

Pengaruh Suplemen Zn-Proteinat, Cu-Proteinat Dan Kompleks Ca-Minyak Ikan dalam Ransum Berbasis Pucuk Tebu Amoniasi Terhadap Performans Domba Jantan Persilangan Priangan X Barbados

The Effects Of Zn-Proteinat, Cu-Proteinat And Ca-Fish Oil Complex in Cane-Top Ammoniated Based Ration on Priangan X Barbados Cross Male Sheep Performance

U Hidayat Tanuwiria dan Budi Ayuningsih

Staf Pengajar pada Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh suplemen Zn-Proteinat, Cu-Proteinat dan Ca-Minyak dalam ransum berbasis pucuk tebu diamoniasi terhadap pertumbuhan dan efisiensi ransum pada domba jantan persilangan Priangan x Barbados. Percobaan dilakukan terhadap 5 ekor domba jantan yang sedang tumbuh dengan menggunakan rancangan Bujur Sangkar Latin (BSL) 5x5, lima macam ransum yaitu R1 = campuran 50% pucuk tebu amoniasi + 50% konsentrat, R2 = R1 + 2% Zn-proteinat, R3 = R1 + 2% Cu-proteinat, R4 = R2 + 2% Cu-proteinat, dan R5 = R4 + Ca-minyak ikan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pemberian Zn-proteinat, Cu-proteinat dan kompleks Ca-minyak tidak mempengaruhi konsumsi ransum, dan hanya pemberian Cu-proteinat (R3) yang berpengaruh meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi ransum.

Kata Kunci : Zn-proteinat, Cu-proteinat, Ca-minyak ikan, pertambahan bobot badan, efisiensi ransum

ABSTRACT

The research addressed to study the effects of Zn-Cu-proteinat and Ca-fish oil complex supplementations in ration on Priangan x Barbados male sheep performance. The experiment was arranged in Latin Square Design 5x5, were five treatments and five times period as replication. The treatments consisted of R1 = 50% cane top ammoniated + 50% concentrated; R2 = R1+2% Zn-proteinat; R3 = R1+2% Cu-proteinat; R4 = R2+2% Cu-proteinat; and R5 = R4+2% Ca-fish Oil. The results showed that supplementation of Zn-proteinat, Cu-proteinat and Ca-fish oil complex no effect on feed consumption, but only Cu-proteinat was effect increased on growth performance and feed efficiency.

Keywords: Zn-proteinat, Cu-proteinat, Ca-fish Oil complex, growth performance, feed efficiency

Pendahuluan

Pucuk tebu yaitu limbah pemotongan tanaman tebu merupakan bahan yang cukup potensial sebagai pakan serat untuk ternak ruminansia. Ketersediaan pucuk tebu relatif banyak dan umumnya berlimpah pada musim kemarau. Kekurangan dari pucuk tebu adalah kualitas nutrisinya rendah. Pucuk tebu kaya akan fraksi serat seperti hemiselulosa 4,09 persen, selulosa 67,72 persen, lignin 9,22 persen dan silika 1,93 persen. Kandungan nutrisi pucuk tebu lebih rendah dari rumput, kandungan protein kasarnya hanya 5,47 persen, lemak kasar 1,37 persen, abu 10,21 persen, serat kasar 37,90 persen, dan BETN 45,06 persen (Reksahadiprodjo *et al.*, 1985).

Pengolahan pakan serat secara alkali cukup efektif dalam pemutusan ikatan ester antara selulosa dan hemiselulosa dengan lignin dan silika (Fan *et al.*, 1981), dan perombakan struktur dinding sel melalui pengembangan jaringan serat yang mengoptimalkan penetrasi enzim mikroba ke dalam fraksi serat (Abdel Komar, 1984). Keunggulan amoniasi dengan menggunakan urea adalah mampu memutus ikatan lignin pada lignoselulosa dan menyediakan nitrogen yang dibutuhkan mikroba rumen. Amonia adalah sumber nitrogen yang utama dan penting untuk sintesis protein mikroba. Sekitar 82% spesies mikroba mampu menggunakan amonia sebagai sumber N (Toha Sutardi, 1977).

Ransum yang berkualitas baik ditandai oleh kecukupan nutrisi yang dikandung sesuai dengan kebutuhan ternak. Mineral seng dan tembaga secara umum selalu defisien dalam ransum sehingga perlu dipasok dari suplemen. Zn-Cu proteinat yang ditambahkan dalam ransum mampu memperbaiki pencernaan bahan kering dan bahan organik ransum *in vitro* (Tanuwiria *et al.*, 2003^a). Keuntungan lain dari penambahan seng adalah mineral seng merupakan kofaktor dari 30 macam enzim. Enzim-enzim tersebut banyak berperan pada proses metabolisme asam nukleat, sintesis protein dan metabolisme karbohidrat (NRC, 1988). Seng sebagai metaloenzim banyak terlibat dalam DNA polimerase karboksi peptidase A dan B dan fosfatase alkalis. Enzim-enzim tersebut berperan dalam proliferasi DNA, sintesis protein, proses pencernaan protein dan absorpsi asam amino, dan metabolisme energi (Larvor, 1983). Peran mineral seng dalam rumen adalah dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen dan meningkatkan penampilan ternak (Erna Hartati, 1999).

Teknik khelate protein-mineral bisa dimanfaatkan dalam upaya memaksimalkan pasokan protein dan mineral ke pascarumen. Suplemen Zn-proteinat pada ransum sapi pertumbuhan mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan memperbaiki efisiensi ransum dibandingkan dengan bentuk Zn anorganik seperti ZnO. Pemberian Khelate Zn-proteinat memiliki keuntungan ganda, yaitu berperan sebagai pemasok protein dan mineral seng ke pascarumen (Spear, 1996). Pemasokan mineral seng pada pascarumen melalui pemberian Zn-proteinat menjadi lebih tinggi. Seng organik seperti Zn-lisinat atau Zn-metionat dapat diserap usus halus lebih tinggi daripada ZnSO₄ yang digambarkan dengan kandungan seng yang tinggi pada ginjal, liver dan pankreas (Rojas *et al.*, 1995).

Ternak ruminansia membutuhkan Cu untuk sejumlah enzim yang terlibat dalam sejumlah fungsi (Underwood, 1977). Defisiensi Cu dapat menyebabkan berkurangnya kecepatan pertumbuhan (Mills *et al.*, 1976) dan menurunkan ketahanan terhadap penyakit (Suttle dan Jones, 1986). Defisiensi Cu pada ruminansia dapat disebabkan oleh rendahnya Cu dalam ransum atau tingginya konsentrasi Mo, S dan atau Fe. Molibdenum dan Sulfur bentuk kompleks yang tidak larut (thiomolybdat) di dalam rumen dapat mengikat Cu dan membuatnya tidak tersedia untuk diserap. Perbedaan sumber Cu mungkin akan berbeda reaksinya dengan mineral antagonisnya, sehingga mungkin absorpsi dan penggunaan dengan efisiensi menjadi bervariasi.

Peranan biologis mineral Cu adalah komponen Ceruloplasmin dan Superoxidase Dismutase (SOD) dalam darah. Ceruloplasmin berfungsi sebagai antiosidan yang bekerja mengikat radikal oksigen bebas yang dihasilkan fagosit pada peradangan. Sedangkan enzim SOD berfungsi sebagai katalisator dalam reaksi dismutasi radikal superoksida menjadi peroksida hidrogen dan oksigen. Dengan demikian defisiensi tembaga akan berpengaruh kepada sistem kekebalan tubuh (Harmon dan Torre, 1997).

Penambahan lemak utuh dalam ransum dapat menurunkan pencernaan serat (Jenkins dan Palmquist, 1984). Akan tetapi jika lemak tersebut dibuat sabun seperti Ca-minyak maka penambahan Ca-minyak dalam ransum berserat tinggi mampu meniadakan efek asam lemak terhadap bakteri rumen, sehingga pencernaan serat dalam ransum meningkat (Tanuwiria *et al.*, 2003^b). Harapan dari pemberian sabun Ca-minyak ke dalam ransum berserat tinggi adalah meningkatkan energi ransum.

Sabun Ca-minyak adalah suatu suplemen yang diperoleh dengan mengikat ion kalsium pada gugus karboksil asam lemak. Keunggulan dari Ca-minyak ini di samping menyediakan mineral Ca juga merupakan sumber energi tinggi yang berasal dari minyak. Suplementasi minyak utuh berpengaruh menurunkan pencernaan serat kasar, sedangkan bentuk proteksinya seperti Ca-minyak dapat meniadakan efek tersebut.

Berdasarkan hal tersebut dilakukan kajian mengenai efek pemberian suplemen Zn-Cu Proteinat dan sabun Ca-minyak dalam ransum lengkap berbasis pucuk tebu teramoniasi terhadap performans produksi domba.

Metode

Materi Penelitian

Bahan yang digunakan adalah pucuk tebu diamoniasi, suplemen Zn proteinat, Cu-proteinat, Ca-minyak; dan konsentrat.

1. Pucuk Tebu dan Prosedur Amoniasi

- a. Pucuk tebu dipotong-potong ukuran lima cm, dan ditambah tepung kedele mentah sebagai sumber urease sebanyak 5% dari BK pucuk tebu
- b. Larutan urea yang digunakan berdosisi 6% dari BK pucuk tebu. Rasio larutan urea : BK pucuk tebu adalah 1:1
- c. Larutan urea disemprotkan ke setiap permukaan pucuk tebu sampai merata, dimasukkan ke dalam karung plastik, ditutup rapat dan lakukan pemeraman selama 30 hari.

Setelah 30 hari, karung plastik dibuka, diaduk kembali dan diangin-anginkan selama dua hari untuk melepaskan amonia yang tidak terserap ke dalam jaringan, dan siap diberikan pada domba

2. Mineral Zn- proteinat dan Cu-Proteinat dan Prosedur Pembuatannya

Suplemen Zn-proteinat (4000 ppm Zn) dan Cu-proteinat (1000 ppm Cu) dibuat melalui aktivitas jamur *Neurospora* sp sebagai penghidrolisis protein atau polisakarida substrat. Prosedur pembuatan suplemen adalah sebagai berikut :

Substrat tumbuh berupa campuran gaplek, onggok dan bulu ayam hasil hidrolisis asam dengan imbangannya 4,8 : 3,2 : 2. Larutan Mineral standar berupa campuran 0,5% NH_4NO_3 , 0,05% KCl, 0,05% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,001% $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,0001% $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam 1000 ml aquadest dan mineral pengkayaan berupa ZnCl_2 0,1 M dan CuSO_4 0,1M

Formula suplemen Zn-proteinat (Zn = 4000 ppm) adalah 48 g gaplek + 32 g onggok + 20 g bulu ayam hidrolisis + 30,65 ml ZnCl_2 0,1M + 169,35 ml larutan mineral standar. Formula suplemen Cu-proteinat (Cu = 1000 ppm) adalah 48 g gaplek + 32 g onggok + 20 g bulu ayam hidrolisis + 28,7 ml CuSO_4 0,1M + 171,3 ml larutan mineral standar

Urutan Kerja :

- Tepung gaplek dan onggok dicampurkan pada perbandingan 3:2, selanjutnya tepung bulu ayam ditambahkan pada perbandingan gaplek/onggok : bulu ayam 4:1. Campuran bahan tersebut adalah substrat untuk pertumbuhan jamur
- Larutan mineral standar dan larutan mineral pengkayaan (ZnCl_2 0,1 M atau CuSO_4 0,1M) dicampur sesuai dengan formulasi yang telah ditetapkan, diaduk sampai homogen
- Sesuai dengan formulasi, gaplek/onggok selanjutnya dicampur dengan larutan mineral sampai homogen, selanjutnya disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit.

- Inokulasi dilakukan pada saat substrat mencapai suhu 39°C . Dosis yang digunakan adalah 2 g biakan *Neurospora* dalam 100 g substrat.
- Inkubasi pada lemari inkubator (suhu kamar) selama empat hari. Dikeringkan dalam oven suhu 60°C sampai kering dan siap digiling.

3. Kompleks Ca-Minyak dan Prosedur Pembuatannya

Prinsip pembuatan kompleks Ca-minyak ikan adalah minyak dihidrolisis oleh basa menjadi gliserol dan garam asam lemak (gugus COOH asam lemak diikat dengan kation basa). Pada kondisi demikian maka asam lemak menjadi tidak mengganggu aktivitas mikroba rumen. Proses pembuatannya adalah sebagai berikut :

- Minyak ikan dianalisis bilangan penyabunan (hasilnya 197,3) dan berat jenis (0,928)
- Sabun Ca-minyak dibuat dengan cara mencampurkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebanyak $\frac{1}{2}$ bilangan penyabunan minyak ikan (1g minyak ikan + 98,65mg $\text{Ca}(\text{OH})_2$) sambil dipanaskan dan diaduk. Guna memudahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dibuat larutan dengan konsentrasi 1 molar.
- Sabun yang terbentuk selanjutnya dicampur dengan onggok pada perbandingan 1:1, kemudian dikeringkan sampai siap digunakan.

4. Konsentrat dan Ransum Basal

Konsentrat yang digunakan terdiri atas campuran berbagai pakan yaitu 58% dedak padi, 10% polar, 11% ampas kecap, 14% bungkil kelapa, 5% tetes dan 2% premix. Ransum basal terdiri atas campuran pucuk tebu diamoniasi dan konsentrat pada perbandingan 30:70. Kandungan nutrisi penyusun ransum disajikan pada Tabel 1, dan kandungan nutrisi konsentrat dan ransum basal disajikan pada Tabel 2.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap lima ekor domba jantan. Tiap domba ditempatkan dalam kandang individu. Rancangan percobaan menggunakan Bujur Sangkar Latin lima perlakuan dengan lima periode sebagai ulangan. Lama satu periode adalah 28 hari (empat minggu), dibagi dalam dua tahap yaitu masa adaptasi selama 14 hari dan masa pengamatan selama 14 hari

Tabel 1. Kandungan Nutrien Pakan

Pakan	Komponen Nutrien (%)								
	BK	Abu	Prot	Lemak	SK	BeTN	TDN	Ca	P
Dedak padi	89,2	16,9	8,4	4,0	28,9	41,9	50,0	0,14	0,80
Polar	88,5	5,9	18,5	3,9	9,8	61,9	69,2	0,23	1,10
Ampas kecap	26,6	14,2	23,5	24,2	16,0	22,1	87,2	0,88	0,14
Bungkil Kelapa	88,6	8,2	21,3	10,9	14,2	45,4	78,7	0,16	0,62
Tetes	82,4	11,0	3,9	0,3	0,4	84,4	70,7	0,88	0,14
Pucuk Tebu	82,0	8,2	5,2	2,0	34,4	50,2	51,4	0,47	0,34

Keterangan : Tabel komposisi nutrien (Toha Sutardi, 1983)

Tabel 2. Kandungan Nutrien konsentrat, Ransum Basal dan Suplemen

Nutrien	Konsentrat*	Ransum basal*	Zn, Cu Prot**	Ca-minyak**
1 Bahan Kering	82,0	82,0	87,9	83,4
2 Abu	13,6	11,9	2,2	8,6
3 Protein Kasar	11,5	9,6	20,8	2,1
4 Lemak Kasar	5,5	4,4	1,3	21,5
5 Serat Kasar	22,0	25,7	7,9	5,1
6 BeTN	47,4	48,4	67,8	62,7
7 TDN	57,5	55,7	85,6	91,9
8 Calsium	0,2	0,3	0,18	1,33
9 Phosphor	0,7	0,6	td	td

Keterangan : * Hasil perhitungan berdasarkan pada Tabel 1.

** Hasil Analisis Kimia di Laboratorium Nutrisi Ternak Ruminansia dan Kimia Pakan, Fakultas Peternakan Unpad, 2006

Perlakuan yang diberikan:

R1 = Konsentrat tanpa penambahan suplemen

R2 = R1 + 2% Zn-proteinat

R3 = R1 + 2% Cu-proteinat

R4 = R1 + 2% Zn-proteinat + 2% Cu-proteinat

R5 = R1 + 2% Zn-proteinat + 2% Cu-proteinat + 5% Ca-minyak

Peubah yang diamati : konsumsi ransum, diukur setiap hari dengan menghitung selisih jumlah ransum yang disediakan dengan sisa ransum hari berikutnya; Pertumbuhan domba (pertambahan bobot badan), diukur setiap periode pengamatan, dengan menghitung selisih bobot badan pada akhir periode dengan awal periode pengamatan dibagi dengan lamanya hari per-periode; Efisiensi ransum, dihitung dengan cara membagi pertambahan bobot badan oleh banyaknya ransum yang dikonsumsi

Pengaruh perlakuan diuji dengan Sidik Ragam dan perbedaan antar perlakuan diuji dengan Uji Kontras Ortogonal (Steel dan Torrie, 1981).

Hasil dan Pembahasan

Performans produksi pada domba ditunjukkan oleh konsumsi ransum, pertambahan bobot badan dan efisiensi ransum. Performans domba perlakuan disajikan pada Tabel 3.

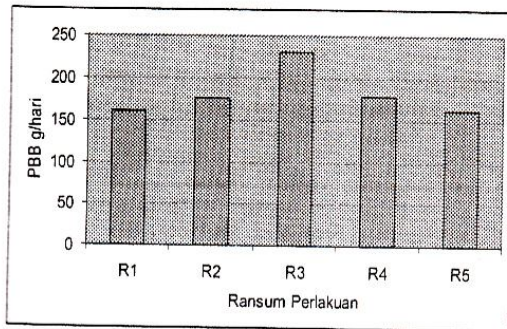
Konsumsi ransum dihitung berdasarkan pada bahan kering ransum yang dikonsumsi. Konsumsi ransum dapat dijadikan indikator banyaknya nutrien yang masuk ke dalam alat pencernaan sehingga berpotensi diserap oleh tubuh. Makin banyak ransum yang dikonsumsi akan makin banyak pula peluang zat makanan dapat dicerna. Ransum yang dikonsumsi selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan hidup pokok juga digunakan untuk pertumbuhan. Rataan konsumsi bahan kering ransum harian domba yang mendapat ransum perlakuan berurutan adalah R1 (878,6 g/ekor/hari), R2 (892,4 g/ekor/hari), R3 (924,2 g/ekor/hari), R4 (891,4 g/ekor/hari) dan R5 (920,4 g/ekor/hari). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan yaitu penambahan suplemen ke dalam ransum berbasis pucuk tebu diamoniasi memberikan respons yang sama terhadap jumlah bahan kering ransum yang dikonsumsi. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan suplemen Zn-proteinat, Cu-proteinat dan Ca-minyak secara terpisah atau gabungan tidak mempengaruhi preferensi dan palatabilitas ransum.

Rataan pertambahan bobot badan harian domba yang menerima perlakuan dari yang tertinggi sampai terendah adalah sebagai berikut 146 g/hari (R3), 128g/hari (R2), 93 g/hari (R1), 71 g/hari (R5) dan 53 g/hari (R4). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Ilustrasi 1.

Tabel 3. Performans produksi Domba Perlakuan

Peubah	Perlakuan				
	R1	R2	R3	R4	R5
Konsumsi BK Ransum, g/ekor/hari	878,6	892,4	924,2	891,4	920,4
Pertambahan Bobot Badan, g/hari	161 ^b	177 ^b	230 ^a	179 ^b	163 ^b
Efisiensi Ransum, %	18,3 ^b	19,3 ^b	24,9 ^a	19,4 ^b	17,6 ^b

Keterangan : superskript yang berbeda dalam baris menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)



Ilustrasi 1. Rataan Pertambahan Bobot Badan Harian Domba

Tampak bahwa perlakuan R3 yaitu ransum yang disuplementasi Cu-proteinat menghasilkan pertambahan bobot badan domba lebih tinggi daripada perlakuan R1, R2, R4 dan R5. Tingginya pertumbuhan domba yang mendapat suplemen Cu-proteinat diduga ada hubungannya dengan meningkatnya sistem metabolisme nutrien di dalam tubuh. Hal ini sesuai dengan pernyataan Larvor (1983) bahwa seng sebagai metaloenzim banyak terlibat dalam DNA polimerase karboks peptidase A dan B dan fosfatase alkalis. Enzim-enzim tersebut berperan dalam proliferasi DNA, sintesis protein, proses pencernaan protein dan absorpsi asam amino, dan metabolisme energi. Peneliti lainnya Erna Hartati (1999) melaporkan bahwa seng dalam rumen dapat memacu pertumbuhan mikroba rumen dan meningkatkan penampilan ternak.

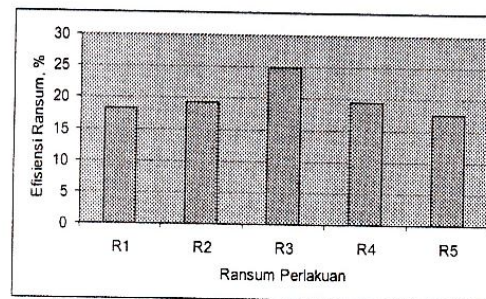
Pertumbuhan domba yang mendapat perlakuan R3 yaitu ransum yang disuplementasi Cu-proteinat lebih tinggi ($P < 0,05$) daripada perlakuan R1. Hal tersebut menunjukkan bahwa domba yang mendapat ransum R1 kurang mendapat asupan Cu dalam memenuhi kebutuhan domba. Sesuai dengan pernyataan Mill *et al* (1976) bahwa defisiensi Cu dapat menyebabkan berkurangnya kecepatan pertumbuhan.

Pada perlakuan R4 yaitu ransum ditambah Zn dan Cu proteinat dan R5 yaitu ransum ditambah Ca-minyak menghasilkan pertambahan bobot badan lebih rendah ($P < 0,05$) dari R3. Rendahnya pertambahan bobot badan domba yang mendapat

suplemen gabungan Zn-proteinat dan Cu-proteinat (R4) dan yang dilengkapi dengan suplemen Ca-minyak, diduga disebabkan oleh adanya interaksi antara Zn dan Cu di dalam sistem metabolisme. Mineral Cu kalah bersaing dalam menempati posisi pada protein. Seng mempunyai afinitas yang tinggi untuk berikatan dengan histidin (His) dan sistein (Cys) protein, sedangkan Cu hanya berafinitas tinggi terhadap His (Berdainer, 1998).

Efisiensi ransum diperoleh dari perhitungan satu satuan pertambahan bobot badan dibagi oleh banyaknya bahan kering ransum yang dikonsumsi. Nilai efisiensi ransum yang tinggi mencerminkan ransum tersebut efisien untuk menghasilkan pertambahan bobot badan. Data nilai efisiensi ransum pada setiap perlakuan adalah sebagai berikut ; R1 (18,3%), R2 (19,3%), R3 (24,9%), R4 (19,4%) dan R5 (17,6%). Dari data tersebut terlihat bahwa R3 yaitu ransum yang disuplementasi Cu-proteinat lebih efisien dibandingkan dengan R1 yaitu ransum kontrol, R2 yaitu ransum ditambah Zn-proteinat, R4 yaitu ransum yang ditambah Zn-Cu proteinat dan R5 yaitu ransum yang ditambah kombinasi Zn-Cu proteinat dan Ca-minyak. Rataan efisiensi ransum disajikan pada Ilustrasi 2.

Efisiensi ransum R3 adalah tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Nilai efisiensi ransum R3 16,5% artinya setiap mengkonsumsi bahan kering ransum R3 sebanyak 1000 g maka domba tersebut akan bertambah bobot badannya sebanyak 165 g, sedangkan untuk R4 dan R5 masing-masing bertambah bobot badannya sebanyak 79 g dan 81 g.



Ilustrasi 2. Efisiensi Ransum, persen

Tingginya efisiensi ransum pada domba yang mendapat suplemen Cu ini erat hubungannya dengan peran mineral Cu dalam metabolisme nutrisi di dalam tubuh. Menurut NRC (1988) mineral Cu banyak berperan dalam komponen beberapa enzim seperti sitokrom oksidase, berperan pada transpor elektron selama respirasi aerob, seruloplasmin berperan pada penyerapan dan tranpor Fe yang dibutuhkan untuk sintesis hemoglobin, dan superoksida dismutase (SOD) berperan dalam perlindungan sel terhadap efek racun dari pengaruh metabolit oksigen yang penting dalam fungsi sel fagosit (NRC, 1988).

Kesimpulan

Penambahan suplemen Zn-proteinat, Cu-proteinat dan kompleks Ca-minyak ke dalam ransum tidak mempengaruhi jumlah ransum yang dikonsumsi. Di antara jenis suplemen, hanya Cu-proteinat yang berpengaruh meningkatkan performans pertumbuhan dan efisiensi penggunaan ransum

Daftar Pustaka

- Abdel Komar. 1984. Teknologi Pengolahan Jerami Sebagai Makanan Ternak. Yayasan Dian Grahita Indonesia.
- Berdanier, C.D. 1998. Advanced Nutrition Microelement. Boca Raton, Boston, London, New York, Washington DC : CRC Press. Pp. 143-150; 194-207.
- Erna Hartati. 1999. Suplementasi minyak lemuru dan seng ke dalam ransum yang mengandung silase pod kakao dan urea untuk memacu pertumbuhan sapi holstein jantan [disertasi]. Bogor : Institut Pertanian Bogor, Program Pascasarjana, Program Studi Ilmu Ternak.
- Fan, L.T., Y.H. Lee and D.H. Beardmore. 1981. The influence of major structural features of cellulose on rate enzymatic hydrolysis. *Biotechnology, Bioengineering* 23 : 419
- Jenkins, T.C., and D.L. Palmquist. 1984. Effect of fatty acid or calcium soap on rumen and total nutrient digestibility of dairy ration. *J. Dairy Sci* 67:978.
- Larvor, P. 1983. The pools of cellular nutrients. Mineral, in : *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. P.M. Riis Ed. Elsevier, Amsterdam
- Mills, C.F., A. Dalgarno, and G. Wenham. 1976. Biochemical and pathological changes in tissue of Friesian cattle during the experimental induction of copper deficiency. *Br. Nutr.* 35:309
- National Research Council (NRC). 1988. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th Ed. National Academic Press, Washington.
- Reksohadiprodjo, S., B Suhartanto, S.P. Sasmintobudhi, dan M Soeyono. 1985. Konsumsi bahan kering, energi dan protein tercerna pupuk tebu dan limbah pertanian lain pada kambing dan domba. *Proc. Seminar Pemanfaatan Limbah Tebu Untuk Pakan Ternak*. Puslitbangnak. Departemen Pertanian, Grati. 5 Maret
- Rojas, L.X., L.R. McDowell, R.J. Cousin, F.G. Martin, N.S. Wilkinson, A.B. Johnson and J.B. Velasquez. 1995. Relative bioavailability of two organic and two inorganic Zinc sources fed for sheep. *J. Anim. Sci.* 73:1202-1207
- Spears, J.W. 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 58:151-163
- Steel, R.G. and J.H. Torrie. 1981. *Principles and Procedure of Statistics*. 2nd Ed McGraw-Hill International Book Co., Singapore
- Suttle, N.F., and D.G. Jones. 1986. Copper and disease resistance in sheep : A rare natural confirmation of interaction between a specific nutrient and infection. *Proc. Nutr. Soc.* 45:317.
- Tanuwiria, U.H., A. Budiman, dan Abun. 2003^a. Studi pembuatan Zn-Cu-Proteinat melalui bioproses *Neurospora* sp dan efek pemberiannya terhadap kecernaan ransum *in vitro*. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Bandung
- Tanuwiria, U.H., I. Hernaman, Adawiah, dan B Irawan. 2003^b. Proteksi parsial minyak jagung dan minyak ikan dalam ransum untuk meningkatkan produksi dan kadar linoleat terkonjugasi serta lemak omega-3 susu sapi. Laporan Penelitian. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, Bandung
- Tanuwiria, U.H. 2004. Suplemen Seng dan Tembaga Organik, dan Kompleks Kalsium-Minyak Ikan dalam Ransum Berbasis Limbah Industriagro untuk Pemacu Pertumbuhan dan Produksi Susu pada Sapi Perah. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Toha Sutardi. 1997. Peluang dan Tantangan Pengembangan Ilmu-ilmu Nutrisi Ternak. Orasi Ilmiah. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor
- Underwood, E.J. 1977. *Trace Elements in Human and Animal Nutrition*. 4th Ed. Academic Press. New York