

# Pengaruh Tingkat Protein dan Penambahan Zn Biokompleks dalam Konsentrat Terhadap Performa Kambing Jantan Muda

Supriyati, Puastuti W, Budiarsana IGM, Sutama I-K

Balai Penelitian Ternak, PO Box 221, Bogor 16002  
E-mail: skompiang@yahoo.co.id

(Diterima 2 Februari 2015; direvisi 16 Maret 2015; disetujui 23 Maret 2015)

## ABSTRACT

Supriyati, Puastuti W, Budiarsana IGM, Sutama I-K. 2015. Effect of protein levels and Zinc-biocomplex supplementation in concentrate diets on performance of young male goats. *JITV* 20(1): 48-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v20i1.1116>

This trial was carried out to investigate effects of protein levels and Zinc biocomplex supplementation in concentrate diets on performances of young male Etawah grade goats. Twenty-four young male goats were divided into four groups and received concentrate diets as follows: R<sub>0</sub>= 14% crude protein (CP), R<sub>1</sub>= 18% CP, R<sub>2</sub>= R<sub>0</sub> + 60 ppm Zn and R<sub>3</sub>= R<sub>0</sub> + 120 ppm Zn as Zn biocomplex. Initial live weight was 16.39±2.19 kg. Animals were offered King grass *ad libitum* and 400 g/h/d of concentrates diets for 16 week trial. The experiment was conducted based on a randomized complete design with four treatments and six replications. The concentrate diets had no significant effect on DM, TDN, NDF and ADF daily intakes (P>0.05) but significantly (P>0.05) influenced the CP and Zn daily intakes, ADG and FCR. The average DMI, TDN, NDF and ADF daily intakes for all treatments were 670, 547, 333 and 229 g, respectively. The CP daily intake for R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> treatments were 76.33, 91.83, 75.83 and 76.67 g, and the Zn daily intakes were 42.83, 45.50, 68.83 and 91.33 mg, respectively. The ADG for R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> and R<sub>3</sub> were 71.65, 79.96, 78.17 and 82.74 g with the FCR values were 9.95, 8.50, 8.44 and 8.06, respectively. The *in vivo* digestibility of DM, NDF and ADF were not significant (P>0.05) but the digestibility of CP and GE were significant (P<0.05). The highest IOFC value occurred at R<sub>3</sub> treatment. In conclusion, the improvement of CP levels from 14% to 18% in diets increased the goat performance and the supplementation of 120 ppm Zn as Zn biocomplex in diet containing 14% CP gave better performance and increased the IOFC value compared to animals receiving 18% level of CP in diet of young male goat.

**Key Words:** Goats, Concentrates, Performances, Protein, Zn Biocomplex

## ABSTRAK

Supriyati, Puastuti W, Budiarsana IGM, Sutama I-K. 2015. Pengaruh tingkat protein dan penambahan Zn biokompleks dalam konsentrat terhadap performa kambing jantan muda. *JITV* 20(1): 48-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.14334/jitv.v20i1.1116>

Pada penelitian ini dievaluasi pengaruh perbedaan tingkat protein dan suplementasi Zn biokompleks pada konsentrat terhadap performa pertumbuhan kambing Peranakan Etawah (PE) jantan muda. Sebanyak 24 ekor kambing PE dengan bobot awal 16,39±2,19 kg dibagi kedalam empat kelompok perlakuan konsentrat yaitu R<sub>0</sub>= konsentrat 14% protein kasar (PK), R<sub>1</sub>= konsentrat 18% PK, R<sub>2</sub>= R<sub>0</sub> + 60 mg Zn/kg dan R<sub>3</sub>= R<sub>0</sub> + 120 mg Zn/kg dalam bentuk Zn biokompleks pada konsentrat. Pakan terdiri dari rumput Raja yang diberikan secara *ad libitum* dan 400 g/ekor/hari konsentrat selama 16 minggu percobaan. Percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan tingkat protein dan Zn tidak mempengaruhi (P>0,05) konsumsi harian rumput, total BK, TDN, SDN dan SDA namun mempengaruhi (P<0,05) terhadap konsumsi harian PK dan Zn, PBBH dan RKP. Rataan konsumsi harian BK, TDN, SDN dan SDA untuk semua perlakuan masing-masing sebesar 670, 547, 333 dan 229 g. Konsumsi harian PK untuk perlakuan R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> masing-masing adalah 76,33; 91,83; 75,83 dan 76,67 g. Sedangkan konsumsi harian Zn untuk perlakuan R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> masing-masing adalah 42,83; 45,50; 68,83; dan 91,33 mg. PBBH untuk R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> masing-masing adalah 71,65; 79,96; 78,17 dan 82,74 g dengan nilai RKP adalah 9,95; 8,50; 8,44 dan 8,06. Kecernaan BK, SDN dan SDA secara *in vivo* tidak berbeda nyata (P>0,05) namun pencernaan PK dan EK berbeda nyata (P<0,05). Nilai IOFC tertinggi diperoleh pada perlakuan R<sub>3</sub>. Peningkatan kadar PK pada konsentrat dari 14% ke 18% meningkatkan pertumbuhan ternak dan suplementasi 120 mg Zn/kg pada konsentrat 14% PK memberikan performa lebih baik dan meningkatkan IOFC daripada ternak yang mendapatkan konsentrat 18% PK pada kambing jantan muda.

**Kata Kunci:** Konsentrat, Kinerja, Kambing, Protein, Zn Biokompleks

## PENDAHULUAN

Nutrien merupakan salah satu faktor pembatas tingkat produktivitas ternak di daerah tropik, yang memiliki hijauan dengan kualitas rendah karena kandungan protein yang pada umumnya rendah dengan serat kasar tinggi, untuk itu perlu dilakukan suplementasi protein pakan. Pemberian pakan dengan tingkat protein kasar (PK) yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan, sehingga bobot dewasa tubuh dan perkembangan organ reproduksi akan optimal. Perbaikan kondisi anak pasca-sapah dengan pemberian pakan yang berkualitas baik dapat mempercepat pertumbuhan dan diharapkan dapat memperbaiki kondisi tubuh ternak. Kambing yang diberi ransum dengan kadar PK tinggi (18%) selama periode pubertas memberikan efek positif terhadap produktivitas dibandingkan dengan yang diberi ransum dengan kadar PK rendah (12%) (Saab et al. 1997). Pratama (2000) melaporkan bahwa kebutuhan protein untuk kambing PE calon pejantan sebesar 1,4 kali dari yang disarankan NRC dimana kebutuhan protein tercerna sebesar 79,73 g. Supriyati et al. (2015) melaporkan bahwa peningkatan kandungan PK dalam konsentrat dari 14% menjadi 18% meningkatkan pertambahan bobot badan harian (PBBH) sebesar 34,20% dan memperbaiki rasio konversi pakan (RKP) sebesar 25,31% pada kambing betina muda Peranakan Etawah.

Selain protein, mineral terutama seng (Zn) sangat penting dalam mendukung produktivitas. Elemen Zn merupakan unsur mikro mineral esensial yang diperlukan oleh ternak ruminansia, berperan pada sejumlah fungsi biokimia, antara lain regenerasi keratin dan integritas jaringan epitel; metabolisme tulang; sintesis asam nukleat dan pembelahan sel; sintesis protein; struktural dan regulator untuk enzim dan faktor-faktor transkripsi; berpartisipasi dalam metabolisme karbohidrat, lemak dan protein; perkembangan seksual dan spermatogenesis; fungsi kekebalan, serta kontrol nafsu makan melalui bekerjanya pada sistem saraf pusat (Underwood & Suttle 1999). Kekurangan Zn dapat mempengaruhi pertumbuhan, reproduksi, sistem kekebalan tubuh dan ekspresi gen pada ternak ruminansia. Seng berperan lebih dari 300 proses enzim, yang sebagian besar berhubungan dengan kinerja dan kesehatan ternak (Darmono 2007; Arifin 2008).

Kandungan Zn pada hijauan pakan dilaporkan berkisar antara 20-30 mg/kg (Little et al. 1989). Sedangkan kebutuhan Zn untuk ternak ruminansia adalah 33-50 mg/kg (McDowell 1992). Apabila terjadi status Zn defisiensi, maka aktivitas mikroba rumen tidak berlangsung optimal sehingga tingkat pemanfaatan pakan menjadi lebih rendah yang pada gilirannya akan menurunkan produktivitas ternak.

Disamping rendahnya kandungan Zn dalam pakan, sering pula terjadi defisiensi sekunder. Dimana pada defisiensi sekunder walaupun kandungan Zn dalam pakan sudah mencukupi dengan adanya suplementasi Zn anorganik, Zn akan bereaksi antagonistik dengan unsur lainnya, seperti tingginya logam Cu akan memberikan respon seperti kekurangan Zn (Davies & Mertz 1987). Hal ini dapat dicegah/diminimalkan dengan penggunaan Zn organik yang dapat meningkatkan ketersediaan biologis (Spears 1996). Zn organik adalah senyawa Zn dengan molekul garam organik seperti Zn metionin, Zn proteinat, Zn lisin, Zn ragi (Zn *yeast*), Zn biokompleks dan lain-lain; sedangkan Zn anorganik adalah senyawa Zn sulfat dan Zn oksida.

Domba muda yang disuplementasi Zn organik sebagai Zn proteinat (Kardaya et al. 2001), Zn metionin (Supriyati & Haryanto 2007) dan Zn biokompleks (Supriyati 2008) pada pakan basal rumput-konsentrat meningkatkan PBBH dan memperbaiki rasio konversi pakan (RKP). Demikian pula suplementasi Zn biokompleks pada kambing PE betina muda (Supriyati et al. 2012) meningkatkan PBBH dan menurunkan RKP. Haryanto et al. (2005) juga melaporkan bahwa suplementasi 60 mg Zn/kg sebagai Zn metionin pada pakan basal jerami padi terfermentasi konsentrat meningkatkan aktivitas mikroba rumen. Demikian pula Widhyari et al. (2008) melaporkan bahwa tingkat 60 mg Zn/kg dalam konsentrat memberikan respon lebih baik dibanding tingkat 40 mg Zn/kg untuk proteksi terhadap penurunan sistem kekebalan tubuh pada kambing PE. Untuk mengetahui respon kinerja ternak pada tingkat yang lebih tinggi maka pada penelitian ini dilakukan pula suplementasi pada tingkat 120 mg Zn/kg. Suplementasi Zn biokompleks dilakukan pada konsentrat yang mengandung 14% PK, dibandingkan dengan ternak yang mengkonsumsi konsentrat 18% PK. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh perbedaan tingkat 14 dan 18% PK dalam konsentrat, serta suplementasi pada tingkat 60 dan 120 mg Zn/kg sebagai Zn biokompleks dalam konsentrat 14% PK terhadap pertumbuhan kambing PE jantan muda.

## MATERI DAN METODE

### Pembuatan Zn biokompleks

Zn biokompleks disiapkan dengan cara fermentasi 2 tahap. Produksi skala semi pilot dilakukan pada skala 5 kg. Bahan yang digunakan adalah  $ZnSO_4 \cdot 5H_2O$  dengan tepung kedelai yang telah dikukus sebagai media fermentasi. Inokulum yang digunakan adalah *Sacharomyces cerevisiae*. Fermentasi tahap pertama (semi cair): larutan Zn sulfat, larutan tepung kedelai dan inokulum dimasukkan kedalam erlenmeyer, kemudian difermentasikan pada "shaker bath" selama 48 jam

pada suhu 38°C. Fermentasi tahap ke dua (semi padat): hasil fermentasi tahap pertama selanjutnya dicampur dengan tepung kedelai kukus, lalu difermentasikan pada loyang *stainless steel* selama 48 jam pada suhu 35°C. Selanjutnya hasil fermentasi dikeringkan di oven pada suhu 40°C. Setelah kering selanjutnya digiling dan dilakukan analisis Zn dengan menggunakan metode Spektrometri Serapan Atom (AOAC 2000). Hasil analisis Zn dalam Zn biokompleks sebesar 6.600 mg Zn/kg. Sebanyak 103 g dan 206 g Zn biokompleks tersebut dicampurkan pada saat pencampuran 100 kg konsentrat untuk masing-masing mendapatkan dosis 60 mg/kg dan 120 mg/kg berdasarkan bahan kering.

### Ternak dan pakan percobaan

Ternak kambing Peranakan Etawah (PE) jantan muda (kisaran umur 7-9 bulan) sebanyak 24 ekor dipergunakan dalam kegiatan ini. Kambing perlakuan mempunyai bobot badan awal sebesar 16,39±2,19 kg dan ditempatkan dalam kandang individu. Ternak diberi pakan dasar berupa cacahan rumput Raja segar *ad libitum* dan konsentrat sebanyak 400 g/e/h. Bahan penyusun konsentrat adalah polard, onggok, bungkil kedelai, bungkil kelapa, molases, dikalsiumfosfat (DCP), garam dan vitamin. Konsentrat disusun iso kalori (74% TDN berdasarkan bahan kering) dengan kadar protein kasar (PK) berbeda. Protein kasar 14% pada perlakuan R<sub>0</sub> sebagai ransum kontrol dan ditingkatkan menjadi 18% pada perlakuan R<sub>1</sub>.

Perlakuan konsentrat selengkapnya sebagai berikut:

R<sub>0</sub> = Konsentrat dengan kandungan 14% PK

R<sub>1</sub> = Konsentrat dengan kandungan 18% PK

R<sub>2</sub> = R<sub>0</sub> + 60 mg Zn/kg sebagai Zn biokompleks

R<sub>3</sub> = R<sub>0</sub> + 120 mg Zn/kg sebagai Zn biokompleks

Komposisi nutrisi pakan yang berupa rumput dan konsentrat tertera pada Tabel 1, dimana kandungan Zn dalam konsentrat R<sub>0</sub> dan R<sub>1</sub> berbeda dikarenakan konsentrasi bahan penyusun konsentratnya berbeda. Percobaan pemberian pakan dilakukan selama 16 minggu dengan masa adaptasi selama 4 minggu. Konsumsi pakan ditimbang setiap hari sedangkan bobot badan (BB) ditimbang setiap 2 minggu. Pada akhir perlakuan dilakukan pengamatan pencernaan nutrisi yang dilakukan di kandang metabolisme.

Peubah yang diamati adalah konsumsi nutrisi meliputi PK, energi kasar (EK) untuk perhitungan *total digestible nutrient* (TDN), serat deterjen netral (SDN), serat deterjen asam (SDA), bahan organik (BO), kalsium (Ca), posfor (P) dan Zn; PBBH, RKP, tingkat pencernaan nutrisi dan *income over feed cost* (IOFC).

### Kecernaan nutrisi

Metode yang digunakan dalam menguji pencernaan nutrisi yaitu koleksi total. Dari masing-masing perlakuan dipilih 4 ekor ternak yang bobot badannya hampir sama, kemudian dikandangkan secara individu pada kandang metabolisme. Pengamatan pencernaan nutrisi dilakukan selama satu minggu dengan masa adaptasi satu minggu. Pakan yang diberikan, residu pakan dan feses ditimbang setiap hari. Bahan kering pakan, residu dan feses setiap hari ditetapkan dengan metode pengeringan pada 60°C selama 3 hari. Air kencing ditampung pada ember plastik yang mengandung 100 ml asam sulfat 1 : 4. Pakan, residu dan feses yang telah ditetapkan kadar bahan keringnya dilakukan koleksi total untuk setiap ternak yang kemudian digiling dan ditetapkan kandungan PK, SDN, SDA, energi kasar (EK) dan Zn-nya.

**Tabel 1.** Komposisi nutrisi rumput dan konsentrat

Variabel	Rumput	Konsentrat			
		R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Protein kasar (%)	6,60	14,12	18,13	14,06	14,10
TDN (%)	75,41	73,78	74,19	74,05	74,16
SDN (%)	49,41	27,20	26,23	26,16	26,05
SDA (%)	30,09	14,36	14,07	14,10	13,97
Bahan organik (%)	91,32	90,16	91,41	90,09	89,99
Kalsium (%)	0,37	0,74	0,86	0,77	0,75
Fosfor (%)	0,20	0,62	0,68	0,66	0,65
Zn (mg/kg)	44	69	72	135	196

R<sub>0</sub> = Konsentrat 14% PK; R<sub>1</sub> = Konsentrat 18% PK; R<sub>2</sub> = R<sub>0</sub> + 60 mg Zn/kg; R<sub>3</sub> = 120 mg Zn/kg

TDN = *Total digestible nutrient*

SDN = Serat deterjen netral

SDA = Serat deterjen asam

Zn = Seng

## Prosedur analisis

Kandungan air, PK, EK, SDN, SDA, abu, Ca, P dan Zn dalam rumput, konsentrat dan feses dianalisis dengan menggunakan metode AOAC. Kadar air ditetapkan dengan pemanasan pada 135°C selama 2 jam (AOAC 2005), protein kasar dengan destruksi mikro-Kjeldahl dan prosedur auto-analisis. Energi kasar ditetapkan dengan bomb kalorimeter (PARR 6400 Adiabatic bomb, Parr Instrument Co) dan digunakan untuk menghitung TDN. Nilai TDN dihitung seperti dijelaskan oleh NRC (1981). Kandungan SDN dan SDA ditetapkan menurut metode AOAC (1995). Kandungan Ca and P diukur dengan cara melarutkan sampel yang telah diabukan dalam campuran asam HCl dan HNO<sub>3</sub>, kemudian Ca and P ditetapkan masing-masing dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) (AOAC 2000) dan Spektrofotometer UV-VIS (AOAC 2005). Kandungan Zn dianalisis dengan cara destruksi basah HNO<sub>3</sub>:HClO<sub>4</sub> yang selanjutnya ditetapkan dengan SSA (AOAC 2000).

## Rancangan percobaan dan analisis statistik

Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan enam ulangan. Data konsumsi nutrisi, PBBH, RKP dan pencernaan nutrisi dianalisis keragamannya dengan *Analysis of Variance (ANOVA)* menggunakan *General linier programming (GLP)* program SAS, bila terdapat perbedaan yang nyata dilanjutkan dengan uji Duncan (*Duncan's New Multiple Range Tests*) (SAS 2002).

## HASIL DAN DISKUSI

### Konsumsi pakan

Rataan konsumsi harian rumput, total nutrisi dan mineral dari perlakuan perbedaan tingkat PK dan suplementasi Zn biokompleks disajikan pada Tabel 2. Perlakuan perbedaan tingkat PK dan Zn biokompleks tidak mempengaruhi rata-rata konsumsi harian rumput, total BK, TDN, SDN dan SDA ( $P > 0,05$ ) namun nyata ( $P < 0,05$ ) mempengaruhi rata-rata konsumsi harian PK, Ca, P dan Zn.

Rataan konsumsi harian bahan kering (BK) rumput dan total ransum tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) antar perlakuan. Rataan konsumsi harian BK untuk semua perlakuan adalah 670 g, ternyata lebih besar daripada yang dianjurkan Kears (1982) yakni sebesar 620 g. Dimana konsumsi BK ransum untuk R<sub>0</sub>, R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, dan R<sub>3</sub> setara dengan 3,11; 3,06; 3,03 dan 2,88% dari rata-rata bobot badannya. Namun nilai ini masih sesuai dalam kisaran kebutuhan BK yang disarankan oleh Kears (1982) yakni sebesar 2,8-3,0% dari BB. Rataan konsumsi BK dari ransum R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, dan R<sub>3</sub> yang tidak berbeda nyata dengan R<sub>0</sub> menunjukkan bahwa kebutuhan BK kambing sudah tercukupi, walaupun ada perbedaan tingkat PK dan Zn biokompleks namun tidak mengganggu konsumsi. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Supriyati et al. (2015) bahwa perbedaan 2% tingkat protein dalam konsentrat tidak mempengaruhi konsumsi BK pada kambing PE betina muda. Demikian pula suplementasi 50 mg Zn/kg sebagai Zn biokompleks pada ransum domba tidak mempengaruhi konsumsi BK (Supriyati & Haryanto 2007).

**Tabel 2.** Rataan konsumsi harian nutrisi pakan yang mendapat perlakuan protein berbeda dan suplementasi Zn biokompleks

Parameter	Konsentrat				SEM	Signifikansi
	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>		
Konsumsi BK rumput (g)	359	363	353	361	35,10	n.s
Total konsumsi						
BK (g)	672	677	669	663	91,69	n.s
PK (g)	76,33 <sup>b</sup>	91,83 <sup>a</sup>	75,83 <sup>b</sup>	76,67 <sup>b</sup>	2,26	**
TDN (g)	547	551	543	547	26,46	n.s
SDN (g)	323	339	333	337	27,67	n.s
SDA (g)	231	228	227	230	17,29	n.s
Kalsium (g)	4,00 <sup>b</sup>	4,83 <sup>a</sup>	4,33 <sup>ab</sup>	4,33 <sup>ab</sup>	0,418	*
Fosfor (g)	3,03 <sup>c</sup>	3,27 <sup>a</sup>	3,17 <sup>b</sup>	3,15 <sup>b</sup>	0,069	**
Zn (mg)	42,83 <sup>d</sup>	45,50 <sup>c</sup>	68,83 <sup>b</sup>	91,33 <sup>a</sup>	1,651	**

n.s =  $P > 0,05$ ; \* =  $P \leq 0,05$ ; \*\* =  $P \leq 0,01$

<sup>abcd</sup> Nilai yang diikuti dengan huruf *superscript* menunjukkan perbedaan yang nyata

R<sub>0</sub> = Konsentrat 14% PK; R<sub>1</sub> = konsentrat 18% PK; R<sub>2</sub> = R<sub>0</sub> + 60 mg Zn /kg; R<sub>3</sub> = 120 mg Zn /kg

BK = Bahan kering, PK = protein kasar

TDN = Total digestible nutrient

SDN = Serat deterjen netral

SDA = Serat deterjen asam

SEM = *Standard error mean* (rata-rata simpangan baku)

Rataan konsumsi harian PK rumput maupun total pakan dipengaruhi ( $P < 0,05$ ) oleh perbedaan tingkat PK pada konsentrat. Rataan konsumsi harian PK tertinggi pada perlakuan  $R_1$  sebesar 91,83 g, sedangkan antara perlakuan  $R_0$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Kears (1982) menganjurkan bahwa untuk mendapatkan pertumbuhan kambing sebesar 75 g/hari pada BB  $\pm$  20 kg, kebutuhan proteinnya sebesar 63 g. Sementara itu, kebutuhan PK menurut anjuran NRC (1981), untuk mendapatkan pertumbuhan kambing sebesar 75 g/h pada BB  $\pm$  20 kg yakni 67 g pada sistem pemeliharaan intensif. Dengan suplementasi 120 mg Zn/kg sebagai Zn biokompleks dapat menurunkan kebutuhan PK nya yang mendekati anjuran NRC, seperti hasil penelitian yang dilaporkan oleh Abdelrahman (2013). Abdelrahman (2013) melaporkan bahwa rekomendasi NRC untuk dosis protein pada kambing muda sesuai dengan kebutuhan protein yang diperlukan untuk pertumbuhan anak kambing Shami. Namun kebutuhan PK pada penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian kebutuhan protein pada kambing PE jantan muda yaitu sebesar 1,4 kali dari NRC (Pratama 2000). Chobtang et al. (2009) mengestimasi bahwa kebutuhan PK untuk *maintenance* dan pertumbuhan kambing lokal Thailand masing-masing sebesar 3,57 dan 0,49 g/BB<sup>0,75</sup>/hari.

Kadar PK terhadap total campuran BK pakan (rumput dan konsentrat) pada percobaan ini untuk masing-masing perlakuan  $R_0$  dan  $R_1$  adalah 10,10% dan 11,95%. Nilai ini lebih rendah dari kadar protein total campuran pakan yang digunakan pada kambing Black Bengal (Shahjalal et al. 2000), kambing Anglo Nubian (Aregheore et al. 2003) dan kambing Saanen (Sharifi et al. 2013), yang mengakibatkan pertumbuhan belum optimal. Shahjalal et al. (2000) melaporkan bahwa untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimal pada kambing Black Bengal maka diperlukan kadar protein pakan sebesar 20,3% dan diberikan *ad libitum* pada periode pertumbuhan. Aregheore et al. (2003) merekomendasikan bahwa performa kambing Anglo-Nubian terbaik dihasilkan dari pakan yang mengandung 13,4% PK dibandingkan dengan pakan yang mengandung 16,80% PK dan 11,24% PK. Demikian pula Sharifi et al. (2013) merekomendasikan kandungan 16% PK dalam pakan untuk pertumbuhan anak kambing Saanen.

Rataan konsumsi harian PK antara  $R_0$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  tidak menunjukkan perbedaan nyata ( $P > 0,05$ ). Perbedaan tingkat suplementasi dengan 60 mg Zn/kg ( $R_2$ ) dan 120 mg Zn/kg ( $R_3$ ) dalam bentuk biokompleks tidak mempengaruhi konsumsi PK. Hasil ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Supriyati & Haryanto (2007) yang memberikan ransum yang disuplementasi dengan Zn biokompleks yang berbeda dosis yaitu 50, 100 dan 200 mg Zn/kg dihasilkan konsumsi PK yang tidak berbeda pula.

Rataan konsumsi harian energi sebagai TDN antar perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $p > 0,05$ ). Hal ini dikarenakan kandungan TDN pada masing-masing konsentrat disusun iso-kalori, sehingga tidak berpengaruh terhadap total konsumsi TDN pakan. Rataan konsumsi harian TDN untuk semua perlakuan sebesar 547 g (81,7% TDN berdasarkan BK). Besarnya konsumsi TDN tersebut ternyata lebih besar daripada yang dianjurkan oleh Kears (1982) dan NRC (1981) masing-masing adalah sebesar 410 dan 484 g untuk mendapatkan pertumbuhan 75 g/hari dengan kisaran BB  $\pm$  20 kg. Konsumsi TDN pada percobaan ini setara dengan 1,3 kali Kears (1982) atau 1,1 kali NRC (1981). Konsumsi TDN pada penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan oleh peneliti terdahulu (Pratama 2000). Pratama (2000) melaporkan bahwa kebutuhan energi untuk kambing PE jantan muda sebesar 1,1 kali NRC. Aregheore et al. (2003) mengestimasi kebutuhan energi yang optimal pada kambing silangan Anglo-Nubian sebesar 13,4 MJ EK/kg BH (80,87% TDN). Sementara itu, Sahlul et al. (2004) melaporkan bahwa kebutuhan energi termetabolis (EM) untuk kambing pada periode *maintenance* (EM<sub>m</sub>) dan pertumbuhan masing-masing adalah 580 kJ/kg BB<sup>0,75</sup> and 23,1 kJ/g PBBH, setara dengan 12,22 MJ/kg (80,91% TDN) untuk 40 kg BB dan 125 g PBBH. Namun, Yagoub & Babiker (2008) melaporkan bahwa tingkat energi pada pakan sebesar 11,5 MJ/kg (72,2% TDN) menghasilkan kinerja terbaik pada kambing lokal betina di Sudan.

Konsumsi harian SDN dan SDA tidak dipengaruhi ( $p > 0,05$ ) oleh perbedaan tingkat protein dan Zn dalam konsentrat. Hal ini dikarenakan kandungan SDN dan SDA tidak berbeda di antara konsentrat (Tabel 1). Rataan persentase konsumsi SDN dan SDA terhadap total BK untuk semua perlakuan masing-masing adalah 50% dan 34%. Persentase konsumsi SDN dan SDA pada percobaan ini ternyata lebih besar dengan yang disitir oleh Lu et al. (2008) masing-masing yakni 43% dan 23% dari konsumsi BK untuk mendapatkan pertumbuhan kambing perah yang optimal. Sehingga pada percobaan ini PBBH yang diperoleh lebih rendah dari 100 g/hari. Hal ini dikarenakan tingkat serat pada pakan mempengaruhi pertumbuhan ternak, semakin besar kandungan seratnya maka terjadi pertumbuhan yang semakin lambat. Dimana kandungan serat mempengaruhi proses fermentasi di rumen. Pada ternak yang mengkonsumsi pakan dengan kandungan SDN dan SDA masing-masing lebih besar dari 43% dan 23%, maka nilai pH cairan rumennya meningkat sehingga dihasilkan proporsi asam asetat/asam propionat lebih besar yang mengakibatkan pembentukan daging lebih rendah, hal ini berdampak pada pertumbuhan yang lebih lambat (Lu et al. 2008).

Rataan konsumsi harian Ca dan P secara nyata ( $P < 0,05$ ) dipengaruhi oleh perbedaan tingkat protein

dan Zn dalam konsentrat. Hal ini dikarenakan kandungan Ca dan P dalam konsentrat berbeda antara perlakuan. Konsumsi harian Ca pada ransum R<sub>1</sub> lebih besar ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan R<sub>0</sub>, sedangkan diantara perlakuan R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> konsumsi Ca tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Demikian pula konsumsi harian P pada ransum R<sub>1</sub> lebih besar ( $P < 0,05$ ) dibandingkan dengan R<sub>0</sub>, R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub>. Konsumsi Ca berkisar antara 4,00-4,83 g/h, ternyata lebih besar daripada yang dianjurkan oleh Kears (1982) yakni sebesar 2,4 g/h untuk mendapatkan pertumbuhan 75 g/h. Demikian pula konsumsi P antara 3,03-3,17 g/h, ternyata lebih besar daripada yang dianjurkan oleh Kears (1982) yakni sebesar 1,9 g/h untuk mendapatkan pertumbuhan 75 g/h.

Rataan konsumsi harian Zn dipengaruhi oleh perlakuan pakan, dimana ransum R<sub>3</sub> paling besar ( $P < 0,05$ ), diikuti R<sub>2</sub> dibandingkan dengan ransum R<sub>0</sub> dan R<sub>1</sub>. Hal ini sejalan dengan perlakuan dimana R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> mendapatkan suplementasi Zn masing-masing sebesar 60 dan 120 mg/kg dalam konsentratnya. Perbedaan konsumsi Zn pada R<sub>0</sub> dan R<sub>1</sub> dikarenakan perbedaan proporsi jenis bahan pakan penyusun konsentrat sehingga berpengaruh terhadap kandungan Zn-nya.

### Perubahan bobot hidup dan rasio konversi pakan kambing jantan

Bobot badan, PBBH dan RKP kambing jantan muda yang mendapatkan konsentrat dengan tingkat PK berbeda dan suplementasi Zn biokompleks disajikan pada Tabel 3. Bobot badan awal dan akhir percobaan tidak berbeda ( $P > 0,05$ ). Namun perlakuan pakan yang mendapat konsentrat dengan tingkat protein dan Zn biokompleks yang berbeda mempengaruhi PBBH dan RKP secara nyata ( $P < 0,05$ ).

Kambing yang mendapatkan perlakuan konsentrat R<sub>3</sub> menunjukkan PBBH tertinggi dengan nilai RKP

yang terendah diantara perlakuan walaupun tidak berbeda ( $P > 0,05$ ) antara R<sub>1</sub> dengan R<sub>2</sub>. Peningkatan PK dari 14% ke 18% meningkatkan PBBH (11,60%) dan menurunkan nilai RKP (14,57%). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan tingkat protein memberikan respon terhadap pertumbuhan kambing muda seperti dilaporkan oleh peneliti lainnya (Chobtang et al. 2009; Eldar et al. 2012; Abdelrahman 2013). Chobtang et al. (2009) melaporkan bahwa meningkatnya kadar protein dari 8 menjadi 10, 12 dan 14% PK dalam pakan dengan rasio konsentrat : hijauan sebesar 85 : 15 berpengaruh positif terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan kambing lokal jantan di Thailand. Sharifi et al. (2013) melaporkan bahwa peningkatan PK dari 14 menjadi 16% pada pakan meningkatkan PBBH dan memperbaiki efisiensi pakan pada anak kambing Saanen. Peningkatan PK dari 14% menjadi 18% pada konsentrat kambing PE betina muda meningkatkan PBBH sebesar 34,20% dan perbaikan RKP sebesar 25,31% (Supriyati et al. 2015). Supriyati et al. (2014) melaporkan pula bahwa perbedaan level protein dari 14% menjadi 16% PK pada konsentrat kambing betina muda Anglo-Nubian meningkatkan PBBH dari 112 g/h menjadi 151 g/hari, demikian pula nilai RKP menurun dari 12,30 menjadi 9,34.

Perlakuan R<sub>2</sub> dan R<sub>3</sub> memberikan respon pertumbuhan dan nilai RKP lebih baik dibanding R<sub>0</sub> dengan konsumsi PK-nya lebih rendah dari R<sub>1</sub>, dimana suplementasi Zn biokompleks pada konsentrat dengan tingkat PK 14% ternyata menghasilkan PBBH setara dengan kambing yang mendapatkan konsentrat 18% PK. Hal ini menunjukkan bahwa adanya Zn dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan ternak muda. Suplementasi 120 mg Zn/kg dalam konsentrat yang mengandung 14% PK meningkatkan PBBH (15,48%) dan memperbaiki nilai RKP (19,00%) dibanding kontrol (R<sub>0</sub>). Peningkatan kinerja pertumbuhan disebabkan adanya Zn yang dapat meningkatkan aktifitas mikroba rumen (Haryanto et al. 2005),

**Tabel 3.** Kinerja kambing jantan selama percobaan

Parameter	Konsentrat				SEM	Signifikansi
	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>		
Bobot awal (kg)	16,63	16,23	16,43	16,27	2,34	n.s
Bobot akhir (kg)	27,40	29,00	29,07	30,17	7,78	n.s
PBBH (g)	71,65 <sup>b</sup>	79,96 <sup>a</sup>	78,17 <sup>ab</sup>	82,74 <sup>a</sup>	6,22	*
RKP	9,95 <sup>a</sup>	8,50 <sup>b</sup>	8,44 <sup>b</sup>	8,06 <sup>b</sup>	0,97	*

n.s =  $P > 0,05$ ; \* =  $P \leq 0,05$

<sup>ab</sup> Nilai yang diikuti dengan huruf *superscript* menunjukkan perbedaan yang nyata

R<sub>0</sub> = konsentrat 14% PK; R<sub>1</sub> = konsentrat 18% PK; R<sub>2</sub> = R<sub>0</sub> + 60 mg/kg Zn; R<sub>3</sub> = R<sub>0</sub> + 120 mg/kg Zn

PBBH = pertambahan bobot badan harian

RKP = rasio konversi pakan

SEM = *standard error mean* (rata-rata simpangan baku)

kecernaan protein (Supriyati et al. 2012), produktivitas (Supriyati et al. 2007) dan sistem kekebalan tubuh (Widhyari et al. 2008) pada ternak ruminansia. Peneliti terdahulu (Kardaya et al. 2001; Haryanto et al. 2005; Supriyati & Haryanto 2007; Supriyati 2008) melakukan suplementasi Zn organik pada domba ternyata terjadi peningkatan kinerja baik berupa PBBH maupun RKP. Kardaya et al. (2001) melaporkan bahwa penambahan Zn proteinat pada ransum domba dapat meningkatkan PBBH dan memperbaiki RKP dibandingkan dengan kontrol. Haryanto et al. (2005) melaporkan bahwa penambahan 60 mg Zn/kg dalam bentuk Zn metionin, meningkatkan PBBH domba yang diberi pakan dasar jerami terfermentasi lebih besar bila dibandingkan dengan domba yang mendapatkan pakan tanpa maupun penambahan 30 mg Zn/kg. Supriyati (2008) melaporkan bahwa penambahan 50 mg/kg Zn sebagai Zn biokompleks meningkatkan PBBH dari 57,60 g/e/h menjadi 85,47 g/e/h, dengan RKP masing-masing 11,9 dan 8,0 dibanding kontrol. Selanjutnya Supriyati (2008) melaporkan pula bahwa suplementasi Zn biokompleks dan Zn metionin memberikan respon yang tidak berbeda terhadap kinerja pertumbuhan domba jantan muda. Fadayifar et al. (2012) melaporkan bahwa penambahan Zn proteinat meningkatkan PBBH yang lebih besar dan memperbaiki RKP domba induk dibanding kontrol.

Penggunaan Zn organik lebih baik dibandingkan dengan Zn anorganik dikarenakan ketersediaan biologisnya lebih besar (Spears 1996). Peningkatan BB untuk kambing yang mendapatkan suplementasi ZnO lebih rendah daripada kambing yang diberi suplementasi Zn-metionin (50,5 vs 67 g/h). Suplementasi Zn-metionin maupun Zn biokompleks pada ternak kambing menunjukkan terjadinya peningkatan kinerja baik PBBH maupun RKP (Puchala et al. 1999; Jia et al. 2009; Supriyati et al. 2012). Puchala et al. (1999) menambahkan mikro mineral Zn metionin dan Cu kedalam pakan kambing untuk mengurangi terjadinya interaksi antara Zn dan Cu. Dilaporkan pula bahwa suplementasi pakan dengan Zn metionin, dapat meningkatkan BB lebih besar dibandingkan dengan kontrol (67 versi 55,9 g/h). Jia et al. (2009) melaporkan bahwa penambahan Zn metionin dapat meningkatkan kinerja kambing Kasmir dibandingkan dengan kontrol. Supriyati et al. (2012) melaporkan bahwa suplementasi Zn biokompleks maupun yang dikombinasikan dengan Comin<sup>+</sup> (*complete mineral* yang diperkaya dengan protein terproteksi) meningkatkan kinerja pertumbuhan dan memperbaiki RKP kambing PE.

Perbedaan tingkat suplementasi, 60 dan 120 mg Zn/kg, pada konsentrat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P>0,05$ ), namun cenderung lebih baik pada tingkat 120 mg Zn/kg terhadap PBBH dan nilai RKP.

Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh peneliti terdahulu, dimana peningkatan dosis Zn dapat meningkatkan performa ternak. Haryanto et al. (2005) melaporkan bahwa suplementasi Zn metionin pada tingkat 60 mg/kg memberikan PBBH yang lebih besar dibanding dengan yang disuplementasi 30 mg/kg Zn. Widhyari et al. (2008) melaporkan bahwa tingkat 60 mg Zn/kg dalam konsentrat memberikan respon terbaik dibanding tingkat 40 mg Zn/kg dan kontrol untuk proteksi terhadap penurunan sistem kekebalan tubuh pada kambing PE. Namun Supriyati & Haryanto (2007) melaporkan bahwa tingkat 50 mg Zn/kg memberikan respon PBBH domba jantan muda yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat 100 dan 200 mg Zn/kg dalam bentuk Zn biokompleks.

### **Efisiensi ekonomi**

Pengaruh perlakuan protein dan Zn pada konsentrat terhadap *income over feed cost* (IOFC) per hari disajikan pada Tabel 4. Besarnya IOFC tertinggi diperoleh pada perlakuan R<sub>3</sub>, diikuti R<sub>2</sub>, R<sub>0</sub> dan terendah adalah pada perlakuan R<sub>1</sub>. Suplementasi Zn biokompleks meningkatkan IOFC, sedangkan peningkatan kandungan PK dari 14% menjadi 18% menurunkan IOFC.

### **Kecernaan nutrien**

Tabel 5 menunjukkan bahwa perbedaan tingkat protein dan Zn biokompleks tidak mempengaruhi kecernaan BK, SDN dan SDA ( $P>0,05$ ), namun berpengaruh ( $P<0,05$ ) terhadap kecernaan PK dan energi kasar (EK). Nilai kecernaan PK paling rendah adalah perlakuan R<sub>0</sub> dan nilai kecernaan EK terbesar adalah perlakuan R<sub>3</sub>.

Kecernaan PK yang meningkat pada ransum yang disuplementasi Zn biokompleks sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan pada domba (Kardaya et al. 2001, Haryanto et al. 2005). Kardaya et al. (2001) menambahkan Zn proteinat dalam pakan domba untuk meningkatkan kecernaan PK (KCPK) dari 62,50% menjadi 67,85% dan kecernaan EK dari 64,45% menjadi 75,14%, masing-masing untuk kontrol dan penambahan Zn proteinat. Haryanto et al. (2005) melaporkan bahwa penambahan Zn dalam bentuk Zn metionin dalam pakan domba meningkatkan KCPK. Hasil pengamatan yang dilakukan oleh Ahmed et al. (2003) penambahan Zn metionin pada pakan kambing meningkatkan kecernaan nutrien. Demikian pula hasil pengamatan penambahan Zn metionin (Jia et al. 2009) dan Zn biokompleks (Supriyati et al. 2012) pada kambing mempengaruhi KCPK namun tidak mempengaruhi kecernaan BK dan kecernaan SDN.

**Tabel 4.** Pengaruh perlakuan protein dan Zn biokompleks pada konsentrat terhadap *income over feed cost* per hari

Uraian	Konsentrat			
	R0	R1	R2	R3
<b>Konsumsi</b>				
Rumput (g)	359	363	353	361
Konsentrat (g)	313	314	316	302
Zn biokompleks (mg)	0	0	26	48,5
<b>Pengeluaran</b>				
Rumput (Rp)	359	363	353	361
Konsentrat (Rp)	1.315	1.758	1.327	1.268
Zn biokompleks (Rp)	0	0	158	294
Total pakan (Rp)	1.674	2.121	1.838	1.923
PBBH (g)	71,65	79,96	78,17	82,74
<b>Pendapatan (Rp)</b>				
IOFC (Rp)	1.192	1.077	1.289	1.387

PBBH = Pertambahan bobot badan harian

IOFC = *Income over feed cost* (pendapatan-pengeluaran pakan)

Asumsi harga per kg rumput kering = Rp. 1.000

Asumsi harga per kg bobot hidup kambing = Rp. 40.000

Konsentrat PK 14% = Rp. 4.400

Konsentrat PK 18% = Rp. 5.600

Zn biokompleks = Rp. 40.000

**Tabel 5.** Kecernaan nutrisi pakan pada kambing jantan yang mendapat perlakuan tingkat protein dan Zn biokompleks berbeda

Parameter (%)	Konsentrat				SEM	Signifikansi
	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>		
Bahan kering	59,56	62,42	59,57	67,38	4,54	n.s
Protein kasar	56,31 <sup>b</sup>	69,28 <sup>a</sup>	71,19 <sup>a</sup>	70,50 <sup>a</sup>	5,01	*
SDA	49,16	57,84	52,55	54,89	4,85	n.s
SDN	62,29	62,29	63,52	64,27	3,53	n.s
Energi kasar	60,25 <sup>b</sup>	63,53 <sup>b</sup>	63,98 <sup>b</sup>	72,14 <sup>a</sup>	4,19	*

n.s = P&gt;0,05; \* = P≤0,05

<sup>ab</sup> Nilai yang diikuti dengan huruf *superscript* menunjukkan perbedaan yang nyataR<sub>0</sub> = Konsentrat PK 14%; R<sub>1</sub> = konsentrat PK 18%; R<sub>2</sub> = R<sub>0</sub> + 60 mg/kg Zn; R<sub>3</sub> = 120 mg/kg Zn

SDN = Serat deterjen netral

SDA = Serat deterjen asam

SEM = *Standard error mean* (rata-rata simpangan baku)

Peningkatan KCPK pada pakan yang mendapatkan perlakuan Zn metionin ataupun Zn biokompleks sesuai dengan yang dilaporkan oleh Underwood & Suttle (1999), dimana Zn berfungsi untuk meningkatkan metabolisme protein.

Pada penelitian ini tidak dapat dilaporkan nilai absorpsi Zn dikarenakan kadar Zn dalam feses terlalu tinggi (>800 mg Zn/kg). Hal ini disebabkan terjadinya kontaminasi Zn pada feses dan urin dari kawat penyaring feses dan pemisah urin pada kandang metabolisme.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar PK pada konsentrat dari 14% ke 18% meningkatkan pertumbuhan ternak dan suplementasi 120 mg Zn/kg pada konsentrat yang mengandung 14% PK memberikan performa pertumbuhan lebih baik dan meningkatkan IOFC daripada ternak yang mendapatkan konsentrat 18% PK pada kambing PE jantan muda.



Disarankan bahwa untuk mengurangi biaya pakan maka suplementasi Zn biokomplek pada pakan yang mengandung konsentrat 14% merupakan alternatif dalam hal manajemen pemberian pakan. Selain itu dalam melakukan metabolisme nutrisi pakan khususnya untuk Zn maka disarankan saringan feses maupun pemisah urin terbuat dari polietilen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abdelrahman MM. 2013. Protein requirements of growing Shami kids using protected methionine. *J Anim Plant Sci.* 17:2425-2432.
- Ahmed AKS, Caja G, Albanell E, Such X, Casal R. 2003. Effect of dietary supplements of Zinc-methionine on milk production, udder health and zinc metabolism in dairy goat. *J Dairy Sci.* 70:9-17.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Maryland. (US): Association of Official Analytical Chemists.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 2005. Official Methods of Analysis. 18th ed. Maryland. (US): Association of Official Analytical Chemists.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. Official Methods of Analysis. 16th ed. Arlington. (US): Association of Official Analytical Chemists.
- Aregheore EM, A Kumar, P Manuelli. 2003. Dietary levels of energy and protein for optimal growth of Crossbred Anglo-Nubian goats in Samoa. *Intern J Agric Biol.* 5:428-431.
- Arifin Z. 2008. Some micromineral which are essential for biological systems and its analysis methods. *J Litbang Pertanian.* 27:99-105.
- Chobtang J, K Intharak, A Isuwan. 2009. Effects of dietary crude protein levels on nutrient digestibility and growth performance of Thai indigenous male goats. *Songklanakarin J Sci Technol.* 31:591-596.
- Darmono. 2007. Mineral deficiency disease in ruminants and its prevention. *J Litbang Pertanian.* 26:104-108.
- Davies GK, Merzt W. 1987. Trace element in human and animal nutrition, volume 1st. 5th ed. Mertz W, editor. London (UK): Academic Press, Inc.
- Eldar TAA, Elami KM, Amin AE, Hassan HE. 2012. Effects of energy/protein levels on the performance of Sudan goat ecotypes. *J Anim Prod Adv.* 2:146-152.
- Fadayifar A, Aliarabi H, Tabatabaei MM, Zamani P, Bahari A, Malecki M, Dezfoulian AH. 2012. Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc. *Livest Sci.* 144:285-289.
- Haryanto B, Supriyati, Thalib A, Jarmani SN. 2005. Peningkatan nilai hayati jerami padi melalui bio-proses fermentatif dan penambahan zinc organik. *Mathius I-W, Bahri S, Tarmudji, Prasetyo LH, Triwulaningsih E, Tiesnamurti B, Sendow I, Suhardono, penyunting.* Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor (Indones): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. hlm. 473-478.
- Jia W, Zhu X, Zhang W, Cheng J, Guo C, Jia Z. 2009. Effects of source of supplemental zinc on performance, nutrient digestibility and plasma mineral profile in Cashmere goats. *Asian-Aust J Anim Sci.* 22:1648-1653.
- Kardaya D, Supriyati, Suryahadi, Toharmat T. 2001. Pengaruh suplementasi Zn-proteinat, Cu-proteinat dan amonium molibdat terhadap performans domba lokal. *Med Pet.* 24:1-9.
- Kearl LC. 1982. Nutrient requirement of ruminants in developing countries. International feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah University, Logan Utah. USA.
- Little DA, Kompang S, Peterham RJ. 1989. Mineral composition of Indonesian ruminant forages. *Trop Agric.* 66:33-37.
- Lu CD, Kawas JR, Mahgoub OG. 2008. Review recent advancements in fiber digestion and utilization in goats. *Trop Subtrop Agroecosys.* 9:65-72.
- McDowell LR. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. London (UK): Academic Press.
- [NRC] National Research Council. 1981. Nutrient Requirement of goats. Washington DC (US): National Academy Press.
- Pratama IBG. 2000. Kebutuhan energi dan protein kambing PE calon pejantan (Disertasi). [Bogor (Indones)]: Institut Pertanian Bogor.
- Puchala R, Sahlu T, Davis J. 1999. Effects of zinc-methionine on performance of Angora goats. *Small Rumin Res.* 33:1-8.
- Saab A, Sleiman FT, Nassar KH, Chemaly I, El-Shaff R. 1997. Implication of high and low protein levels on puberty and sexual maturity of growing male goat kids. *Small Rumin Res.* 25:17-22.
- Sahlu T, Goetsch AL, Luo J, Nsahlai IV, Moore JE, Galyean ML, Owens FN, Ferrell CL, Johnson ZB. 2004. Nutrient requirements of goats: developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Rumin Res.* 53:191-219.
- [SAS] Statistics Analysis System. Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide. Version 9.1. North Carolina (US): SAS Institute Inc., Cary.
- Shahjalal M, Bishwas MAA, Toregue AMM, Dohi H. 2000. Growth and carcass characteristics of goats given diets varying protein concentration and feeding level. *Asian-Aust J Anim Sci.* 13:613-618.
- Sharifi M, Bashtani M, Naserian AA, Khorasani H. 2013. Effect of dietary crude protein level on the performance and apparent digestibility of Iranian Saanen kids. *Afr J Biotech.* 12:4202-4205
- Spears JW. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Anim Feed Sci Tech.* 58:151-163.

- Supriyati, Budiarsana IGM, Puastuti W, Utama I-K. 2012. Effect of supplementation of comin<sup>+</sup> and Zn biocomplex on performance goats. *JITV*. 17:290-296.
- Supriyati, Budiarsana IGM, Utama I-K. 2007. Pengaruh suplementasi mineral blok terhadap produktivitas kambing perah Peranakan Etawah di tingkat peternak. Darmono, Wina E, Purwantari ND, Sani Y, Prasetyo LH, Triwulaningsih E, Sendow I, Natalia L, Priyanto D, Indraningsih, Herawati T, penyunting. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor (Indones): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. hlm. 387-393.
- Supriyati, Haryanto B. 2007. Pengaruh suplementasi Zn-biokompleks dalam ransum terhadap pertumbuhan domba muda. *JITV*. 12:268-273.
- Supriyati, Praharani L, Budiarsana IGM, Utama I-K. 2014. Effect of different protein and energy levels in concentrate on Anglo Nubian goat performance. Subandriyo, Kusmartono, Santosa KA, Kurnianto E, Purnomoadi A, Sodik A, Wiryawan KG, Darodjah S, Inounu I, Darmono, Priyanti A, Wynn P, Han JL, Tay-Hsu J, Idrus Z. *Proceeding of the 16th AAAP Animal Science Congress*. Yogyakarta (Indonesia): ISAS, Ministry of Agriculture, UGM. p. 1890-1894.
- Supriyati, Praharani L, Budiarsana IGM, Utama I-K. 2015. Pengaruh perbedaan level protein pada konsentrat terhadap kinerja kambing Peranakan Etawah betina muda. Pamungkas D, Widiawaty Y, Noor SM, Purwantari ND, Widiastuti R, Brahmantiyo B, Herawati T, Kusumaningsih A, Handiwirawan E, Puastuti W, penyunting. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor (Indones): Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. hlm. 449-456.
- Supriyati. 2008. Pengaruh suplementasi Zn biokompleks dan zink metionat dalam ransum domba. *JITV*. 13:89-94.
- Underwood EJ, Suttle NF. 1999. *The mineral nutrition of livestock*. 3rd ed. Oxon (UK): CABI Publishing.
- Widhyari SD, Widodo S, Utama I-K, Teguh IW, Toeleihere MR, Esfandyari A. 2008. The effect of supplementation of Zn on leukocyte cell profiles and its phagocytosis ability on PE goat during peri-parturient period. Editors Yulistiani et al. *Proceedings of Internartional Seminar on Production Increase in Meat and Dairy Goats by Incremental Improvements in Technology and Infrastructure for Small-scale Farmers in Asia*. August 4-8, 2008, Bogor Indonesia. FFTC-Asian and Pacific Region, IRIAP Indonesia, LRI /COA-Taiwan ROC. p. 88-94.
- Yagoub YM, Babiker SA. 2008. Effect of dietary energy level on growth and carcass characteristics of female goats in Sudan. *Volume 20, Article #202*. Retrieved March 24, 2014. <http://www.lrrd.org/lrrd20/12/yago20202.htm>.