

PENGARUH SUPLEMENTASI Zn-proteinat, Cu-proteinat DAN AMONIUM MOLIBDAT TERHADAP PERFORMANS DOMBA LOKAL

Kardaya, D.¹, Supriyati², Suryahadi³ & T. Toharmat³

¹Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian, Unida

²Balai Penelitian Ternak, Ciawi

³Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan, IPB

(Diterima 19-06-2000; disetujui 12-10-2000)

ABSTRACT

A study on Zn-proteinat, Cu-proteinat, and ammonium molybdate supplementation was conducted for eight months in 30 male thin-tailed lambs with an average initial body weight of 13.1 ± 0.15 kg in order to determine their performances. The animals were allocated into six treatments according to a completely randomized design. The treatments were diet with: no mineral supplementation (R1), 35 ppm Zn (R2), 35 ppm Zn and 10.1 ppm Cu (R3), 35 ppm Zn and 5 ppm Mo (R4), 10.1 ppm Cu and 5 ppm Mo (R5), and 35 ppm Zn, 10.1 ppm Cu and 5 ppm Mo (R6). The diet consisted of 70% elephant grass and 30% concentrate of a dry matter basis. The supplementation increased ($P < 0.05$) ruminal fermentation activity, nutrient digestibility, feed consumption, mineral absorption, feed efficiency, and growth rate. Supplementation of Zn, Cu+Mo, Zn+Cu, Zn+Mo, and Zn+Cu+Mo improved lamb performances fed a high forage diet. The supplementation of Zn produced a better performance when it was combined with Cu instead of Mo. Meanwhile, Zn as a sole supplement gave the best result among other mineral supplementation and resulted in growth rate up to 32.5% higher than control. Molybdenum supplementation combined either with Cu or Zn, resulted in the worse performances than that was combined with both Cu and Zn.

Key words : Zinc Proteinat, Copper Proteinat, Molybdenum, Lamb, Performances

PENDAHULUAN

Defisiensi sekunder mineral mikro sering dialami oleh ternak ruminansia walaupun ternak diberi suplemen mineral dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan. Mineral Zn dan Cu adalah mineral yang sering dilaporkan defisien pada ternak ruminansia (Underwood, 1977; Stoltz, *et al.*, 1993; McDowell, *et al.*, 1983; Piliang & Suryahadi, 1996). Hal ini diduga akibat antagonistik jika mineral diberikan dalam bentuk anorganik, di antaranya Zn antagonis dengan Cu (Davis & Mertz, 1987; McDowell, 1992) dan Cu antagonis dengan Mo (McDowell, 1992; Gengelbach *et al.*, 1994).

Suatu pendekatan logis untuk mengatasi masalah di atas adalah melalui suplementasi mineral dalam bentuk mudah tersedia dan mempunyai antagonis rendah. Suplemen Zn-proteinat dan Cu-proteinat yang merupakan kompleks mineral organik diharapkan dapat memenuhi kriteria tersebut. Kedua mineral organik tersebut mampu mencegah pembentukan kompleks tak larut dalam saluran pencernaan (Church, 1984), asosiasi Cu dengan protein atau asam amino dalam bentuk *chelate* atau kompleks meningkatkan ketersediaan Cu (Pott *et al.*, 1994). Sumber Zn organik (Zn-lysine dan Zn-methionine) memiliki ketersediaan yang sama atau lebih tinggi

dari sumber Zn anorganik ($ZnSO_4$) yang paling mudah tersedia (Rojas *et al.*, 1995; Schell & Kornegay, 1996). Namun, hasil penelitian suplementasi mineral organik pada ruminansia masih kontroversi (Wittenberg *et al.* 1990; Ward & Spears, 1991; Pott *et al.* 1994; Luo *et al.*, 1996). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari aktivitas fermentatif mikroba rumen, pencernaan zat makanan dan produktivitas ternak domba yang diberi ransum bersuplemen mineral Zn-proteinat, Cu-proteinat, dan amonium molibdat serta kombinasinya pada domba lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan 30 ekor domba lokal ekor tipis jantan dengan rata-rata bobot hidup awal $13,1 \pm 0,15$ kg. Ternak dikelompokkan secara acak menjadi 6 kelompok yang terdiri atas 5 ekor, dan ditempatkan dalam kandang individu ukuran 1×2 m² yang dilengkapi dengan pipa air minum. Percobaan dilakukan selama 168 hari yang terdiri atas periode pendahuluan 14 hari dan periode pengamatan 154 hari. Periode pengamatan terdiri atas periode konsumsi ransum dan pertumbuhan selama 140 hari, pencernaan selama 14 hari, dan aktivitas fermentatif mikroba rumen.

Enam ransum terdiri atas ransum tanpa suplementasi (R1), suplementasi dengan 35 ppm Zn (R2), 10.1 ppm Cu dan 5 ppm amonium molibdat (R3), 35 ppm Zn dan 10.1 ppm Cu (R4), 35 ppm Zn dan 5 ppm amonium molibdat (R5), dan 35 ppm Zn, 10.1

ppm Cu dan 5 ppm amonium molibdat (R6). Ransum R1 atau ransum basal tersusun atas rumput raja, bungkil kedelai dan konsentrat komersial dengan total kandungan protein kasar 14.4 % dan energi bruto 3245 kkal perkg bahan kering (Tabel 1).

Tabel 1. Kandungan zat makanan dan komposisi bahan kering ransum penelitian

Zat makanan	Rumput gajah	Konsentrat	Ransum*
Bahan Kering (BK), %	21,00	90,70	-
Energi Bruto, Kkal/kg	2918	4028	3245
Bahan Organik (BO), %	93,40	92,93	93,22
Protein Kasar (PK), %	9,22	26,41	14,38
Serat Kasar (SK), %	53,24	30,48	46,41
Abu, %	6,60	7,07	6,74
Ca, %	0,63	1,03	0,75
P, %	0,18	0,77	0,36
Cu, ppm	12,60	9,10	11,49
Mo, ppm	0,34	0,33	0,33
Zn, ppm	31	34	31,9

Keterangan : *Rasio Hijauan : Konsentrat = 70 : 30, tanpa suplementasi.

Analisis mineral Cu, Mo, dan Zn ransum, dilakukan dengan AAS (*atomic absorption spectrophotometer*). Suplemen Zn-proteinat dan Cu-proteinat yang digunakan adalah buatan Alltech Inc. dengan merk dagang Bioplex Zinc (15 % Zn) dan Bioplex Copper (10 % Cu).

Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 ulangan. Masing-masing percobaan terdiri atas 5 ekor domba untuk percobaan pemberian makan dan 4 ekor domba untuk percobaan pencernaan.

Percobaan pendahuluan dilakukan selama 14 hari, selanjutnya diberikan perlakuan selama 20 minggu dengan penimbangan bobot hidup setiap dua minggu sekali pada pagi hari sebelum pemberian makan. Pukul 7.30 WIB domba diberi konsentrat 300 g (*as fed*) dan 2,5 kg rumput segar dan pukul 15.00 WIB diberi 1,5 kg rumput segar. Sisa ransum ditimbang setiap pukul 7.30 WIB hari berikutnya. Sampel pakan dan sisanya diambil tiap hari selama pengamatan.

Pengukuran pencernaan zat makanan dilakukan di kandang metabolis selama 14 hari. Empat ekor dari setiap kelompok perlakuan diambil acak untuk percobaan pencernaan. Ternak diberi makan dan minum seperti periode sebelumnya. Periode koleksi adalah 10 hari, dimulai 4 hari setelah domba berada di kandang metabolis. Sisa pakan ditimbang, feses

dan urin ditampung dan ditimbang setiap pagi, diambil sampelnya masing-masing 5 % dari total pengeluaran harian setelah dihomogenkan. Sampel pakan, sisa pakan dan feses dikeringkan dalam oven 60°C sampai beratnya tetap. Sampel harian individu domba dikompositkan kemudian diambil subsampel, digiling dalam mesin penggiling bersaringan 2 mm, lalu disimpan dalam ruang pendingin 4°C sebelum dianalisis di laboratorium. Sampel pakan, sisa pakan, dan feses dianalisis proksimat dan ditentukan kandungan energinya. Sampel urin dianalisis nitrogen totalnya.

Pengambilan sampel cairan rumen (± 100 ml) menggunakan *stomach tube*, dilakukan 2 jam setelah pemberian makan. Cairan rumen yang diperoleh disaring dengan satu lapis kain muslin untuk keperluan analisis pH, VFA, NH_3 , dan aktivitas selulase cairan rumen. Pengukuran pH dilakukan dengan *Digital pH meter*. Analisis VFA individu dilakukan dengan teknik kromatografi gas (Amrullah & Suryahadi, 1992). Kadar N-amonia cairan rumen ditentukan dengan teknik mikrodifusi cawan Conway (Work & Work, 1978). Analisis aktivitas selulase mikroba rumen dilakukan dengan metode Mandels, *et al.* (1976). Untuk analisis mineral plasma, sampel darah diambil sebanyak ± 10 ml melalui vena jugularis menggunakan tabung venoject berheparin steril 4 jam setelah pemberian makan. Sampel darah

disentrifuse pada kecepatan 3000 rpm selama 20 menit pada suhu 5°C untuk diambil plasmanya. kadar mineral Cu dan Zn plasma dianalisis dengan menggunakan AAS Model 5000 (Perkin-Elmer, 1982). Data yang berhasil dihimpun, dianalisis melalui analisis ragam. Uji kontras ortogonal dilakukan untuk melihat perbedaan nilai tengah antar perlakuan (Steel & Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Ransum

Rataan konsumsi bahan kering (BK), protein kasar (PK), dan energi dapat dicerna (EDD), disajikan

pada Tabel 2. Rataan konsumsi bahan kering harian-nya masih dalam kisaran normal (644 - 711 g) kebutuhan bahan kering domba periode pertumbuhan yang baru disapih, yakni 600 g BK (NRC, 1985). Rataan konsumsi bahan kering tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Prabowo *et al.* (1995), yakni pada kisaran 655 - 802 g, dan Supriyati *et al.* (1996) yang memperoleh nilai rata-rata pada kisaran 547 - 703 g. Rataan persentase konsumsi bahan kering terhadap kg bobot hidup adalah 3,65 % dengan kisaran 3,22 - 4,47 %. Nilai konsumsi ini tampaknya sudah mendekati kisaran level maksimal untuk domba lokal.

Tabel 2. Rataan konsumsi harian bahan kering ransum pada domba penelitian

Konsumsi	Kontrol	Suplementasi					S.E
		Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+Mo	
Bahan kering (g/ekor)	644 ^a	711 ^b	677 ^b	651 ^a	662 ^a	695 ^b	33
Protein kasar (g/ekor)	106 ^a	112 ^b	109 ^b	106 ^a	107 ^a	111 ^b	3
Energi (Edd, MJ/ekor)	6,89 ^a	7,99 ^b	6,85 ^a	7,14 ^a	7,23 ^b	6,90 ^a	0,47

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji kontras ortogonal.

Suplementasi mineral meningkatkan ($P < 0,05$) konsumsi bahan kering dan protein kasar ransum. Tampaknya suplementasi mineral mampu memperbaiki palatabilitas ransum sehingga dapat meningkatkan level konsumsi ransum. Suplementasi Zn menghasilkan level konsumsi BK, PK, dan EDD per ekor yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Namun, Prabowo *et al.* (1995) yang menggunakan $ZnSO_4$ sebagai sumber Zn tidak meningkatkan konsumsi. Peningkatan level konsumsi energi dapat dicerna diduga karena selain mampu memperbaiki palatabilitas ransum, Zn-proteinat juga mampu meningkatkan aktivitas fermentatif mikroba rumen. Mineral Zn dalam bentuk proteinat tidak berinteraksi dengan unsur-unsur antagonisnya (Church, 1984; Vandergrift, 1992) dan memiliki ketersediaan biologis yang tinggi (Pott *et al.* 1994; Rojas *et al.* 1995; Apgar & Kornegay, 1996; dan Engle *et al.* 1997), sehingga lebih tersedia baik bagi mikroba rumen maupun bagi ternak dombanya. Kisaran konsumsi energi dapat dicerna ini hampir sama dengan hasil penelitian Supriyati *et al.* (1996), yakni berkisar 6,43 - 8,24 MJ.

Suplementasi Cu+Mo menghasilkan level konsumsi yang sama dengan suplementasi Zn+Cu atau Zn+Mo. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi Cu-proteinat dengan amonium molibdat tidak menimbulkan dampak negatif terhadap mikroba rumen sebagaimana apabila digunakan kombinasi mineral anorganiknya yang seringkali menimbulkan keracunan pada domba dalam komposisi yang tidak seimbang (McDowell, 1992).

Aktivitas Fermentatif Mikroba Rumen

Nilai rata-rata pH, NH_3 , VFA, dan aktivitas selulase cairan rumen, dirangkum pada Tabel 3. Nilai rata-rata pH cairan rumen masih ada pada kisaran lingkungan pH normal, yang menurut Czerkawski (1986) berfluktuasi antara 6 - 7, bahkan ada dalam kisaran ideal untuk pencernaan selulosa, yakni 6,4 - 6,8 (Erdman, 1988). Suplementasi mineral tidak mengubah ($P > 0,05$) pH cairan rumen. Dengan demikian, aktivitas fermentatif mikroba rumen yang bergantung pada suasana pH di dalam rumen diharapkan menjadi optimal.

Tabel 3. Rataan peubah aktivitas fermentatif mikroba rumen pada domba penelitian

Aktivitas Fermentatif	Kontrol	Suplementasi					S.E
		Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+Mo	
pH	6,68	6,59	6,64	6,60	6,54	6,60	0,19
NII3 (mM)	10,20 ^a	12,80 ^b	12,30 ^b	12,15 ^b	11,40 ^a	11,50 ^a	0,67
VFA (mM) :							
Asetat	16,77 ^a	22,73 ^b	18,35 ^b	17,85 ^b	16,76 ^a	15,36 ^a	2,11
Propionat	8,26 ^a	15,97 ^b	10,51 ^b	6,62 ^a	8,87 ^a	7,65 ^a	1,88
Iso-Butirat	2,43 ^a	5,70 ^b	3,37 ^a	1,68 ^a	2,72 ^a	2,31 ^a	1,31
Normal-Butirat	5,52 ^a	11,55 ^b	4,10 ^a	4,81 ^a	5,50 ^a	4,91 ^a	3,18
Iso-Valerat	2,68 ^a	5,15 ^b	1,55 ^a	1,21 ^a	2,07 ^a	1,43 ^a	2,20
Normal -Valerat	0,37	0,42	0,33	0,22	0,36	0,23	0,51
Total VFA	36,04 ^a	61,52 ^b	38,22 ^a	32,49 ^a	35,82 ^a	31,90 ^a	8,54
Rasio asetat:propionat	2,04 ^a	1,45 ^b	1,76 ^b	2,89 ^a	1,89 ^a	2,03 ^a	0,40
NGR	3,125 ^a	2,29 ^b	2,81 ^b	4,26 ^a	2,93 ^a	3,22 ^a	0,67
Selulase (Unit per ml)	0,059 ^a	0,134 ^b	0,099 ^b	0,110 ^b	0,075 ^a	0,069 ^a	0,02

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji kontras ortogonal.

Rataan amonia cairan rumen domba pada kelompok kontrol adalah $10,2 \pm 0,67$ mM. Level ini dapat ditingkatkan ($P < 0,05$) dengan suplementasi mineral. Suplementasi Zn menghasilkan level amonia yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Perbandingan suplementasi Cu+Mo dengan Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo, Zn+Cu dan Zn+Mo dengan Zn+Cu+Mo, dan juga antara Zn+Cu dengan Zn+Mo tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda terhadap level amonia cairan rumen.

Level amonia yang lebih tinggi pada suplementasi Zn dibandingkan dengan suplementasi kombinasi mineral lainnya, diduga karena ada interaksi mineral Mo dengan unsur-unsur antagonisnya, terutama S dari H_2S produk fermentasi mikroba, yang antara lain dari hasil metabolisme asam-asam amino sulfur. Interaksi tadi dapat membentuk kompleks Cu-Mo-S tak larut sehingga mineral ini menjadi tidak tersedia bagi mikroba rumen (McDowell, 1992; Gengelbach *et al.*, 1994). Akibatnya enzim proteolitik mikroba yang membutuhkan mineral tersebut tidak bekerja optimal. Level normal amonia cairan rumen berada pada kisaran 4 - 12 mM, sementara level optimum untuk aktivitas fermentatif mikroba rumen adalah 8 mM (Sutardi, 1995) dan 13,82 mM (Mehrez *et al.*, 1977). Dengan demikian, level amonia cairan rumen pada semua kelompok

perlakuan memungkinkan untuk mendukung aktivitas fermentatif mikroba rumen dengan optimal.

Level VFA tertinggi 61,52 mM dicapai oleh suplementasi Zn-proteinat, sedangkan terendah 31,90 mM terdapat pada kelompok domba yang memperoleh suplementasi kombinasi Zn+Cu+Mo. Nilai kisaran VFA ini lebih luas dari hasil penelitian Haryanto *et al.* (1997), yakni antara 41,8 - 47,4 mM, namun level asam asetatnya lebih tinggi (27,3 - 29,5 mM) dari hasil penelitian (15,36 - 22,73 mM). Sebaliknya, level tertinggi asam propionatnya lebih rendah (11,3 mM) dari hasil penelitian (15,97 mM).

Secara umum dapat dinyatakan bahwa suplementasi mineral yang dicobakan tidak mengubah ($P > 0,05$) level VFA cairan rumen. Namun, suplementasi Zn menghasilkan baik VFA individu maupun VFA total yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Suplementasi Cu+Mo menghasilkan level VFA individu dan total yang sama ($P > 0,05$) dengan suplementasi Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo, namun Zn+Cu dan Zn+Mo menghasilkan level asam asetat yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari Zn+Cu+Mo. Sementara itu, suplementasi Zn+Cu menghasilkan level asam propionat yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi Zn+Mo.

Rasio asetat dengan propionat maupun NGR (*non glukogenic ratio*) tidak ada perbedaan ($P > 0,05$) antara kontrol dengan semua suplementasi mineral

yang dicobakan, namun Zn menghasilkan rasio asetat dengan propionat yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Suplementasi Cu+Mo menghasilkan rasio asetat dengan propionat dan NGR yang sama ($P > 0,05$) dengan suplementasi Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo, begitu pula antara Zn+Cu dan Zn+Mo dengan Zn+Cu+Mo. Namun demikian, suplementasi Zn+Cu menghasilkan rasio asetat dengan propionat atau NGR yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari Zn+Mo. Data ini menunjukkan bahwa suplementasi Zn+Cu dapat mengubah pola sintesis VFA ke arah sintesis asam propionat. Hal ini menggambarkan bahwa suplementasi Zn+Mo menurunkan efisiensi metabolisme energi, sedangkan suplementasi Zn atau Zn+Cu, meningkatkan efisiensi metabolisme energi di dalam rumen.

Aktivitas selulase mikroba rumen domba hasil penelitian (Tabel 3) berkisar antara 0,02 - 0,134 unit per ml. Nilai tersebut ada dalam kisaran aktivitas bakteri rumen 0,002 - 0,298 unit per ml ataupun aktivitas selulase fungi anaerob rumen 0,006 - 0,51 unit per ml (Chesson & Forsberg, 1988). Aktivitas selulase cairan rumen meningkat ($P < 0,05$) dengan suplementasi mineral. Suplementasi Zn menghasilkan aktivitas selulase yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Suplementasi Cu+Mo menghasilkan aktivitas selulase yang sama ($P > 0,05$) dengan suplementasi Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo, namun Zn+Cu dan Zn+Mo menghasilkan aktivitas selulase yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari Zn+Cu+Mo, sementara antara Zn+Cu dengan Zn+Mo menghasilkan aktivitas selulase yang sama ($P > 0,05$). Hasil ini sesuai dengan laporan Church (1979) bahwa baik Mo maupun Cu cenderung memperbaiki pencernaan selulosa oleh mikroba rumen. Meningkatnya aktivitas selulase mikroba

rumen domba pada suplementasi mineral diduga karena selain kebutuhan mikroba rumen akan mineral terpenuhi dengan baik, juga akibat pengaruh mineral dalam meningkatkan kadar amonia rumen. Salah satu faktor pembatas dalam pencernaan selulosa oleh mikroba rumen adalah ketersediaan amonia di dalam rumen (Church, 1979; Orskov, 1990).

Kecernaan Zat Makanan dan Retensi Nitrogen

Nilai rata-rata kecernaan bahan kering, bahan organik, protein kasar, serat kasar, dan energi hasil penelitian, disajikan pada Tabel 4. Kecernaan bahan kering hasil penelitian (64,69 - 67,67 %) jauh lebih tinggi dari yang diperoleh Haryanto *et al.* (1997), yakni antara 41,9 - 49,4 % dengan pemberian konsentrat 100 gram perekor perhari, namun hampir sama dengan yang diperoleh Prabowo *et al.* (1995), yakni 58,8 - 64,7 %.

Kecernaan bahan organik hasil suplementasi Zn-proteinat (69,46 %) lebih tinggi dibandingkan dengan kecernaan bahan organik hasil suplementasi $ZnSO_4$ (66 %) yang diperoleh Prabowo *et al.* (1995). Secara khusus, data tentang kecernaan bahan kering dan bahan organik ini menunjukkan bahwa Zn-proteinat lebih tersedia bagi proses pencernaan pascarumen daripada $ZnSO_4$. Hal inipun selaras dengan hasil penelitian lainnya (Pott *et al.* 1994; Rojas *et al.* 1995; Schell & Kornegay, 1996), bahwa mineral organik (Zn-lisin dan Zn-metionin) memiliki ketersediaan biologis lebih tinggi atau sama dengan Zn dari sumber anorganik yang paling mudah tersedia ($ZnSO_4$). Bahkan, secara umum dapat dikatakan bahwa suplementasi mineral yang dicobakan pada domba penelitian cenderung memperbaiki kecernaan bahan kering dan bahan organik.

Tabel 4. Rataan kecernaan zat makanan (%) dan retensi nitrogen (g) pada domba penelitian

Kecernaan	Kontrol	Suplementasi					S.E
		Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+Mo	
Bahan kering	64,69	67,67	67,60	65,90	65,13	65,92	2,49
Bahan organik	66,55	69,46	69,03	67,56	66,86	67,65	2,38
Protein kasar	71,86 ^a	81,02 ^b	82,50 ^b	79,72 ^b	77,55 ^a	77,72 ^a	2,81
Serat kasar	62,50 ^a	67,85 ^b	67,44 ^b	66,14 ^b	63,46 ^a	64,80 ^a	2,07
Energi	64,45 ^a	75,14 ^b	67,13 ^a	71,57 ^b	68,85 ^b	66,19 ^a	2,80
Retensi N	5,73 ^a	10,63 ^b	10,43 ^b	8,78 ^b	7,34 ^a	6,52 ^a	1,52

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji kontras ortogonal.

Rataan pencernaan protein kasar (Tabel 4) meningkat ($P < 0,05$) dengan suplementasi mineral. Nilai pencernaan protein kasar hasil penelitian ini (77,5 - 82,5 %) lebih tinggi dari nilai pencernaan protein pada sapi hasil suplementasi mineral mikro yang dilaporkan oleh Piliang & Suryahadi (1996). Perbandingan suplementasi Zn dengan mineral lainnya; Cu+Mo dengan Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo; Zn+Cu dan Zn+Mo dengan Zn+Cu+Mo; dan Zn+Cu dengan Zn+Mo; semuanya memperlihatkan nilai pencernaan protein kasar yang sama ($P > 0,05$). Data ini menunjukkan bahwa baik Cu-proteinat maupun Mo (amonium molibdat) tidak berpengaruh positif terhadap Zn, namun tidak pula antagonis terhadap Zn dalam proses pencernaan protein kasar pada domba. Mineral dalam bentuk proteinat dapat mencegah kemungkinan terjadinya interaksi dengan unsur-unsur antagonisnya (Church, 1984; Vandergriff, 1992). Meningkatnya pencernaan protein kasar akibat suplementasi mineral terjadi karena meningkatnya aktivitas proteolitik mikroba rumen dan protease usus. Hal ini tercermin dari meningkatnya produksi amonia cairan rumen (Tabel 3). Tingginya ($P < 0,05$) nilai rata-rata retensi nitrogen hasil suplementasi Zn dari mineral lainnya (Tabel 4), lebih mengkonfirmasi peran Zn-proteinat dalam metabolisme protein.

Rataan pencernaan serat kasar meningkat ($P < 0,05$) dengan suplementasi mineral. Suplementasi Zn menghasilkan pencernaan serat kasar yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya, sedangkan suplementasi Cu+Mo menghasilkan pencernaan serat kasar yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari suplementasi kombinasi mineral lainnya. Data ini

menunjukkan bahwa suplementasi kombinasi Zn dengan mineral lainnya, lebih mendukung terhadap pencernaan serat kasar dibandingkan dengan kombinasi Cu+Mo. Peningkatan pencernaan serat kasar terjadi karena adanya peningkatan aktivitas mikroba selulolitik di dalam rumen. Hal ini tercermin dari meningkatnya aktivitas selulase mikroba rumen dan juga VFA (Tabel 3) yang merupakan produk akhir dari fermentasi serat kasar di dalam rumen.

Rataan pencernaan energi meningkat ($P < 0,05$) dengan suplementasi mineral, namun Zn menghasilkan nilai pencernaan energi yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari mineral lainnya. Suplementasi Cu+Mo menghasilkan pencernaan energi yang sama ($P > 0,05$) dengan kombinasi mineral suplemen lainnya, begitu pula Zn+Cu dan Zn+Mo dengan Zn+Cu+Mo. Suplementasi Zn+Cu walaupun menghasilkan pencernaan energi yang lebih rendah (67,13% vs. 71,57%; $P < 0,05$), namun lebih efisien dari Zn+Mo (NGR: 2,81 vs. 4,26; $P < 0,05$) sebab pada suplementasi Zn+Mo lebih banyak kehilangan energi selama di dalam rumen.

Mineral Plasma

Hasil analisis mineral Cu dan Zn plasma disajikan pada Tabel 5. Rataan kadar mineral Cu plasma berkisar antara 0,64 - 0,92 mg/L. Kisarannya masih normal untuk level Cu plasma domba yang direkomendasikan oleh McDowell (1992), yakni 0,6 - 1,5 mg/L. Level Zn plasma domba ini hampir sama dengan level Zn plasma pedet yang diberi suplemen Zn-metionin dan Zn-lisin (Engle *et al.* 1997), yakni antara $0,87 \pm 0,12$ s.d. $1,07 \pm 0,38$ mg/L.

Tabel 5. Rataan kadar Cu dan Zn plasma pada domba penelitian

Mineral plasma (mg/L)	Kontrol	Suplementasi					S.E
		Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+M	
Cu	0.64 ^a	0.74 ^a	0.92 ^b	0.67 ^a	0.89 ^b	0.88 ^b	0.13
Zn	0.90 ^a	1.38 ^b	1.20 ^a	1.36 ^b	0.91 ^a	1.16 ^a	0.22

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji kontras ortogonal.

Suplementasi mineral meningkatkan ($P < 0,05$) level Cu dan Zn plasma. Level Zn plasma pada suplementasi Zn lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya, sebaliknya Cu+Mo menghasilkan Zn plasma yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari

suplementasi kombinasi Zn dengan salah satu atau kedua mineral tersebut. Level Cu plasma lebih tinggi ($P < 0,05$) pada suplementasi Zn+Cu daripada Zn+Mo. Hasil ini selaras dengan hasil penelitian Ward & Spears (1997) pada sapi jantan yang memperlihatkan

peningkatan level Cu plasma, seruloplasmin, aktivitas superoksida dismutase, dan Cu hati. Namun, Davis & Mertz (1987) menyatakan bahwa Zn dalam konsentrasi tinggi dapat menekan penyerapan Cu sehingga menurunkan kadar Cu plasma. Hal ini memberi indikasi ada perbedaan dalam mekanisme penyerapan Cu-proteinat atau Zn-proteinat dengan Cu atau Zn anorganik umumnya. Baik Zn maupun Cu-proteinat, yang membentuk kompleks dengan asam amino diserap utuh dari lumen usus (Vandergriff, 1992). Hal ini berarti bahwa rute penyerapan Cu dan Zn proteinat mengikuti rute penyerapan asam aminonya. Dengan demikian tidak terjadi persaingan terhadap protein pengikat di dalam lumen usus untuk proses penyerapannya seperti yang dikemukakan oleh Davis & Mertz (1987) dan McDowell (1992). Akibatnya, level Cu plasma pun meningkat ($P < 0,05$) walaupun diberikan bersama-sama dengan Zn dalam level tinggi.

Pertumbuhan dan Efisiensi Penggunaan Ransum

Bobot hidup awal ternak domba yang diteliti berkisar antara 12,56 - 13,48 kg. Bobot hidup akhir, penambahan bobot hidup harian, dan efisiensi penggunaan ransum setelah pemberian ransum

perlakuan selama 140 hari, tertera pada Tabel 6. Kisaran PBH hasil penelitian hampir sama dengan yang diperoleh Mathius *et al.* (1998) dengan suplementasi protein dan energi terlindungi, yakni antara 59,2 - 73,6 g.

Suplementasi mineral belum mampu meningkatkan ($P > 0,05$) produktivitas ternak secara menyeluruh, walaupun cenderung meningkatkan pertambahan bobot hidup harian (PBHH; $P < 0,07$) dan efisiensi penggunaan ransum (EPR; $P < 0,09$). Walaupun demikian, suplementasi Zn menghasilkan rataan bobot akhir, PBH, dan EPR yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi mineral lainnya. Sebaliknya, suplementasi Cu+Mo menghasilkan PBH dan EPR yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari suplementasi kombinasi Zn dengan salah satu atau kedua mineral tersebut. Galbraith *et al.* (1997) melaporkan bahwa suplementasi 15 mg Mo tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan efisiensi ransum pada kambing Angora umur 9 bulan. Suplementasi Zn+Cu dan Zn+Mo menghasilkan PBH yang lebih rendah ($P < 0,05$) dari suplementasi Zn+Cu+Mo, sedangkan Zn+Cu menghasilkan nilai-nilai produktivitas ternak yang lebih tinggi ($P < 0,05$) dari suplementasi Zn+Mo.

Tabel 6. Rataan pertambahan bobot hidup dan efisiensi penggunaan ransum pada domba penelitian

Produktivitas	Kontrol	Suplementasi					S.E
		Zn	Zn+Cu	Zn+Mo	Cu+Mo	Zn+Cu+Mo	
Bobot awal (kg)	13,00	12,56	13,96	12,85	13,48	12,64	1,14
Bobot akhir (kg)	21,84 ^a	24,28 ^b	24,40 ^b	21,24 ^a	21,40 ^a	23,40 ^b	1,55
PBH (g/hari)	63,14 ^a	83,71 ^b	74,57 ^b	60,00 ^a	56,57 ^a	76,85 ^b	7,63
EPR (%)	9,40 ^a	12,30 ^b	11,20 ^b	9,20 ^a	8,20 ^a	11,50 ^b	1,20

Keterangan : Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) berdasarkan uji kontras ortogonal. PBH = Pertambahan Bobot Hidup; EPR = Efisiensi Penggunaan Ransum

Pengaruh suplementasi mineral terhadap peningkatan produktivitas ternak merupakan cerminan dari peningkatan konsumsi, aktivitas fermentatif mikroba rumen, dan pencernaan zat makanan. Produktivitas yang lebih tinggi pada suplementasi Zn dibandingkan dengan suplementasi mineral lainnya, terjadi karena peran Zn dalam mendukung aktivitas fermentatif mikroba rumen (Tabel 3) dan aktivitas enzim proteolitik saluran pencernaan pasca-rumen (Tabel 4), yang kesemuanya merupakan fase-fase pre-absortif. Selain itu, peran Zn pada fase post-

absortif yang berkaitan dalam peningkatan nilai EPR, diduga melalui enzim-enzim yang berperan dalam sintesis dan katabolis protein otot seperti yang terungkap dari penelitian Engle *et al.* (1997), atau melalui polimerase hati (Hays & Swenson, 1984). Lambatnya pertumbuhan yang umumnya teramati pada kasus defisiensi Zn, diduga akibat dari ketidaksempurnaan biosintesis asam-asam nukleat, utilisasi asam amino atau sintesis protein (McDowell, 1992). Rendahnya rataan produktivitas ternak pada suplementasi non Zn (Cu+Mo) dibandingkan dengan

suplementasi kombinasi Zn, diduga karena ternak mengalami defisiensi Zn. Mineral Zn merupakan salah satu mineral yang sering dilaporkan defisien pada ternak ruminansia (McDowell, *et al.*, 1983; Stoltz, *et al.*, 1993; Piliang & Suryahadi, 1996).

KESIMPULAN

Suplementasi mineral (Zn, Cu+Mo, Zn+Cu, Zn+Mo, dan Zn+Cu+Mo) diperlukan untuk memperbaiki performans domba yang diberi ransum tinggi hijauan (hijauan : konsentrat = 70 : 30). Namun, tingkat perbaikan yang dicapai ditentukan oleh keseimbangan antar mineral. Mineral Zn (Zn-proteinat) akan lebih baik digabungkan dengan Cu (Cu-proteinat) daripada dengan Mo, namun suplemen Zn sendiri memberikan hasil terbaik di antara suplementasi mineral lainnya. Dibandingkan dengan ransum tanpa suplementasi, suplementasi Zn-proteinat mampu meningkatkan laju pertumbuhan sampai 32,58%. Suplementasi Mo, baik yang digabungkan dengan Cu atau Zn, lebih memperburuk performans daripada digabungkan dengan mineral Cu dan Zn. Perbaikan performans meliputi peningkatan aktivitas fermentatif mikroba rumen, pencernaan zat makanan, konsumsi ransum, dan absorpsi mineral, yang pada akhirnya mengakibatkan peningkatan efisiensi penggunaan ransum dan pertumbuhan ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, I.K. & Suryahadi. 1992. *Kumpulan Bahan Penuntun Praktikum Ilmu Makanan Ternak*. PAU Ilmu Hayat, Institut Pertanian Bogor.
- Apgar, G.A. & E.T. Kornegay. 1996. Mineral balance of finishing pigs fed copper sulfate or a copper-lysine complex at growth-stimulating levels. *J. Anim. Sci.* 74:1594-1600.
- Chesson, A. & C.W. Forsberg. 1988. Polysaccharide Degradation by Rumen Microorganisms. In: P.N. Hobson (Ed.). *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier Applied Science. London, New York.
- Church, D.C. 1979. Digestive Physiology and Nutrition. Second ed. Vol.1, *Digestive Physiology*. O and B Books, Corvallis, OR.
- Church, D.C. 1984. *Livestock Feeds and Feeding*. Second ed. O & B Books Inc. Corvallis, Oregon.
- Czerkawski, J.W. 1986. *An Introduction to Rumen Studies*. First ed. Pergamon Press. New York.
- Davis, G.K. & W. Mertz. 1987. In: "Trace elements in Human and Animal Nutrition-Fifth Edition" (W. Mertz, ed.), Vol.1. Academic Press, Inc. London.
- Engle, T.E., C.F. Nockels, C.V. Kimberling, D.L. Weaver, & A.B. Johnson. 1997. Zinc repletion with organic or inorganic forms of zinc and protein turno-ver in marginally zinc-deficient calves. *J. Anim. Sci.* 75:3074-3081.
- Erdman, R.A. 1988. Dietary buffering requirement of lactating dairy cows: a review. *J. Dairy Sci.*, 71:3246.
- Galbraith, H., W. Chigwada, J.R. Scaife, & W.R. Humphries. 1997. The effect of dietary molybdenum supplementation on tissue copper concentrations, mohair fibre and carcass characteristics of growing Angora goats. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 67:83-90.
- Gengelbach, G.P., J.D. Ward, & J.W. Spears. 1994. Effect of dietary copper, iron, and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *J. Anim. Sci.* 72:2722-2727.
- Haryanto, B., A. Thalib & Isbandi, 1997. *Pemanfaatan Probiotik dalam Upaya Peningkatan Efisiensi Fermentasi Pakan di dalam Rumen*. Balai Penelitian Ternak, Ciawi Bogor.
- Hays, V.W. & M.J. Swenson. 1984. In: "Dukes' Physiology of Domestic Animals" (Swenson, M.J., ed.), 10th ed., Cornell University Press, Ithaca and London.
- Luo, X.G., P.R. Henty, C.B. Ammerman, & J.B. Madison. 1996. Relative bioavailability of copper in a copper-lysine complex or copper sulfate for ruminants as affected by feeding regimen. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 57: 281-289.
- Mandels, M., R. Androtti, & C. Roche. 1976. Total cellulase assay. *Biotechnol. Biochem. Symp.*, 6: 21-23.
- Mathius, I.W., B. Haryanto, B. Sudaryanto, A. Djajanegara & A.Wilson. 1998. *Optimasi efisiensi pemanfaatan pakan melalui protein dan energi terlindungi*. Balitnak, Puslitbang Peter-nakan, Litbang Pertanian.
- McDowell, L.R., J.H. Conrad, G.L. Ellis & J.K. Loosli. 1983. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. *Library of Congress Catalog Card Number* 84-70238.
- McDowell, L.R. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Academic Press, London.

- Mehrez, A.Z., E.R. Orskov, & I. McDonald. 1977. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Brit. J. Nutr.*, 38: 437.
- NRC. 1985. *Nutrient Requirements of Domestic Animals, Nutrient Requirements of Sheep*. 5th ed., NAS-NRC, Washington, D.C.
- Orskov, E.R. & M. Ryle. 1990. *Energy Nutrition in Ruminant*. Elsevier Sci. Publisher, Ltd. England.
- Perkin-Elmer. 1982. *Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometer*. Perkin-Elmer, Norwalk, CT.
- Piliang, W.G. & Suryahadi. 1996. Status and level of mineral supplementation for cattle in some areas in Indonesia. The 8th AAAP Animal Science Congress. *Proceedings Vol. 2*: 176-177.
- Pott, E.B., P.R. Henry, C.B. Ammerman, A.M. Merritt, J.B. Madison, & R.D. Miles. 1994. Relative bioavailability of copper in a copper-lysine complex for chicks and lambs. *Anim. Feed Sci. and Technol.*, 45:193-203.
- Prabowo, A., A. Djajanegara, D. Lubis, & I. Inouu, 1995. Manipulasi aktivitas pencernaan mikroba rumen dengan mineral (Fe, Mn, Zn, Cu, Co, Mo) pada domba: 2. Penelitian in vivo. *Laporan Hasil-Hasil Penelitian APBN 1994/1995*, Balitnak.
- Rojas, L.X., L.R. McDowell, R.J. Cousin, F.G. Martin, N.S. Wilkinson, A.B. Johnson, & J.B. Velasquez. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci.*, 73:1202-1207.
- Schell, T.C. & E.T. Kornegay. 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO₄. *J. Animal Sci.* 74(7):1584-1593.
- Steel & Torrie, 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistik. Suatu Pendekatan Biometrika*. Alih Bahasa: Bambang S. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Stoltz, R.D., Z. Mahmuhayan, & S.H. Wirahadiredja. 1993. *Data Relating to Small Ruminant in Indonesia*. Vol 1. Balai Penelitian Ternak, Bogor, Indonesia.
- Supriyati, D. Sugandi, S. Yuhaeni, Sajimin, I.W. Mathius, & U. Kusnadi. 1996. *Teknologi Peningkatan Produksi dan Pemanfaatan Hijauan Pakan*. Balitnak, P4, Bogor.
- Sutardi, T. 1995. Peningkatan efisiensi penggunaan pakan. *Seminar Nasional Peternakan dan Veteriner*. Puslitbang Peternakan, Cisarua Bogor
- Underwood, E.J. 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. Academic Press, New York.
- Vandergriff, B. 1992. The theory and practice of mineral proteinates in the animal feed industry. In: *Improving utilization while reducing pollution: new dimensions through biotechnology*. *Asia Pacific Lecture Tour, Altech, Inc.* 133-146.
- Ward, J.D. & J.W. Spear. 1991. Availability of copper in ruminants from copper-lysine relative to copper sulfate. *J. Anim. Sci.* 69 (Suppl.1):554 (abstract).
- Ward, J.D. & J.W. Spears. 1997. Long-term effects of consumption of low-copper diet with or without supplemental molybdenum on copper status, performance, and carcass characteristics of cattle. *J. Anim. Sci.* 75:3057-3065.
- Wittenberg, K.M., R.J. Boila, & M.A. Sharriff. 1990. Comparison of copper sulfate and copper proteinate as copper sources for copper-depleted steers fed high molybdenum diets. *Can. J. Anim. Sci.*, 70:895-904.
- Work, T.S. & E. Work. 1978. *Laboratory Techniques*. North Holland Publishing Co.