

PENYERAPAN SENG (ZN) DAN TIMBAL (PB) DARI RANSUM DOMBA YANG MENGANDUNG ZN-FITAT DAN PB-ASETAT

Hernaman, I.,¹ Toharmat, T.,² Manalu, W.,³ dan Pudjiono, PI.⁴

¹Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan UNPAD
²Departemen Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB
³Bagian Fisiologi dan Farmakologi, Fakultas Kedokteran Hewan, IPB
⁴Balai Pengembangan Bioproses dan Teknologi Kimia, LIPI
E-mail: iman_hernaman@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini mempelajari penyerapan Zn dan Pb dari ransum yang mengandung Zn-fitat dan Pb-asetat pada domba. Seng-fitat dan Pb-asetat dibubuhkan ke dalam ransum percobaan sebagai berikut : 1) ransum basal, 2) ransum basal + ZnCl₂, 3) ransum basal + Pb-asetat, 4) ransum basal + Zn-fitat, 5) ransum basal + Zn-fitat + Pb-asetat. Dua puluh ekor domba yang sedang tumbuh digunakan di dalam percobaan *in vivo*. Suplementasi Zn-fitat menyebabkan jumlah Zn yang diserap lebih rendah, dan hasilnya akan meningkat bila ditambahkan Pb-asetat secara bersamaan dan diikuti pula dengan peningkatan penyerapan Pb. Semua perlakuan Zn meningkatkan kadar Zn dalam feses dan urine. Kadar Pb dalam feses meningkat seiring dengan tercemarnya ransum, namun kadar Pb dalam urine dan darah tidak terdeteksi. Aspek Zn-plasma tidak mengalami perubahan akibat suplementasi Zn-fitat dan kehadiran Pb-asetat. Kesimpulan, Zn-fitat tidak efektif meningkatkan penyerapan Zn oleh tubuh dan dalam mengurangi penyerapan Pb dalam domba.

Kata Kunci : seng (Zn), timbal (Pb), penyerapan, domba

ZINC (ZN) AND LEAD (PB) ABSORPTION FROM SHEEP RATION CONTAINING ZN-PHYTATE AND PB-ACETATE

ABSTRACT

The present experiment aimed to study in Zn and Pb absorption from sheep ration containing Zn-phytate and Pb-acetate. Zinc-phytate and Pb-acetate was supplemented into experimental rations as follows: 1) basal ration, 2) basal + ZnCl₂, 3) basal + Pb-acetate, 4) basal + Zn-phytate, 5) basal + Zn-phytate + Pb-acetate. In vivo studies were conducted to evaluate the absorption of Zn and Pb. Twenty growing sheep were used in the in vivo study. Zn-phytate reduced absorption of Zn, but both Zn and Pb absorption increased when Pb-acetate was included in the ration. All of Zn treatments increased concentration of Zn in feces and urine. The increasing of Pb in feces was parallel with the application of Pb-acetate, but was not detected in urine. Plasma Zn were not influenced by supplementation of Zn-phytate and Pb-acetate. In other hand, Ion Pb were not detected in the plasma. It was concluded that Zn-phytate was not effective to increase Zn absorption and to reduce Pb absorption.

Keywords : zinc (Zn), lead (Pb), absorption, sheep

PENDAHULUAN

Penyerapan Zn dari ransum sangat rendah. Ternak ruminansia hanya mampu menyerap Zn ransum sebesar 20-40% (Georgievskii, *et al.* 1982), sisanya sebagian besar dikeluarkan bersama-sama dengan feses. Dengan demikian, ternak ruminansia berpotensi mengalami defisiensi terhadap mineral tersebut. Suplementasi Zn dalam berbagai bentuk penyajian telah banyak

dilakukan untuk memenuhi kebutuhan ternak dan menghasilkan respons yang berbeda-beda. Pemanfaatan Zn-anorganik menghambat aktivitas enzim proteolitik dan mengurangi proteolisis protein pakan di dalam rumen (Karr *et al.* 1991a). Selain itu, Zn-anorganik lebih liar di dalam rumen dan kemungkinan akan membentuk kompleks-kompleks tak larut sehingga kurang bermanfaat bagi ternak (Church, 1984). Ketersediaan Zn-organik dilaporkan lebih

baik dibandingkan dengan Zn-anorganik (Rojas *et al.* 1995).

Biji-bijian dalam konsentrat yang merupakan komponen pakan ruminansia banyak mengandung asam fitat. Asam fitat ($C_6H_{18}O_{24}P_6$ atau IP6) adalah suatu cincin *myo-inositol* yang mengikat penuh fosfat. Kandungan asam fitat pada biji-bijian bervariasi antara 1 dan 6% bergantung pada jenis, varietas, dan kadar P tanah. Potensi asam fitat di Indonesia cukup tinggi, dari dedak padi saja diperkirakan dihasilkan asam fitat lebih dari 250 ribu ton setiap tahun.

Molekul asam fitat mengandung 12 proton dengan sisi terdisosiasi. Enam sisi merupakan asam kuat dan sisanya adalah asam lemah. Struktur molekul tersebut secara konsisten memiliki kapasitas sebagai *chelating agent* dengan kation multivalensi. Kompleksasi antara asam fitat dan beberapa mineral menunjukkan kekuatan terikat sebagai berikut: $Pb^{2+} > Zn^{2+} > Cu^{2+} > Ca^{2+} > Mg^{2+}$ (Chan, 1988). Seng termasuk mineral yang sangat kuat diikat oleh asam fitat, tetapi lebih lemah dibandingkan dengan Pb. Potensi asam fitat membentuk kompleks dengan Zn memberikan peluang sebagai alternatif dalam penyajian Zn sebagai suplemen untuk ternak.

Hewan ruminansia dengan mikroba rumennya menghasilkan enzim fitase yang cukup banyak (Park, *et al.* 1999), sehingga keberadaan asam fitat pada pakan tidak menjadi masalah dan sebagian besar senyawa tersebut digunakan sebagai sumber P bagi induk semang. Degradasi asam fitat akan lambat dan hanya sebagian dari P yang dimanfaatkan ketika senyawa tersebut berubah konfigurasinya dengan membentuk kompleks dengan Ca (Morse *et al.* 1992). Apabila dilakukan pembentukan kompleks dengan Zn menjadi kompleks Zn-fitat, kompleks tersebut kemungkinan akan didegradasi dan melepaskan Zn secara perlahan-lahan/*slow release* (Hernaman dkk. 2007) yang akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan mikroba rumen dan memacu pertumbuhan ternak.

Di samping itu, sebagian lagi Zn-fitat yang lolos dari degradasi mikroba rumen diharapkan akan teralirkan menuju

pascarumendan diharapkan terjadi pertukaran ion dengan mineral berbahaya di saluran pencernaan pascarumen sebelum diserap tubuh. Pengikatan asam fitat dengan Pb menyebabkan terlepasnya Zn yang kemudian diserap oleh tubuh ternak. Kompleks Pb-fitat yang tidak larut selanjutnya dibawa keluar bersamaan dengan feses sehingga tubuh ternak terhindar dari akumulasi logam berat tersebut.

BAHAN DAN METODE

Dua puluh ekor domba jantan lokal dengan bobot badan kisaran 14-21 kg dialokasikan ke dalam 5 perlakuan ransum. Ternak ditempatkan secara acak di kandang individual dengan ukuran 1,25 x 1 x 0,75 m³. Setiap kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum. Kandang berupa sistem panggung yang terletak di dalam ruangan yang beratapkan asbes. Di bawah kandang ditempatkan ram kawat untuk koleksi feses dan dibawahnya terdapat plastik untuk menampung urine yang disalurkan ke dalam jarigen melalui selang. Sampel feses, urine dan konsumsi bahan kering dilakukan setiap hari selama 7 hari dan setelah itu dilakukan pengambilan sampel darah.

Tabel 1. Komposisi Zat-zat Makanan Rumput dan Konsentrat

Nutrien	Rumput	Konsentrat
Protein Kasar (%)	7,15	13,99
Serat Kasar (%)	28,16	3,24
Lemak Kasar (%)	4,35	7,75
Abu (%)	9,42	6,31
BETN (%)	50,92	68,71
TDN (%)	60,49	85,67
Zn (mg/kg)	78,68	73,39
Pb (mg/kg)	53,48	33,60

Percobaan menggunakan lima perlakuan ransum. Ransum tersebut terdiri atas; 1) Ransum Basal, 2) Ransum Basal + 50 mg/kg Zn ($ZnCl_2$) 3) Ransum Basal+ 50 mg/kg Pb (Pb-asetat) 4) Ransum Basal + 50 mg/kg Zn (seng-fitat) 5) Ransum Basal + 50 mg/kg Zn (seng-fitat) + 50 mg/kg Pb (Pb-asetat). Seng fitat diperoleh dari hasil reaksi

ZnCl₂ dengan ekstrak pollard (Hernaman dkk. 2007), sedangkan ZnCl₂ dan Pb-asetat produk Merck dibeli dari toko bahan kimia.

Komposisi ransum basal terdiri atas 40% rumput dan 60% konsentrat. Rumput yang digunakan berupa rumput lapangan yang diperoleh dari sekitar kandang, sedangkan konsentrat dibuat sendiri terdiri atas; jagung kuning, onggok, bungkil kedelai dan kelapa. Komposisi zat-zat makanan, TDN, seng dan timbal disajikan pada Tabel 1.

Penghitungankonsumsi mineral dilakukan dengan mengalikan kadar mineral dalam ransum dengan konsumsi bahan kering. Data konsumsi bahan kering diperoleh dengan cara mengurangi jumlah ransum bahan kering yang diberikan dengan sisa ransum yang tidak dimakan pada hari berikutnya. Setiap sampel ransum dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105° C selama 1 hari.

Sampel darah diambil melalui vena jugularis menggunakan *venoject*, kemudian tabung *venoject* dikocok perlahan-lahan dan disimpan di dalam termos yang berisi es untuk selanjutnya dianalisis. Tabung *venoject* yang mengandung EDTA dan berisi sampel darah disentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Plasma darah diambil dengan pipet dimasukkan ke dalam tabung sampel ukuran 1,5 ml. Tabung ditutup dan disimpan di dalam freezer untuk keperluan analisis mineral.

Untuk mengukur kadar mineral dalam sampel padat terlebih dahulu dilakukan preparasi dengan metode *wet ashing* (Restz et al 1960). Sampel ditimbang dalam Erlenmeyer 100 ml. Ditambahkan HNO₃ pekat 5 mL, dibiarkan selama ±1 jam sampai sampel menjadi bening. Berikutnya dipanaskan selama ±4 jam di atas Hot Plate, setelah itu didinginkan. Larutan yang telah dingin ditambahkan 0,4 mL H₂SO₄ pekat, dipanaskan kembali. Pada saat perubahan warna teteskan larutan campuran HClO₄ + HNO₃ (2:1). Perubahan warna coklat menjadi kuning lalu bening. Dipanaskan kembali selama 15 menit. Sampel ditambahkan 2 mL aquadest bersamaan dengan ditamhkannya 0,6 mL HCl pekat. Panaskan kembali sampai larut dan didinginkan, lalu dilarutkan dengan aquadest menjadi 100 ml dalam labu takar

dan disiapkan untuk dianalisis dengan *atomic absorption spectroscopy* (AAS) dan pospor menggunakan Spektrofotometer. Sampel hasil *wet ashing* ditambahkan 0,05 mL Lantan (Cl₃La.7H₂O), lalu disentrifuse dengan kecepatan 2500 rpm selama 10 menit, kemudian diukur absorbansinya dengan AAS pada panjang gelombang sesuai dengan jenis mineral yang akan dibaca. Absorpsi mineral dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Absorpsi} = \frac{\text{Konsumsi mineral (mg)} - \text{Mineral feses (mg)}}{\text{Konsumsi mineral (mg)}} \times 100\%$$

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (Steel dan Torrie, 1993). Ternak dikelompokkan berdasarkan bobot badan. Data yang terkumpul dianalisis dengan Uji Kontras Orthogonal.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengukuran absorpsi Zn dan Pb, maka diperoleh data yang disajikan pada Tabel 2. Tabel tersebut menunjukkan bahwa semua suplementasi seng baik dalam bentuk seng klorida maupun seng-fitat meningkatkan jumlah seng yang dikonsumsi dan seiring dengan hal tersebut menyebabkan seng yang terdapat di feses juga meningkat dibandingkan dengan seng yang berasal dari domba yang diberi ransum basal, akan tetapi di antara perlakuan suplementasi seng ternyata perlakuan ransum dengan suplementasi seng-fitat+timbal menunjukkan kadar seng dalam feses yang nyata lebih rendah.

Data lain menunjukkan bahwa jumlah seng yang diserap tubuh nyata lebih rendah pada perlakuan suplementasi seng-fitat dibandingkan dengan perlakuan suplementasi seng yang lainnya dan hasil ini sejalan dengan persentase penyerapan seng yang juga menunjukkan nilai yang lebih kecil. Persentase penyerapan seng pada ransum basal ternyata memberikan hasil yang berbeda tidak nyata dibandingkan dengan perlakuan suplementasi seng-klorida dan seng-fitat+timbal-asetat dan bila dibandingkan dengan ransum basal+timbal-asetat menghasilkan persentase penyerapannya yang lebih tinggi. Artinya bahwa kehadiran timbal

dalam ransum akan mengurangi persentase penyerapan seng.

Konsumsi seng yang meningkat dari semua perlakuan suplementasi seng adalah konsekuensi dari suplementasi seng dalam ransum. Penambahan seng tersebut tidak seluruhnya termanfaatkan oleh tubuh ternak sebagian besar dibuang bersamaan dengan feses. Seng klorida merupakan jenis seng anorganik yang mudah larut dan lebih cepat membentuk kation yang reaktif, sehingga mudah berikatan dengan senyawa-senyawa atau fraksi-fraksi pakan dalam rumen, kemudian terbawa bersamaan dengan feses. Menurut Church, (1984) seng anorganik di dalam rumen bersifat liar dan membentuk kompleks tak larut dengan anion lain.

Kadar seng yang tinggi di feses pada perlakuan suplementasi seng-fitat dibandingkan dengan ransum basal disebabkan gugus pospat pada asam fitat yang mengikat seng sulit dilepaskan oleh enzim fitase yang dihasilkan oleh bakteri rumen dan membutuhkan waktu lama untuk melepaskan seng dari konfigurasi tersebut (Hernaman, dkk 2007). Enzim memiliki kemampuan kerja yang spesifik terhadap substrat tertentu yang akan dirombaknya, bila substrat tersebut mengalami perubahan/modifikasi, enzim tersebut tidak dapat mendegradasi

atau membutuhkan waktu yang lama agar sistem kerja enzim tersebut dapat berjalan dengan baik. Di samping itu juga, tingginya seng dalam feses diduga karena adanya gerakan peristaltik dan juga laju aliran pakan yang turut serta mempercepat seng-fitat keluar dari saluran pencernaan bersamaan dengan feses sebelum dimanfaatkan oleh tubuh ternak. Potensi *slow release* seng dalam bentuk seng-fitat tidak tampak ketika percobaan dilakukan secara *in vivo*.

Berbeda dengan perlakuan suplementasi seng-itat+timbal-asetat, meskipun terjadi kenaikan kadar seng dalam feses dibandingkan dengan ransum basal, namun jumlahnya lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan seng-klorida maupun seng-fitat. Kehadiran timbal memungkinkan terjadinya kompetisi di dalam pengikatan dengan asam fitat. Seng dalam konfigurasi seng-fitat sebagian akan didesak oleh timbal ke luar dan seng kemudian diserap lebih banyak oleh tubuh ternak. Hal ini diperkuat dengan data jumlah seng yang diserap dan persentase penyerapan pada perlakuan tersebut yang nyata dan memiliki rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan seng-fitat. Tampaknya ikatan timbal dan asam fitat masih belum stabil ketika masih di dalam saluran pencernaan pasca rumen. Timbal kemungkinan sebagian

Tabel 2. Data Pengaruh Perlakuan terhadap Penyerapan Seng dan Timbal

P e u b a h	Perlakuan				
	Basal	ZnCl ₂	Pb-ast	Zn-Fit	Zn-Fit +Pb-ast
Konsumsi Zn (mg/h)	39,62b	74,99a	39,32b	71,24a	72,43a
Zn Feses (mg/h)	30,79c	60,32a	32,37c	61,87a	50,76b
Zn Diserap (mg/h)	8,83c	14,66b	6,95c	9,37c	21,67a
% Penyerapan Zn	21,94a	19,60b	17,42b	11,19b	29,78a
Konsumsi Pb (mg/h)	22,05b	22,71b	56,30a	20,53b	55,52a
Pb Feses (mg/h)	7,17b	10,01b	36,79a	5,09b	26,92a
Pb Diserap (mg/h)	14,87c	12,70c	19,51b	15,45c	28,60a
% Penyerapan Pb	66,86a	56,11b	34,40c	75,51a	51,54c
Zn Urine(mg/hari)	1,79b	1,97a	0,66b	2,63a	2,03a
Pb Urine (mg/hari)	TT	TT	TT	TT	TT
Zn-Plasma (mg/dL)	0,044	0,046	0,046	0,035	0,029
Pb-Plasma (mg/dL)	TT	TT	TT	TT	TT

Keterangan: TT = tidak terdeteksi

masih dapat terikat dengan gugus aktif dari senyawa lain yang lebih kuat mengikatnya dan membentuk kompleks yang lebih mudah diserap tubuh.

Pada perlakuan ransum basal, ternyata persentase penyerapan seng nyata lebih tinggi dibandingkan dengan ransum basal+timbal-asetat, meskipun konsumsi seng hampir sama (39,62vs39,32). Sepertihalnya dengan perlakuan seng-fitat+timbal-asetat, kehadiran timbal akan berkompetisi dengan seng. Logam berat tersebut lebih dominan dan lebih kuat terikat dengan senyawa-senyawa yang mudah diserap tubuh ternak, sedangkan seng terlepas dan terikat dengan senyawa-senyawa lain membentuk kompleks tak larut dan bersamaan dengan feses dibawa ke luar tubuh. Dari hasil penelitian ini dapat memperkuat teori bahwa timbal bersifat antagonis dengan seng dimana logam berat tersebut lebih kuat terikat dengan senyawa lain dibandingkan dengan seng.

Pada tabel yang sama, pembubuhan timbal-asetat pada ransum basal akan nyata meningkatkan kadar timbal yang dikonsumsi dan juga jumlah timbal dalam feses. Begitu juga dengan jumlah timbal yang diserap lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sebaliknya dengan persentase penyerapan timbal, ternyata semua perlakuan pembubuhan timbal-asetat menghasilkan persentase penyerapan yang lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lain terutama dengan ransum basal. Antara perlakuan timbal-asetat dengan seng-fitat+timbal-asetat secara umum tidak menunjukkan perbedaan, kecuali pada jumlah timbal yang diserap yang menunjukkan hasil yang lebih banyak pada perlakuan seng-fitat+timbal-asetat.

Lebih banyaknya timbal yang dikonsumsi akan memberikan kesempatan lebih banyaknya mineral tersebut diserap, akan tetapi banyaknya timbal yang dikonsumsi juga akan menyebabkan lebih banyaknya timbal yang dikeluarkan melalui feses. Timbal merupakan logam berat yang sangat reaktif, kemungkinan membentuk kompleks stabil tak larut dengan komponen-komponen nutrisi pakan akan lebih besar, akibatnya lebih banyak timbal tersebut tidak terserap tubuh. Gerakan peristaltik dan laju aliran

pakan juga turut membantu mempermudah timbal yang terikat dengan senyawa lain keluar tubuh. Dengan banyaknya timbal yang keluar melalui feses menyebabkan persentase penyerapan timbal pada perlakuan tersebut lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara itu terlihat bahwa timbal yang diserap ransum basal menunjukkan nilai yang tinggi, hal ini memberi kemungkinan bahwa dalam jumlah tertentu logam ini dibutuhkan oleh ternak.

Seng selain dikeluarkan bersamaan dengan feses, juga melalui urine dan menghasilkan kadar yang berbeda-beda bergantung pada perlakuan yang diterimanya. Perlakuan suplementasi seng secara umum meningkatkan kandungan seng dalam urine. Di lain pihak, untuk kadar timbal dalam urine ternyata tidak terdeteksi atau kandungannya sangat sedikit sehingga alat pendeteksinya tidak dapat membaca absorpsi dari pancaran yang dikeluarkan oleh atom timbal.

Tingginya kadar seng yang dikeluarkan melalui urine pada semua perlakuan suplementasi seng disebabkan adanya tambahan seng yang dikonsumsi tidak seluruhnya dimetabolisme dengan baik. Seng yang tidak dimanfaatkan sebagian besar dikeluarkan bersamaan feses dan sebagian kecil melalui urine.

Tidak terdeteksinya timbal dalam urine kemungkinan timbal yang tidak diserap lebih banyak terikat dengan partikel-partikel pakan yang secara bersama-sama keluar sebagai feses. Kemungkinan lainnya timbal yang terserap relatif kecil dan lebih banyak disimpan dalam jaringan-jaringan tubuh membentuk senyawa kompleks yang sulit untuk dimetabolisme dan dikeluarkan melalui urine. Hal ini berarti bahwa deteksi timbal dalam urine pada penelitian ini tidak dapat dijadikan patokan dasar untuk menentukan pengaruh kelebihan timbal dalam ransum.

Sementara itu, tidak berbeda nyata hasil yang dicapai untuk seng plasma disebabkan seng telah mencukupi kebutuhan ternak. Darah merupakan salah satu bagian terpenting dalam proses metabolisme didalam tubuh, sehingga tubuh ternak melakukan upaya untuk mempertahankan kondisi/

jumlah dalam keadaan tetap termasuk kadar seng dalam plasma darah. Hal yang menarik pada seng plasma, seharusnya peningkatan konsumsi seng akan seiring dengan meningkatnya kandungan seng plasma (Hernaman, 2002), namun ternyata direspons yang sama untuk semua perlakuan. Diduga sebenarnya seng dalam plasma meningkat, namun ketika berada di dalam darah dengan cepat digunakan sebagai kofaktor bagi pembentukan enzim.

Kehadiran timbal dalam ransum terutama ransum yang ditambah dengan timbal-asetat yang diserap tubuh kemungkinan dideposisi ke jaringan lain misalnya ke otak sehingga tidak mengganggu komponen-komponen darah dan keseimbangan mineral plasma, hal ini terbukti dengan tidak terdeteksinya timbal dalam plasma darah. Fick *et al.* (1976) melaporkan bahwa kehadiran timbal sampai 1000 mg/kg tidak mempengaruhi hematokrit dan kadar Pb darah, akan tetapi konsentrasi Pb meningkat di dalam hati, tulang, otak, ginjal, jantung, otot dan empedu.

SIMPULAN

Seng-fitat tidak efektif meningkatkan penyerapan Zn oleh tubuh dan dalam mengurangi penyerapan Pb pada domba.

DAFTAR PUSTAKA

Chan HC. 1988. Phytate and cation binding activity. M.S. Thesis, Texas Tech University, Lubbock, TX.

Church DC. 1984. Livestock Feeds and Feeding. Second ed. O&B Books Inc. Corvallis, Oregon.

Fick KR, Ammerman CB, Miller SM, Simpson CF, & Loggins PE. 1976. Effect of dietary lead on performance, tissue, mineral composition, and lead absorption. *J. Anim. Sci.* 42 (2): 515-523.

Georgievskii VI, Amenkov BN, Samokhin VT. 1982. *Mineral Nutrition of Animal*. Butterwoths, London.

Hernaman, I. Toharmat, T. Manalu, W, & Pudjiono, PI. 2007. Efektifitas asam asetat dalam ekstraksi asam fitat pollard. *Media Peternakan* Vol. 30 No. 2.

Hernaman, I. Toharmat, T. Manalu, W, Pudjiono, PI. 2007. Studi pembuatan Zn-fitat dan degradasinya di dalam cairan rumen secara in vitro. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis* Vol. 32 No.3.

Hernaman I. 2002. Pengaruh suplementasi seng dan minyak ikan terhadap performans dan metabolit darah domba ekor tipis jantan. *J. Ilmu Ternak* Vol. No. 2 29-33.

Karr KJ, Dawson KA, & Mitchell GE Jr. 1991. Inhibitory effects of zinc on the growth and proteolytic activity of selected strains of ruminal bacteria. p 27. *Beef Cattle Res. Rep.* No. 337, Univ. of Kentucky, Lexington.

Morse D, Head HH, Wilcox CJ. 1992. Disappearance of phosphorus in phytate from concentrates in vitro and from rations fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75:1979-1986.

Park WY, Matsui T, Konishi C, Kim SW, Yano F, Yano H. 1999. Formaldehyde treatment suppresses ruminal degradation of phytate in soyabean meal and rapeseed meal. *Br. J. Nutr.* 81(6): 467-71.

Restz LL, Smith WH, Plumlee MP. 1960. A simple wet oxidation procedure for biological material. Animal Science Department, Purdue University, West La Fayette. *Animal Chemistry* Vol 32:1728.

- Rojas LX, McDowell LR, Cousins RJ, Martin FG, Wilkinson NS, Johnson AB, Velasquez JB. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic zinc sources fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 73:1202-1207.
- Steel RGD, Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. PT. Gramedia Pustaka Utama.