

# Pengaruh Supplementasi Zink-biokompleks dan Zink-metionat dalam Ransum Domba

SUPRIYATI

Balai Penelitian Ternak P.O. Box 221 Bogor 16002

(Diterima dewan redaksi 07 Desember 2007)

## ABSTRACT

SUPRIYATI. 2008. The Effects of Zinc-biocomplex and Zinc-methionate supplementation on the ration for lambs. *JITV* 13(2): 89-94.

The effects of zinc-biocomplex and zinc-methionate on the growth of young sheep were studied in this trial. Eighteen young male local sheep were grouped into 3 groups based on body weight. The treatments are: R<sub>1</sub> (Control), R<sub>2</sub> (R<sub>1</sub> + Zn-biocomplex supplementation), R<sub>3</sub> (R<sub>1</sub> + Zn-methionate supplementations), with the concentration of Zn was 50 mg kg<sup>-1</sup> in daily concentrate. Zinc biocomplex and methionate were prepared in IRIAP laboratory. Feeds given were Elephant grass *ad libitum* and 200 g h<sup>-1</sup> concentrate (CP = 15.40%). The initial body weights were 12.36 to 12.97 kg. Body weights were measured every fortnight and feed consumption was recorded daily. Completely randomized design was applied in this trial. Statistical analysis was carried out by using General Linear Model (GLM). After 3 months feeding trial the average daily gains were 52.65, 71.28 and 71.30 g h<sup>-1</sup> (P<0.05) for treatments R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub>, respectively; with the mean daily intakes were 583, 562 and 531 g h<sup>-1</sup> (P<0.05). The mean feed conversion ratio (FCR) for R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> were 10.96, 8.44 dan 8.75 (P<0.05). It could be concluded that supplementation of Zn biocomplex and methionate produced in this institute (R<sub>1</sub> and R<sub>2</sub>) gave better performance than control. Forms of Zn (biocomplex and methionate) did not give significant effect on difference (P>0.05) growth.

**Key Words:** Zn- Biocomplex, Zn-Methionate, Supplementation, Growth, Sheep

## ABSTRAK

SUPRIYATI. 2008. Pengaruh suplementasi Zink-biokompleks dan Zink-metionat dalam ransum domba. *JITV* 13(2): 89-94.

Studi pengaruh suplementasi Zn dalam bentuk Zn biokompleks dan Zn-metionat telah dilakukan terhadap pertumbuhan domba muda. Domba jantan muda sebanyak 18 ekor dibagi menjadi 3 kelompok berdasarkan bobot hidup dan perlakuan yaitu R<sub>1</sub> (kontrol), R<sub>2</sub> (R<sub>1</sub> + suplementasi Zn biokompleks) dan R<sub>3</sub> (R<sub>1</sub> + suplementasi Zn-metionat), dengan konsentrasi Zn adalah 50 mg kg<sup>-1</sup> bahan kering dalam konsumsi konsentrat harian. Zink-biokompleks dan metionat dipreparasi di laboratorium Balitnak. Masing-masing ternak ditempatkan pada kandang individu. Pakan basal berupa rumput gajah yang diberikan *ad libitum* dan konsentrat diberikan sebesar 200 g ek<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> (Protein kasar = 15,40%). Bobot hidup domba pada awal pengamatan berkisar antara 12,36 – 12,97 kg. Pertambahan bobot badan diukur setiap 2 minggu dan konsumsi pakan diukur setiap hari. Rancangan Acak Lengkap digunakan dalam percobaan ini. Analisis statistik dilakukan menggunakan *General Linear Model (GLM)*. Setelah 12 minggu percobaan ternyata rataan pertambahan bobot hidup harian masing-masing adalah 52,65; 71,28 dan 71,30 g ekor<sup>-1</sup> (P<0,05) untuk perlakuan R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> dengan rataan konsumsi bahan kering pakan harian adalah 583, 562 dan 531 g ekor<sup>-1</sup> (P<0,05). Rataan rasio konversi pakan masing-masing untuk R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> adalah 10,96; 8,44 dan 8,75 (P<0,05). Dapat disimpulkan bahwa Zn-biokompleks dan Zn-metionat yang diproduksi di laboratorium Balitnak memberikan performans pertumbuhan lebih baik dibanding kontrol. Perbedaan bentuk Zn-biokompleks dan Zn-metionat tidak memberikan perbedaan yang nyata (P>0,05) terhadap respon pertumbuhan domba.

**Kata Kunci:** Zn-Biokompleks, Zn-Metionat, Suplementasi, Pertumbuhan, Domba

## PENDAHULUAN

Mineral dalam pakan ruminansia berfungsi untuk memenuhi kebutuhan harian dan untuk aktifitas mikroba di dalam rumen. Di dalam rumen mineral ikut menentukan pencernaan serat terutama lignoselulosa. Efisiensi pemanfaatan zat pakan oleh domba tergantung pada proses fermentasi mikroba di dalam rumen (HUNGATE, 1966). Mikro mineral yang berperan aktif dalam membantu

aktivitas metabolisme mikroba rumen secara *in vitro* adalah Zn, Se, Co, Cu dan Mo (SUPRIYATI *et al.*, 2000).

Pakan yang berupa hijauan di Indonesia sering dilaporkan defisiensi Zn (LITTLE *et al.*, 1989). Defisiensi Zn bukan saja diakibatkan oleh rendahnya kandungan Zn dalam pakan namun juga diakibatkan terjadinya reaksi antagonistik dengan mineral tertentu, diantaranya Zn dengan tembaga (Cu) (POWER and HORGAN, 2007). Defisiensi Zn dapat lebih ditoleransi oleh ternak bila

kadar Ca dalam pakan lebih rendah. Demikian pula fosfor (P) mempunyai pengaruh yang sama dengan Ca terhadap penyerapan Zn. Namun bila kadar Ca dan P tinggi dalam pakan maka kebutuhan Zn akan meningkat (UNDERWOOD, 1981). Konsentrasi Zn 0,5-1,0% dalam pakan akan menyebabkan anemia, dikarenakan terjadinya gangguan penyerapan Cu dan Fe (UNDERWOOD, 1981).

Untuk mengatasi masalah di atas, penggunaan Zn organik yang diproduksi di luar negeri lebih banyak digunakan dibanding dengan Zn anorganik (LYONS, 1983). Zink organik merupakan Zn yang terikat dengan protein atau asam amino. Zink yang berikatan dengan protein disebut Zn-proteinat sedangkan yang berikatan dengan gugus asam amino metionin disebut Zn-metionat. Sementara itu, Zn-biokompleks adalah hasil fermentasi Zn pada bahan pakan yang berkadar protein tinggi (VANDERGRIFT, 1992).

Suplementasi Zn- organik merupakan suplementasi Zn dalam bentuk tersedia dan tidak dipengaruhi oleh unsur-unsur antagonisnya. Mineral proteinat mampu mencegah pembentukan kompleks-kompleks tak larut dalam saluran pencernaan (CHURCH, 1984). Penggunaan Zn-proteinat (dinamakan Zn-bioplex) produksi PT Alltech Biotechnology USA dapat mempercepat pertumbuhan babi sebesar 5,9% dibandingkan dengan yang mendapatkan Zn dalam bentuk anorganik (FREMAUT, 2007). Suplementasi Zn-proteinat dapat meningkatkan efisiensi pakan pada domba (KARDAYA *et al.*, 2001). Sementara itu, suplementasi Zn-metionin dapat meningkatkan degradasi serat pakan secara *in vitro* (HARYANTO *et al.*, 2001).

Asosiasi Zn dengan protein atau asam amino dalam bentuk “chelate” atau kompleks dapat meningkatkan ketersediaan dan metabolisme Zn. Sumber Zn organik dalam senyawa Zn-lisinat dan Zn-metionat, memiliki ketersediaan yang sama atau lebih tinggi daripada senyawa Zn anorganik (ZnSO<sub>4</sub>) (ROJAS *et al.*, 1995). Demikian pula ketersediaan biologis mineral organik lebih tinggi daripada mineral anorganik pada domba (CAO *et al.*, 2000; RYAN *et al.*, 2002; SLUPCZYNSKA *et al.*, 2007), anak sapi perah Holstein (WRIGHT dan SPEARS, 2004), sapi potong jantan silangan (MANDAL *et al.*, 2007) dan babi (SCHELL dan KORNEGAY, 1996).

Suplementasi chelate metal asam amino dibandingkan dengan metal anorganik dapat meningkatkan “body condition score” pada sapi perah selama laktasi (ASHMEAD dan SAMFORD, 2004). Sementara suplementasi Zn-metionat dan biotin pada pakan imbuhan natrium bikarbonat tidak menyebabkan perubahan “locomotion score” yang nyata pada sapi perah (KITADA dan KADOTA, 2002).

Dengan demikian, suplementasi mineral dalam bentuk organik (Zn biokompleks dan metionat) diharapkan dapat mencegah pengaruh dari unsur-unsur antagonisnya sehingga dapat meningkatkan

ketersediaan biologisnya, baik bagi mikroba rumen maupun bagi domba itu sendiri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suplementasi Zn-biokompleks dan metionat yang dipreparasi di Laboratorium Balai Penelitian Ternak terhadap pertumbuhan domba.

## MATERI DAN METODE

Zink-biokompleks dan Zn-metionat yang dipergunakan dalam penelitian ini disiapkan di Laboratorium Pakan Balai Penelitian Ternak. Zink-biokompleks disiapkan dengan cara fermentasi campuran semi padat tepung kedelai dengan zink-sulfat (ZnSO<sub>4</sub>) oleh *Sacharomyces cerevisiae* selama 24 jam. Selanjutnya hasil fermentasi dikeringkan di oven pada suhu 40°C dan setelah kering digiling. Demikian pula Zn-metionat disiapkan dengan cara mereaksikan zink-sulfat (ZnSO<sub>4</sub>) dengan asam amino metionin pada kondisi pH tertentu. Kadar Zn dalam Zn-biokompleks dan Zn-metionat ditetapkan secara Spektrometri Serapan Atom.

Ternak yang dipergunakan adalah 18 ekor domba jantan, dengan bobot hidup berkisar antara 12,36 – 12,97 kg dengan rata-rata umur 5 – 7 bulan. Pakan dasar yang digunakan adalah rumput raja *ad libitum* dan konsentrat (Giri Tani 03 produksi CV. Indofeed Bogor) sebanyak 200 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup>. Pakan perlakuan yang digunakan adalah:

R1 = Kontrol (rumput raja + konsentrat)

R2 = R1 + 50 mg Zn (sebagai Zn-biokompleks) kg<sup>-1</sup> ransum

R3 = R1 + 50 mg Zn (sebagai Zn-metionat) kg<sup>-1</sup> ransum

Zn-biokompleks dan Zn-metionat dicampur dalam konsentrat, dan Zn dihitung sedemikian rupa sehingga konsentrasi Zn dalam konsumsi konsentrat harian adalah 50 mg kg<sup>-1</sup> bahan kering. Komposisi nutrisi bahan pakan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Ternak ditempatkan dalam kandang individu dengan ukuran 1 m<sup>2</sup> berlantai papan yang berada di dalam gedung dengan beratapkan asbes. Kandang dilengkapi dengan palaka yang terbuat dari papan dan tempat air minum (keran otomatis). Peralatan yang digunakan yaitu mesin pencacah rumput buatan Jepang (merek Star model SFC 1400 dengan kapasitas 23 kg/menit). Oven untuk mengeringkan sample merek Fisher, timbangan ternak merek Aira Mara dengan kapasitas maksimal 112 kg dan minimal 200 g, timbangan pakan merek Hobart dan timbangan merek Mettler dengan kapasitas maksimal 200 gram dan minimal 0,1 g yang digunakan untuk menimbang mineral. Bahan lain yang dipergunakan yaitu ember plastik, sapu lidi dan peralatan lainnya.

**Tabel 1.** Kadar nutrisi dalam bahan pakan

Nutrien	Rumput gajah	Konsentrat	Zn-biokompleks	Zn-metionat
Bahan kering (BK) (%)	18,89	86,46	90,50	96,54
Protein kasar (% BK)	10,19	15,70	42,44	-
Serat kasar (% BK)	34,10	9,97	11,12	-
SDN (% BK)	68,60	38,30	-	-
SDA (% BK)	45,60	21,00	-	-
Abu (% BK)	11,74	7,94	13,35	-
Energi kasar, kal g <sup>-1</sup>	3.535	3.000	3.730	-
Zn (mg kg <sup>-1</sup> BK)	31	53	130.000	30.800
Ca (% BK)	0,35	0,35	0,41	-
P (% BK)	0,18	0,18	0,56	-

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Parameter yang diukur adalah pertambahan bobot hidup setiap 2 minggu selama 12 minggu, konsumsi ransum harian dan rasio konversi pakan.

Pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati diketahui dengan analisis menggunakan *General Linear Model* (SAS, 1995) dan perbedaan antara rata-rata peubah yang diamati diuji dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (Duncan Test).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pertambahan bobot hidup

Hasil percobaan suplementasi mineral Zn-biokompleks dan Zn-metionat terhadap pertambahan bobot hidup pada domba dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai rata-rata memperlihatkan bahwa penambahan Zn baik sebagai biokompleks maupun metionat dapat meningkatkan pertambahan bobot hidup yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol ( $P < 0,05$ ) masing-masing sebesar 35,39% dan 35,42% untuk R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub>. Antara perlakuan R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> tidak memperlihatkan perbedaan pertambahan bobot hidup yang nyata. Hal ini sejalan dengan laporan KARDAYA *et al.* (2001) bahwa suplementasi Zn-proteinat dapat meningkatkan bobot hidup harian domba sebesar 32,63% dibandingkan dengan kontrol. Demikian pula MANDAL *et al.* (2007) melaporkan bahwa suplementasi Zn-proteinat pada sapi jantan silangan meningkatkan rata-rata bobot hidup harian dari 501 g/h menjadi 528 g/h dibandingkan dengan kontrol. PAIK (2001) juga menyatakan bahwa penambahan mineral "chelate" dalam bentuk Zn-metionat pada babi lepas sapih

menunjukkan pertambahan bobot hidup yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol (Zn-O). Penggunaan Zn proteinat (dinamakan Zn-bioplex, produksi Alltech Biotechnology USA) dapat mempercepat pertumbuhan babi sebesar 5,9% dibandingkan dengan yang mendapatkan Zn dalam bentuk anorganik (FREMAUT, 2007).

Menurut MC DOWELL *et al.* (1985), bahwa kebutuhan Zn harian untuk ternak domba sekitar 20 – 33 mg kg<sup>-1</sup>. Dilaporkan pula oleh MANDAL *et al.* (2007) bahwa kandungan Zn dalam ransum sebesar 32,5 mg kg<sup>-1</sup> cukup untuk memenuhi kebutuhan Zn untuk pertumbuhan normal dan pencernaan nutrisi pada pertumbuhan anak sapi jantan. Dimana pada penelitian ini suplementasi 50 mg Zn kg<sup>-1</sup> dalam bentuk biokompleks ataupun metionat sudah memberikan respon positif. Level 50 mg kg<sup>-1</sup> Zn dalam bentuk Zn biokompleks merupakan level optimal suplementasi Zn pada domba muda seperti dilaporkan oleh SUPRIYATI dan HARYANTO (2007). Bila ditinjau dari pertambahan bobot hidup perlakuan kontrol menunjukkan bahwa asupan gizi belum mencukupi kebutuhan untuk pertumbuhan domba.

### Konsumsi dan rasio konversi pakan

Nilai rata-rata konsumsi bahan kering ransum domba lokal selama 12 minggu percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Perlakuan Zn cenderung menurunkan konsumsi ransum walaupun tidak secara nyata antara kontrol dan perlakuan R<sub>2</sub> ( $P > 0,05$ ), sedangkan antara kontrol dan R<sub>3</sub> beda nyata ( $P < 0,05$ ), yang mengindikasikan perbaikan efisiensi pakan. Jumlah konsumsi bahan kering yang berkisar antara 531 dan 583 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup> atau setara dengan 3,33–4,00% dari bobot hidup, masih dalam

**Tabel 2.** Nilai rata-rata pertambahan bobot hidup domba lokal percobaan

Perlakuan	Bobot hidup (kg)		Pertambahan bobot hidup	
	Awal	Akhir	kg ekor <sup>-1</sup> 12minggu <sup>-1</sup>	g ekor <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>
R <sub>1</sub> (kontrol)	12,36	16,78	4,43 <sup>a</sup>	52,65 <sup>a</sup>
R <sub>2</sub> (Zn-biokompleks)	12,36	18,35	5,99 <sup>b</sup>	71,28 <sup>b</sup>
R <sub>3</sub> (Zn-metionat)	12,97	18,96	5,99 <sup>b</sup>	71,30 <sup>b</sup>

Nilai rata-rata yang diikuti huruf superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )

kisaran normal untuk memenuhi kebutuhan bahan kering domba periode pertumbuhan yang baru disapih (NRC, 1985).

Pada penelitian ini konsumsi bahan kering tidak dipengaruhi oleh suplementasi Zn biokompleks. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan MANDAL *et al.* (2007) bahwa konsumsi harian bahan kering tidak berbeda nyata antara kontrol dan ternak yang mendapatkan suplementasi Zn-proteinat. Tidak berbeda nyata pada konsumsi ransum domba lokal yang mendapat perlakuan Zn-biokompleks (R<sub>2</sub>) dengan kontrol ( $P > 0,05$ ) menunjukkan tidak adanya pengaruh dari penambahan Zn-biokompleks terhadap nafsu makan ternak. Kemungkinan penambahan Zn biokompleks telah mampu membantu menyediakan nutrisi untuk memenuhi kebutuhan ternak. Respon ternak untuk mengkonsumsi ransum dipengaruhi oleh bobot hidup, temperatur lingkungan, perkembangan rumen, komposisi dan bentuk pakan, kandungan air dalam pakan dan daya adaptasi ternak. Bila kebutuhan ternak telah terpenuhi maka ternak akan berhenti makan.

Perlakuan R<sub>3</sub> (Zn-metionat) mempengaruhi konsumsi bahan kering. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh HARYANTO *et al.* (2005) bahwa penambahan Zn-organik dalam konsentrat dengan pakan basal jerami padi terfermentasi cenderung menurunkan konsumsi bahan kering ransum pada domba percobaan. Namun pada kambing perah, SALAMA *et al.* (2003) melaporkan tidak ada perbedaan konsumsi bahan kering ransum antara ternak yang diberi Zn-metionat dan kontrol. Selain itu penambahan Zn-metionat dapat meningkatkan degradasi serat (HARYANTO *et al.*, 2001) yang berakibat pada hijauan yang dikonsumsi lebih sedikit.

Sejalan dengan menurunnya konsumsi bahan kering maka konsumsi bahan organik juga sedikit menurun, pada penambahan Zn-biokompleks (R<sub>2</sub>) ( $P > 0,05$ ) dibandingkan dengan kontrol (R<sub>1</sub>), sedangkan bila dibandingkan dengan perlakuan Zn-metionat (R<sub>3</sub>) berbeda nyata ( $P < 0,05$ ).

Konsumsi protein harian berkisar antara 64,53 dan 68,33 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup>. Nilai ini lebih rendah dari yang disarankan oleh KEARL (1982). Hal ini berakibat pada pertumbuhan yang belum optimal, dimana pada penelitian ini pertambahan bobot hidup harian domba yang mendapat ransum R<sub>2</sub> dan R<sub>1</sub> masing-masing adalah 71,30 g, 71,28 g dan 52,65 g. Konsumsi protein yang direkomendasikan KEARL (1982) untuk meningkatkan bobot hidup harian sekitar 100 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup> diperlukan asupan protein sebesar 95 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup>. Konsumsi protein 112,6 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup> pada domba yang mendapatkan tambahan Zn biopleks produksi Alltech USA, pertambahan bobot hidup hariannya mencapai 83,74 g h<sup>-1</sup>ekor<sup>-1</sup> (KARDAYA *et al.*, 2001).

Perbedaan konsumsi bahan kering ini berakibat pada perbedaan rata-rata konsumsi serat deterjen netral (SDN). Nilai konsumsi SDN terendah diperoleh pada perlakuan R<sub>3</sub> (penambahan Zn-metionat). Demikian pula konsumsi serat deterjen asam (SDA) menurun pada ternak perlakuan Zn-biokompleks walaupun tidak beda nyata. Pada perlakuan Zn-metionat nilai konsumsi SDA beda nyata dengan kontrol tapi tidak beda nyata dengan Zn-biokompleks. Dapat dikatakan bahwa penambahan Zn baik sebagai biokompleks maupun metionat dapat meningkatkan efisiensi penggunaan serat.

Penambahan Zn pada ransum dapat memperbaiki rasio konversi ransum (FCR). Nilai FCR menurun dari 10,96 (R<sub>1</sub>) menjadi 8,44 dan 8,75 masing-masing untuk R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub>. Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan Zn dapat meningkatkan efisiensi pakan. Nilai konversi pakan yang lebih rendah pada ternak perlakuan dibandingkan kontrol, dimungkinkan karena dengan suplementasi Zn dalam bentuk biokompleks ataupun metionat mampu mengoptimalkan aktifitas mikroba rumen. Konsekuensinya efisiensi penggunaan pakan dapat menjadi lebih baik.

Bentuk Zn yang berbeda antara Zn-biokompleks dan Zn-metionat dalam ransum tidak berpengaruh nyata terhadap konversi ransum ( $P > 0,05$ ).

**Tabel 3.** Rataan konsumsi dan rasio konversi pakan selama 12 minggu percobaan

Parameter	R <sub>1</sub> (Kontrol)	R <sub>2</sub> (Zn-biokompleks)	R <sub>3</sub> (Zn-metionat)
Konsumsi pakan (g/h/ekor):			
Bahan kering	583 <sup>a</sup>	562 <sup>a</sup>	531 <sup>b</sup>
Bahan organik	529 <sup>a</sup>	510 <sup>a</sup>	483 <sup>b</sup>
Protein kasar	68,3 <sup>a</sup>	65,7 <sup>ab</sup>	64,5 <sup>b</sup>
SDN	326 <sup>a</sup>	311 <sup>a</sup>	288 <sup>b</sup>
SDA	192 <sup>a</sup>	181 <sup>ab</sup>	170 <sup>b</sup>
Rasio Konversi pakan (FCR)	10,96 <sup>a</sup>	8,44 <sup>b</sup>	8,75 <sup>b</sup>

Nilai yang diikuti dengan huruf superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (P<0,05)

### KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa suplementasi Zn-biokompleks dan Zn-metionat dalam ransum domba lokal berpengaruh nyata (P<0,05) terhadap pertambahan bobot hidup dan konversi ransum. Penambahan Zn baik sebagai biokompleks maupun metionat cenderung menurunkan konsumsi ransum (termasuk nutrien). Perbedaan bentuk Zn-biokompleks dan Zn-metionat tidak memberikan perbedaan yang nyata (P>0,05) terhadap respon pertumbuhan domba.

### DAFTAR PUSTAKA

ASHMEAD, H.D. and R.A. SAMFORD. 2004. Effects of metal amino acid chelates or inorganic minerals on three successive lactations in dairy cows. *Intern. J. Appl. Res. Vet. Med.* 2: 181-188.

CAO, J., P.R. HENRY, R. GUO, R.A. HOLWERDA, J.P. TOHA, R.C. LITTELL, R.D. MILES and C.B. AMMERMAN. 2000. Chemical characteristics and relative bioavailability of supplemental organic and zinc sources for poultry and ruminants. *J. Anim. Sci.* 78: 2039-2054.

CHURCH, D.C. 1984. *Livestock Feeds and Feeding*. Second ed., O & B Books Inc., Corvallis, Oregon.

FREMAUT, D. 2007. Trace mineral proteinates in modern pig production: reducing mineral excretion without sacrificing performance. [http://www.engormix.com/trace\\_mineral\\_proteinates\\_in\\_e\\_articles\\_125\\_POR.htm](http://www.engormix.com/trace_mineral_proteinates_in_e_articles_125_POR.htm) dikunjungi 6 Juni 2007.

HARYANTO, SUPRIYATI, A. THALIB dan S.N. JARMANI. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bioproses fermentasi pada penambahan Zinc organik. Pros. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor, September 2005. hlm. 473-478.

HARYANTO, SUPRIYATI dan S. ASKAR. 2001. Zinc methionin untuk meningkatkan degradasi serat kasar. Pros.

Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor September 2000. hlm. 203-207.

HUNGATE, R.E. *The Rumen and its Microbes*. Academy Press, New York. 1966.

KARDAYA, D. SUPRIYATI, SURYAHADI dan T. TOHARMAT. 2001. Pengaruh suplementasi Zn-proteinat, Cu-proteinat dan ammonium molibdat terhadap performans domba lokal. *Media Peternakan* 24: 1-9.

KEARL, L. 1982. *Nutrient Requirement of Ruminants in Developing Countries*. International Feedstuffs Institute, Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan, Utah 84322, USA.

KITADA, M. and E. KADOTA. 2002. The effect of availability of solidified sodium bicarbonate feedblock containing biotin and Zn (foot-bio) on rumen pH and locomotion score in lactating dairy cows over a 6 month period. Proc. of the 12<sup>th</sup> Inter. Symp. on Lameness in Ruminants. 9<sup>th</sup> – 13<sup>th</sup> January 2002. Florida USA. pp. 268-271.

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

LYONS, T.P. 1983. Protected minerals, an expensive luxury or a cost effective necessity. In: *Biotechnology “The use of Scientifically Proven Natural Products to Increase Practical Value”*. Asia Pacific Lecture of Alltech. Jakarta, August 22. Alltech, Inc. Nicholasville USA. pp. 23-33.

MANDAL, G.P., R.S. DASS, D.P. ISORE, A.K. GARG and G.C. RAM. 2007. Effect of zinc supplementation from two sources on growth, nutrient utilization and immune response in male crossbred cattle (*Bos indicus* x *Bos Taurus*) bulls. *Anim. Feed Sci. Tech.* 138: 1-12.

MCDOWELL, L.R. 1985. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. Academic Press, London.

NRC. 1985. *Nutrient Requirement of Domestic Animals, Nutrient Requirement of Sheep*. Fifth edition. NAS-NRC, Washington, D.C.

- PAIK, I.K. 2001. Application of chelated minerals in Animal Production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 14: 191-198.
- POWER, R. and K. HORGAN. 2007. Biological chemistry and absorption of inorganic and organic trace metals. <http://www.engormix.co/biological-chemistry-and-absorption-e-articles-345> POR.htm. dikunjungi 6 Juni 2007.
- ROJAS, L.X., L.R. MCDOWELL, R.J. COUSIN, F.G. MARTIN, N.S. WILKINSON, A.B. JOHNSON and J.B. VELAQSQUEZ. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 73: 1202-1207.
- RYAN, J.P., P. KEARNS and T. QUINN. 2002. Bioavailability of dietary copper and zinc in adult Texel sheep: A comparative study of the effects of sulphate and Bioplex supplementation. *Irish Vet. J.* 55: 221-224.
- SALAMA, A.A., G. CAJA, E. ALBANELL, X. SUCH, R. CASALS and J. PLAIXATS. 2003. Effect of dietary supplementation of Zinc-methionine on milk production, under health and zinc metabolism in dairy goats. *J. Dairy Res.* 70: 9-17.
- SAS. 1995. SAS Users Guide for Personal Computers. SAS Institute. USA.
- SCHELL, T.C. and E.T. KORNEGAY. 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weaning pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO<sub>4</sub>. *J. Anim. Sci.* 74: 1584-1593.
- SLUPCZYŃSKA, M., S. KINAL and B. LUBOJEMSKA. 2007. Utilization of organic and inorganic forms of zinc in sheep nutrition. *Ejpaui* 10: 1-7.
- SUPRIYATI, D. YULISTIANI, E. WINA, H. HAMID dan B. HARYANTO. 2000. Pengaruh suplementasi Zn, Cu, dan Mo anorganik dan organik terhadap pencernaan rumput secara *in vitro*. *JITV* 5: 32-37.
- SUPRIYATI dan B. HARYANTO. 2007. Pengaruh suplementasi berbagai aras Zn biokompleks dalam ransum terhadap pertumbuhan domba. *JITV* 12: 268-273.
- UNDERWOOD, E.J. 1981. The mineral Nutrition of Livestock 2<sup>nd</sup> edition. CAB England.
- VANDERGRIFT, B. 1992. The theory and practice of mineral proteinates in the animals feed industry. In : Improving Utilization while Reducing Pollution: New dimensions through biotechnology. Asia Pacific Lecture Tour, Alltech, Inc. Jakarta, 25 Agustus 1992. hlm. 133-146.
- WRIGHT, C.L. and J.W. SPEARS. 2004. Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 87: 1085-1091.