahwa beberapa mineral dapat mengoptimalkan metabolisme mikrobial dalam rumen dan produksi VFA.

Penambahan mineral organik

Perlakuan penamballan Zn organik maupun anorganik meningkatkan derajat KBK ($P < 0,01$). Demikian pula penambahan Zn-organik ternyata nilai KBK-nya lebih besar dibanding penambahan Zn--anorganik ($P < 0,01$). Dari semua perlakuan, penambahan kombinasi Zn dan Cu organik memberikan derajat KBK paling tinggi. Derajat KBK pada substrat yang ditambahkan Zn proteinat yaitu 71,42% dibanding kontrol yang hanya 58,31%. Selain itu rumput yang dipergunakan sebagai substrat berada pada batas marginal kandungan Zn sehingga dengan penambahan Zn memberikan respon yang sangat baik.

Penambahan mineral dalam bentuk organik ternyata lebih baik dibanding penambahan mineral dalam bentuk anorganik. Bentuk organik lebih tersedia dalam cairan rumen sehingga membantu kerja enzim pencernaan lebih baik. Mineral proteinat yang dipergunakan adalah hasil dari proses "chelate" garam metal yang terlarut dengan asam-asam amino atau protein yang terhidrolisis (LYONS. 1993.). Dengan demikian pula adanya asam amino akan membantu aktifitas enzim dalam rumen, karena asam amino dibutuhkan oleh mikroba rumen khususnya dan ternak pada umumnya.

Tabl 2. Kecemasan bahan kering (KBK) rumput gajah dengan penambahan mineral Zn dari berbagai sumber

Perlakuan	Kecernaan bahan kering (%)		
	Kontrol	Zn anorganik	Zn organik
Kontrol	58,31c	68,90b	70,29a
Cu	59,23c	67,73b	71,42a
Mo	62,83b	69,16a	69,97a
Cu + Mo	65,91b	69,73a	60,38c

Keterangan: Nilai dengan huruf yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($P < 0,01$)

Bila Zn tunggal yang ditambahkan sebagai Zn organik (Zn proteinat) ternyata menyebabkan nilai KBK paling tinggi dibandingkan Zn sebagai senyawa anorganik (70,29 vs 68,90%). Demikian pula bila dikombinasikan dengan Cu proteinat semakin meningkat nilai KBK-nya (71,42%), hal ini dikarenakan ketersediaan kedua elemen Zn dan Cu lebih baik. Sedangkan bila dikombinasikan dengan Mo derajat KBK menurun menjadi 69,97% walaupun tidak beda nyata ($P > 0,05$). Namun pada kombinasi Zn organik dengan Cu dan Mo menurun derajat KBK menjadi 60,38%, hal ini karena elemen Mo yang ditambahkan dalam bentuk anorganik dan terjadinya reaksi diantara elemen-elemen membentuk senyawa tiomolibdat yang dapat mengurangi efek Zn.

Penambahan elemen tunggal Cu sebagai garam organik (proteinat) ternyata meningkatkan derajat KBK ($P < 0,01$) (Tabel 3). Demikian pula kombinasi dengan elemen lain semakin meningkatkan derajat KBK. Derajat KBK terbaik pada perlakuan Cu anorganik adalah kombinasi dengan Mo yaitu 65,91% ($P < 0,05$). Demikian pula kombinasi dengan elemen lain semakin meningkatkan derajat KBK. Sedangkan kombinasi dengan Zn, derajat KBKnya lebih tinggi dibandingkan dengan dikombinasikan dengan Mo (67,73 vs 65,91%). Hal ini dikarenakan elemen Cu yang mempunyai sifat antagonis dengan Zn sehingga menghambat penyerapan Cu ataupun Zn melalui proses kompetisi.

Penambahan elemen Cu sebagai garam organik (proteinat) ternyata meningkatkan derajat KBK meningkat dibanding kontrol dan Cu anorganik (sulfat). Bila dikombinasikan dengan Mo anorganik nilai KBKnya menurun, hal ini menunjukkan adanya kompetisi antara Cu dan Mo. Sedangkan bila dikombinasikan dengan Zn organik memberikan nilai KBK yang paling tinggi yaitu 71,42%, hal ini dikarenakan ketersediaan ke dua elemen semakin baik dan tersedianya asam amino. Namun bila dikombinasikan dengan Mo anorganik terjadi penurunan dari 71,42 menjadi 60,38%. Hal ini menunjukkan adanya reaksi Mo dengan Cu dan Zn. baik antagonis maupun pembentukan senyawa yang susah larut (garam Cu-Mo- sulfat). Penambahan Cu dan Mo pada pakan sapi jantan muda dilaporkan dapat

meningkatkan kinerja dan karakteristik karkas ternak (WARD dan SPEARS, 1997). Sedangkan bila penambahan S (sebagai sulfat) dan Mo pada ternak sapi betina mengakibatkan Cu defisiensi dikarenakan terbentuk senyawa kompleks tembaga tiomolibdat (CERONE *et al.*, 1998). HAYS dan SWENSON (1984) menyatakan bahwa kebutuhan akan Cu dipengaruhi oleh mineral lainnya dalam pakan, menjadi meningkat kebutuhannya pada ruminansia dengan adanya level molibdenum tinggi. Rekomendasi umum bagi ternak ruminansia tidak dapat dibuat secara rasional tanpa mengacu pada konsentrasi Cu, Mo dan S pada pakan, terutama rumput (McDOWELL, 1992).

Tabel3. Kecernaan bahan kering (KBK) rumput raja dengan penambahan mineral Cu anorganik dan organik

Perlakuan	Kecernaan bahan kering (%)		
	Kontrol	Cu anorganik	Cu organik
Kontrol	58,31b	59,23 b	65,08a
Zn organik	68,90c	67,73b	71,42
Mo	62,83b	65,91a	60,50c
Zn organik + Mo	69,16a	TD	60,38b

Keterangan : TD= tidak dilakukan

KESIMPULAN

Penambahan mineral mikro Zn 5 ppm baik sebagai Zn anorganik (sulfat dan klorida), maupun Zn proteinat memberikan respon yang paling baik terhadap aktivitas mikroba rumen. Peningkatan derajat KBK dan KBO yang paling tinggi didapatkan pada kombinasi penambahan elemen Zn proteinat dan Cu proteinat. Secara umum nilai pH menurun untuk perlakuan penambahan mineral, sedangkan kadar amonia menurun dan produksi total VFA meningkat dengan penambahan kombinasi elemen Zn, Cu maupun Mo. Penambahan mineral tunggal Zn atau Cu dalam bentuk organik lebih baik dibanding dalam bentuk anorganik.

DAFTAR PUSTAKA.

CERONE, S.I. AS. SANSINANEA, S.A. STREITENBERGER, MC. GARCIA, N.L AUZA. 1998. The effect of copper deficiency on the peripheral blood cells of cattle. *Veterinary Res.Communications*. 22(1): 47-57.

CHURCH, D. C. 1975. *Digestive Physiology and Nutrition of Ruminant*, O & B Books. Inc. 1215 MW. Klinerplane. Covalis, Oregon 97331. USA

DJAJANEGARA, A. and A PRABOWO. 1996. Pencernaan in vitro bahan pakan berserat oleh mikroba organisme rumen dengan berbagai tingkat penambahan mineral seng. Ringkasan Seminar Nasional I Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak. Bogor 3-4 Juli 1996 hal. 88.

DURAND, M. AND R. KAWASHIMA. 1980. *Dalam Y. Ruckebusch and P. Thivend (eds) Physiology and Metabolism in Ruminants*. A VI Publishing Co, Inc. Wesport, CT.

GRACE, N.D., JR ROVNCE, S.O. KNOWLES dan J.LEE. 1997. Changing dietary Sintake and the Cu status of grazing lambs. *New Zealand J. Agr. Res.* 40(3) : 329-334.

HAYS, V.W. dan MJ. SWENSON. 1984. *Dukes" Physiology of Domestic Animals"* (Swenson, M.I ed), Edisi Ke- '10, Cornell University Press, Ithaca USA

LITTLE, D.A. SUPRIYATI K dan R.J. PETHERAM. 1989. Mineral composition of Indonesian ruminant forages. *Trop. Agric.(Trinidad)*: 66(1), 33-37.

LYONS, 1983. Protected minerals, an expensive luxury or a cost effective necessity. In: *Biotechnology " The use of Scientifically Proven Natural products to increse 'Practical Value. Proceeding Asia Pasific Lecture of Alltech. August 16-26. p. 23-33.*

MCDOWELL, LR 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Academic Press London.

MERTZ, W. 1977. *Trace Element in Human and Animal Nutrition*. 5th edition. Academic Press. New York.

KIRCHGESSNER, M., F.J. SCHWARZ and G.I. STANGI. 1998. Growth perfonnance of beef cattle fed com silage-based rations without Cu, Zn, Mn, Co and Se supplementation. *J. Anim. Physi. and Anim. nutr.* 78 (3): 141-153.

STEEL, RG.D. dan J H. TORRIE 1960. *Principles and procedures of Statistics*. McGraw Hill. Book. Co.London

TILLEY, JM. A and RA. TERRY. 1963. A Two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. British Grassland Sac.* 18: 104-111.

UUDERWOOD, E.J 1981. *The mineral Nutrition of Livestock* 2nd edition. CAB England.

VAN SOEST, P.J, R. H. WINE and L.A. MOORE. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. *Proc Xth Int. Grassld. Congr. Helsinki* pp. 438-441.

WARD, JD. dan JW. SPEARS. 1997. Long term effects of consumption of low-copper diets with or without supplemental molybdenum on copper status, perfonnances, and carcass characteristics of cattle. *J. Anim. Scie.* 75(11): 3057-3065.

WILLIAMS, I 1984. *AOAC. Official Methods of Analysis (14th); Association of the official Agricultural Chemist*, Washington, DC.

ZEMBA YASHI, M. 1974. *Studies on The Effcts of Mineral on The Activities of Rumen Microorganism* Thesis. Kyoto Univ.. In : ADjajanegara dkk.(1995). *Manipulasi aktivitas pencernaan mikroba rumen dengan mineral (Fe, Mn, Zn, Cu dan Mo) pada domba.*, Edisi Khusus Kumpulan Hasil-Hasil Penelitian APBN T.A. 1994/1995- Ternak Rminansia Keci!. Balitnak.

