

Pengaruh Suplementasi Fitase, Seng Oksida (ZnO) dan Tembaga Sulfat (CuSO₄) Terhadap Performans Ayam Broiler *(The Effect of Supplementation Phytase, Zinc Oxide and Cupric Sulfate on Broiler Performance)*

Hendi Setyatwan

Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi suplemen pakan berupa fitase, seng oksida dan tembaga sulfat yang menghasilkan performans broiler paling baik. Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap sembilan perlakuan dan empat ulangan. Setiap unit percobaan terdiri atas delapan ekor broiler berumur satu hari (doc). Ransum perlakuan adalah R1(ransum kontrol positif); R2 (ransum kontrol negatif); R3 (R2 + 132,7 ppm ZnO); R4 (R2 + 286,16 ppm CuSO₄); R5 (R2 + 132,7 ppm ZnO + 286,16 ppm CuSO₄); R6 (R2 + Fitase 1000 FTU/kg); R7 (R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 132,7 ppm ZnO); R8 (R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 286,16 ppm CuSO₄); R9 (R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 132,7 ppm ZnO + 286,16 ppm CuSO₄). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi fitase, seng oksida dan tembaga sulfat pada ransum tidak mempengaruhi konsumsi. Kombinasi fitase 1000 FTU/kg, ZnO (132,7 ppm) dan CuSO₄ (286,16 ppm) efektif dalam meningkatkan bobot badan akhir, pertambahan bobot badan dan konversi ransum ayam broiler.

Kata Kunci : fitase, ZnO, CuSO₄, performans, broiler

Abstract

The research was purposed to call on combination phytase, zinc oksid and cupric sulfat to give the good broiler performance. Completely randomized design with nine treatment and four replication was used in this experiment. There are eight day old chicken in the unit experiment, starting at one day of age and finish at fourty two day of age. Combination of ration treatment are R1(positive control ration); R2 (negative control ration); R3 (R2 + 132,7 ppm ZnO); R4 (R2 + 286.16 ppm CuSO₄); R5 (R2 + 132,7 ppm ZnO + 286.16 ppm CuSO₄); R6 (R2 + phytase 1000 FTU/Kg); R7 (R2 + phytase 1000 FTU/Kg + 132,7 ppm ZnO); R8 (R2 + phytase 1000 FTU/Kg + 286.16 ppm CuSO₄); R9 (R2 + phytase 1000 FTU/Kg + 132,7 ppm ZnO + 286.16 ppm CuSO₄). Result of study to show that suplemented phytase, ZnO and CuSO₄ no significant effect on diet comsumption in broilers. Combination of phytase 1000 Ftu/kg, ZnO (132,7 ppm) and CuSO₄ (286.16 ppm) effective to increased body weight and decreased feed conversion.

keywords : phytase, zinc oksid, cupric sulfat, broiler performances

Pendahuluan

Pemerintah Indonesia melalui Direktorat Jendral Peternakan Departemen Pertanian telah melarang penggunaan *non natural hormonal growth promotor* (HGP) pada hewan produktif dan produknya (SPS 2002). Salah satu respons bidang nutrisi guna menggantikan peran antibiotik untuk meningkatkan penampilan dan pemacu pertumbuhan adalah melakukan optimalisasi aktivitas enzim pertumbuhan dan kekebalan melalui peran mineral jarang (*trace mineral*). Seng dan tembaga bekerja pada enzim pertumbuhan dan sistem kekebalan tubuh akan tetapi ketersediaannya guna memenuhi kebutuhan

biologis ternak dipengaruhi oleh kehadiran asam fitat dalam ransum.

Fitat pada pH netral membentuk kompleks dengan mineral - mineral bervalensi dua yaitu Ca²⁺, P²⁺, Mg²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Fe²⁺ dan K²⁺. Ikatan kompleks fitat - Zn (Seng) dan fitat - Cu (Tembaga) merupakan ikatan yang sangat stabil dan sangat tidak larut, sehingga absorpsi dalam saluran pencernaan dan ketersediaan hayatinya menurun. Morris dan Ellis (1980) menyatakan bahwa ketersediaan Zn dipengaruhi oleh molaritas fitat dan Zn dalam ransum, semakin tinggi nilai molar ketersediaan Zn akan semakin rendah.

Kandungan fitat tinggi dalam ransum menurunkan ketersediaan Zn dan Cu.

Seng dalam sistem biologis merupakan komponen *metaloenzym* seperti *polimerase DNA*, *peptidase karboksi A* dan *B*, dan *phosphatase alkalin* (Larvor 1983). Enzim tersebut berperan pada *poliferasi DNA* yang selanjutnya berpengaruh pada sintesis protein, proses pencernaan protein dan absorpsi asam amino, serta metabolisme energi (Church dan Ponds, 1988). Aktivitas enzim tersebut terganggu apabila defisiensi Zn.

Tembaga berperan pada sintesis hemoglobin yang normal, merupakan komponen *ceruloplasmin*, *dismutase superoksida (SOD)*, *oksidase lysil* dan *oksidase sitokrom*. *Ceruloplasmin* berperan dalam penyerapan dan transpor Fe yang dibutuhkan untuk sintesis hemoglobin dan dapat berfungsi sebagai antioksidan dan agen pertahanan (Harmon dan Torre, 1997). *SOD* berperan dalam racun dismutasi radikal superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen. Reaksi tersebut penting dalam melindungi jaringan dan proses oksidasi membran oleh oksigen radikal bebas dari neutrophil dan makrophage selama merespons pembengkakan. *Oksidase lisil* berperan dalam mengkatalis pembentukan ikatan silang kolagen dalam memperkuat tulang dan jaringan ikat. Kekurangan Cu akan menyebabkan fungsi enzim terhambat, akan tetapi apabila kelebihan akan menurunkan konsumsi ransum dan kecepatan pertumbuhan.

Fitase mampu melepaskan ikatan fitat dengan kalsium, tembaga, seng dan mangan, serta meningkatkan relaksasi usus dan absorpsi nutrisi. Aktivitas fitase tidak terhambat dengan kehadiran mineral jarang asal ransum. Traylor *et al.* (2001), menegaskan bahwa suplementasi fitase efektif memperbaiki penggunaan dan ketersediaan Ca dan P. Peningkatan ketersediaan fosfor berkorelasi positif dengan peningkatan penggunaan mineral Ca dan Zn, akan tetapi ketersediaan elemen organik ini dalam jumlah tinggi akan mengganggu absorpsi, retensi dan distribusi mineral tembaga (Piliang 2000). Mineral Zn dan Cu antagonis di dalam media *intestinal metallothionin*. Cu selalu kalah bersaing dalam berikatan dengan protein, hal ini disebabkan karena seng mempunyai afinitas lebih tinggi untuk berikatan dengan histidin dan sistein, sedangkan Cu hanya berafinitas tinggi dengan histidin (Berdanier 1998). Kandungan Cu tinggi dalam ransum menyebabkan absorpsi Zn menjadi

rendah (Van Campen 1969), dengan demikian keseimbangan Cu dan Zn dalam ransum perlu diperhatikan.

Suplementasi fitase dalam ransum yang seimbang kandungan Cu dan Zn nya, diharapkan mampu meningkatkan performans ayam broiler melalui peningkatan kerja enzim pertumbuhan, perbaikan kesehatan ternak, dan ketersediaan nutrisi melalui peningkatan absorpsi dalam saluran pencernaan yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan hayati mineral akibat peran enzim fitase.

Metode

Materi yang digunakan yaitu 288 ekor anak ayam broiler strain Cobb umur sehari tanpa memisahkan jantan dan betina (*Unsexed*). Anak ayam ditempatkan ke dalam 36 kandang yang terbuat dari bahan besi dan kawat, diletakan 100 cm di atas lantai,. Ukuran setiap unit kandang adalah 1 x 1 x 0,6 m dan setiap unit diisi 8 ekor anak ayam. Setiap unit kandang dilengkapi dengan tempat makan dan minum serta termometer untuk mengetahui temperatur kandang.

Ransum dalam bentuk *mash* diberikan *adlibitum*. Bahan pakan untuk menyusun ransum terdiri atas jagung kuning, bungkil kedele, dedak halus, tepung ikan, premix, minyak, garam dan CaCO₃. Komposisi pakan dalam ransum percobaan disajikan pada Tabel 1, dan komposisi nutrisi ransum percobaan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi Pakan Ransum Percobaan

Bahan Pakan	Kontrol Positif (%)	Kontrol Negatif (%)
Dedak Padi	50,00	50,00
Tepung Ikan	15,14	15,14
Jagung	15,00	15,00
Bungkil	13,00	13,00
Kedelai	4,37	3,23
Minyak CPO	2,00	2,00
Premiks	0,39	1,53
CaCO ₃	0,10	0,10
Garam	-	-
Fitase	-	-
Cu-Sulfat	-	-
ZnO	-	-
Jumlah	100,00	100,00

Tabel 2. Komposisi Nutrien Ransum Percobaan

Kandungan Nutrisi (Perhitungan)	Kontrol Positif	Kontrol Negatif	Selisih	Keb. *
EM (Kkal/Kg)	3100	3000	100	3100
PK (%)	21.6	21.6	0	21.6
SK(%)	4.18	4.18	0	-
Ca (%)	0.85	0.85	0	0.9
P total (%)	1.31	1.31	0	-
P tersedia (%)	0.16	0.16	0	0.45
Na(%)	1.27	1.27	0	0.20
Cl(%)	0.14	0.14	0	0.20
Lisin (%)	1.18	1.18	0	1.33
Metionin (%)	0.39	0.39	0	0.56
Met + Sist (%)	1.19	1.19	0	0.98
Cu (mg/kg)	11.62	11.62	0	8
Fe (mg/kg)	18	18	0	80
Mn (mg/kg)	17.1	17.1	0	60
Zn (mg/kg)	45.5	45.5	0	40
Asam Fitat (%)	3.80	3.80	0	-
rasio AF:Zn	91.39	91.39	0	-

- 1) Analisis proksimat bahan makanan dilakukan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan IPB (2003); Analisis mineral dilakukan di Laboratorium Kimia Terpadu, IPB (2003), Analisis Fitat dilakukan di Department of Nutritional Sciences, Howard University, USA (2003).
- 2) ZnO (mengandung 80,25% Zn) dan Cu-Sulfat (mengandung 39,62% Cu).
- 3) Natuphos 5000 G (5000 U fitase/g) (EC 3.1.3.8) dari PT. BASF, Jakarta.
- 4) Perhitungan molar rasio Asam fitat (AF) : Zn dalam ransum dilakukan berdasarkan perhitungan Bosscher *et al.* (2001)

*) Kebutuhan Cobb Guide, 2003

Metode

Uji biologis dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL), sembilan perlakuan ransum dan empat ulangan. Hewan percobaan adalah 288

ekor anak ayam umur satu hari (doc) broiler strain Cobb.

Ransum percobaan :

- R1 = Ransum kontrol positif
 R2 = Ransum kontrol negatif
 R3 = R2 + 132,7 ppm ZnO
 R4 = R2 + 286,16 ppm CuSO₄
 R5 = R2 + 132,7 ppm ZnO + 286,16 ppm CuSO₄
 R6 = R2 + Fitase 1000 FTU/kg
 R7 = R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 132,7 ppm ZnO
 R8 = R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 286,16 ppm CuSO₄
 R9 = R2 + Fitase 1000 FTU/kg + 132,7 ppm ZnO + 286,16 ppm CuSO₄

Peubah yang diamati adalah konsumsi ransum, bobot badan ayam, pertambahan bobot badan dan konversi ransum. Data dianalisis dengan Sidik Ragam (*Analysis of Variance*) dan efek perlakuan diuji dengan Uji Jarak Berganda Duncan (Steel dan Torrie, 1981).

Hasil dan Pembahasan

Konsumsi ransum, berat badan akhir, pertambahan bobot badan, konversi ransum ayam broiler yang mendapat perlakuan suplementasi fitase, seng dan tembaga ke dalam ransum disajikan pada Tabel 3. Perlakuan yang dicobakan tidak mempengaruhi konsumsi ransum. Hasil tersebut mencerminkan bahwa jenis ransum dan jenis suplemen tidak mengganggu *palatabilitas* ransum. Ransum kontrol positif, ransum kontrol negatif dan ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase, mineral Cu dan Zn memiliki palatabilitas sama walaupun dari kedua ransum tersebut telah dibedakan kandungan energinya sebanyak 100 kkal/kg.

Tabel 3. Pengaruh Suplementasi Fitase, Seng dan Tembaga ke dalam Ransum terhadap Performans Ayam Broiler

Peubah	Ransum Perlakuan									P
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	
Konsumsi, kg/ekor	3,17	3,18	3,33	3,13	3,10	3,20	3,29	3,14	3,10	tn
Bobot badan akhir, kg/ekor	1,53a	1,53a	1,58a	1,61a	1,56a	1,70b	1,61a	1,61a	1,86b	.05
Pertamb Bobot Badan, kg/ekor	1,48a	1,48a	1,53a	1,56a	1,51a	1,65b	1,56b	1,56b	1,81c	.05
Konversi Ransum	2,14a	2,15a	2,19a	2,01a	2,06a	1,95b	2,12a	2,02a	1,73b	.05

Huruf yang sama dalam baris menunjukkan berbeda tidak nyata ($P>0,05$)

Perbedaan kandungan energi sebanyak 100 kkal/kg tidak mempengaruhi konsumsi ransum. Perbedaan kandungan energi diperoleh dengan menambah pemakaian minyak sebanyak 1,1% tanpa merubah kandungan protein ransum dan kandungan serat kasar. Ransum dibuat dalam bentuk *mash* akan tetapi kepadatan ransum relatif sama, dimana terlebih dahulu dedak padi telah dibuat *crumble* sebelum dicampurkan dengan ransum. Kepadatan ransum yang sama tidak mempengaruhi banyaknya ransum yang dikonsumsi. Wahyu (1997) menegaskan bahwa perbedaan kandungan energi ransum sebesar 100 kkal/kg dengan kandungan protein *isonitrogenous*, akan menghasilkan konsumsi ransum yang sama apabila kepadatan zat makanan dalam ransum relatif sama. Suplementasi enzim fitase, seng dan tembaga pada ransum dengan kandungan energi yang dibedakan 100 kkal/kg tidak mempengaruhi konsumsi pada kepadatan ransum yang sama.

Perlakuan suplemen memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot badan akhir, penambahan bobot badan dan konversi ransum pada ayam broiler selama periode pemeliharaan 42 hari. Bobot badan akhir ayam broiler yang mendapat ransum yang disuplementasi fitase lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak disuplementasi fitase (R6, R7, R8, R9 vs R3, R4, R5) dengan rata-rata bobot badan akhir sebesar 1,695 kg/ekor dan 1,58 kg/ekor. Fitase aktif pada ransum yang mengandung dedak 50% dengan kandungan asam fitat 3,80%. Fitase dengan tingkat penggunaan 1000 FTU/kg ransum diduga mampu melepaskan ikatan fitat dengan fosfor. Fosfor group lepas dari asam fitat sehingga lepas juga ikatan *electrostatik* dengan asam-asam amino atau dengan asam amino bebas dari residu lisin dan arginin yang terdapat pada molekul protein. Kornegay *et al.* (1996), menyatakan bahwa pencernaan asam amino terutama metionin meningkat secara linier sesuai dengan penambahan enzim fitase pada semua tingkat protein ransum ayam broiler. Biehl dan Baker (1997a), menyatakan bahwa fitase memegang peran kecil, akan tetapi signifikan berpengaruh positif terhadap ketersediaan metionin, treonin, lisin dan valin. Enzim fitase berpengaruh positif pada ketersediaan protein, dengan adanya hidrolisis asam fitat oleh enzim dan melepaskan ikatan fitat-protein-asam amino. Protein berperan sebagai penyusun jaringan tubuh dan berperan pada pertumbuhan, dengan meningkatnya ketersediaan protein maka

pertumbuhan meningkat dan berat badan akhir tinggi.

Bobot badan akhir ayam broiler yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase, Zn dan Cu lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase dan Cu (R9 vs R8) dengan rata-rata bobot badan akhir sebesar 1,86 kg/ekor dan 1,61 kg/ekor. Hubungan antagonis terjadi antara Zn dan Cu dan keadaan ini menyebabkan penyerapan mineral tidak efisien, sehingga terjadi defisiensi satu atau lebih dari suatu mineral. Defisiensi disebabkan oleh antagonis mineral Cu dan Zn dalam ransum. Kombinasi fitase dan Cu tidak menghasilkan pertumbuhan yang tinggi dibandingkan dengan kombinasi fitase, Zn dan Cu hal ini diduga adanya kelebihan Cu dalam tubuh dan berkurangnya kandungan Zn sehingga menyebabkan berkurangnya kecepatan pertumbuhan. Kombinasi Zn dan Cu yang seimbang pada ransum yang telah mendapat suplementasi fitase lebih efektif dalam meningkatkan bobot badan. Seng merupakan kofaktor pada lebih dari 70 macam enzim (Berdanier 1998), enzim tersebut banyak terlibat pada proses metabolisme dan penting untuk menjaga stabilitas dan integritas biomembran. Sebagai bagian dari sistem enzim, mineral Zn berperan banyak dalam metabolisme karbohidrat, sintesis protein, dan metabolisme asam nukleat (NRC 1994). Mineral Seng dapat memacu pertumbuhan, perbaikan performance dan meningkatkan kualitas karkas. Cu berperan dalam sistem enzim : 1) Oksidase sitokrom, berperan dalam transfer elektron selama respirasi aerob, 2) Oksidase lisil, berperan sebagai katalis pembentukan ikatan silang desmosine dalam kolagen dan elastin untuk memperkuat tulang dan jaringan ikat, 3) Seruloplasmin berperan pada penyerapan dan transfer Fe yang dibutuhkan untuk sintesis hemoglobin, 4) Tirosinase, berperan dalam memproduksi pigmen melanin, dan 5) Dismutase superoksida, berperan dalam perlindungan sel terhadap efek racun dari pengaruh metabolit oksigen yang penting dalam fungsi sel fagosit. Kombinasi fitase seng dan tembaga mampu melepaskan ikatan fitat-mineral-protein, sehingga ketersediaan hayati nutrisi, mineral seng dan tembaga menjadi tinggi, keadaan ini memberikan pengaruh terhadap aktifitas enzim pertumbuhan dan kekebalan tubuh.

Pengaruh suplementasi fitase, Zn dan Cu kedalam ransum terhadap penambahan bobot

badan tercantum pada Gambar 3. Rataan pertambahan bobot badan ayam broiler yang mendapat ransum yang disuplementasi fitase lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak disuplementasi fitase (R6,R7,R8,R9 vs R3,R4,R5) dengan rata-rata pertambahan bobot badan akhir sebesar 1,645 kg/ekor dan 1,53 kg/ekor.

Keadaan ini sesuai dengan pendapat Augspurger *et al.* (2003), yang menyatakan bahwa suplementasi fitase hasil produk komersial memberikan hasil yang lebih baik pada peningkatan pertambahan bobot badan. Enzim fitase aktif didalam saluran pencernaan unggas. Ikatan fitat dengan fosfor lepas akibat kerja enzim fitase sehingga meningkatkan ketersediaan mineral fosfor, protein dan energi. Peningkatan ketersediaan nutrisi menghasilkan pertumbuhan yang lebih tinggi. Suplementasi fitase sebesar 1000 FTU Natuphos/kg ransum mampu meningkatkan ketersediaan nutrisi sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan ayam broiler. Rataan pertambahan bobot badan akhir ayam broiler yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase, Zn dan Cu lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase dan Cu (R9 vs R8) dengan rata-rata pertambahan bobot badan akhir sebesar 1,81 kg/ekor dan 1,56 kg/ekor. Mineral Zn dan Cu apabila digabung dengan seimbang memberikan indikasi dalam perbaikan pertumbuhan. Suplementasi fitase 1000 FTU/kg ransum dengan keseimbangan ZnO (132,7 ppm) dan CuSO₄ (286,16 ppm) mampu meningkatkan pertumbuhan ayam broiler.

Konversi ransum menunjukkan efektivitas pemanfaatan ransum untuk diubah menjadi daging atau sebagai angka banding dari berat ransum yang dikonsumsi dengan berat badan yang diperoleh. Angka konversi yang baik adalah angka konversi yang rendah, dimana menunjukkan penggunaan ransum yang efisien untuk diubah menjadi daging.

Konversi ransum berbeda nyata antar perlakuan. Konversi ransum ayam broiler yang mendapat ransum yang disuplementasi fitase lebih rendah dibandingkan dengan yang tidak disuplementasi fitase (R6,R7,R8,R9 vs R3,R4,R5) dengan konversi ransum sebesar 1,95 dan 2,08. Kualitas ransum yang mendapat suplementasi fitase lebih baik dibandingkan dengan ransum tanpa fitase. Konversi ransum yang mendapat suplementasi fitase tanpa Cu lebih tinggi dibandingkan dengan yang mendapat suplementasi fitase dan Cu (R6,R7 vs R8,R9) dengan konversi ransum sebesar 2,04 dan 1,88. Konversi ransum

yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase, Zn dan Cu lebih rendah dibandingkan dengan yang mendapat ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase dan Cu (R9 vs R8) dengan konversi ransum sebesar 1,73 dan 2,02. Konversi ransum secara berurutan dari yang terbesar ke yang terkecil adalah sebagai berikut : Ransum tanpa fitase (2,08), ransum yang mendapat suplementasi fitase tanpa Cu (2,04), ransum yang disuplementasi fitase dan Cu (2,02), ransum yang disuplementasi fitase (1,95), ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase dan Cu (1,88) dan ransum kontrol negatif yang disuplementasi fitase, Zn dan Cu (1,73). Ransum yang mendapat Suplementasi fitase 1000 FTU/kg ransum dengan keseimbangan ZnO (132,7 ppm) dan CuSO₄ (286,16 ppm) merupakan ransum yang memiliki kualitas paling baik.

Kesimpulan

Suplementasi enzim fitase, seng dan tembaga pada ransum dengan kandungan energi yang dibedakan 100 kkal/kg tidak mempengaruhi konsumsi pada kepadatan ransum yang sama. Kombinasi fitase 1000 FTU/kg ransum dengan keseimbangan ZnO (132,7 ppm) dan CuSO₄ (286,16 ppm) efektif dalam meningkatkan bobot badan akhir, pertambahan bobot badan dan konversi ransum pada ayam broiler yang dipelihara selama periode pemeliharaan 42 hari.

Pengkajian lebih mendalam pada kandungan mineral organ tubuh, kandungan enzim dan hormon yang berhubungan dengan pertumbuhan perlu dilakukan guna mendapatkan hasil yang lebih baik.

Daftar Pustaka

- Augspurger. N. R., D. M. Webel., X.G. Lei and D. H. Baker. 2003. Efficacy of an E. Coli Phytase Expressed in Yeast for Releasing Phytate-Bound Phosphorus in Young Chick and Pigs. *J. Anim. Sci.* 81 : 474-483.
- Berdanier, C. D. 1998. *Advanced Nutrition Microelement*. Boca Raton, Boston, London, New York, Washington DC : CRC Press. Pp. 143-150 ; 194-207.
- Biehl, R. R., and D. H. Baker. 1997a. Microbial Phytase Improves Amino Acid Utilization in Young Chicks Fed Diets Based on Soybean Meal but not Diets Based on Peanut Meal. *Poult. Sci.* 76 : 355-360.
- Church, D. C. and W. G. Pond. 1988. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 3rd ED. New York : John Wiley and Son.

- Harmon, R. J. and P.M. Torre. 1997. "Economic Implication of Copper and Zinc Proteinates : Role in Mastitis Control". In : *Biotechnology in The Feed Industry*. Ed. Lyon T.P and K. A. Jacques. Pp419-430, Nottingham University Press.
- Kornegay, E.T., D. M. Denbow, Z. Yi and V. Ravindran. 1996. Response of Broiler to Graded Levels of Natuphos Phytase added to Corn-Soybean Meal- Based Diets Containing Three Levels of Non Phytate Phosphorus. *Brit. J. Nutr.* 75: 839-852.
- Larvor, P. 1983. The Pools of Cellular Nutrients: Mineral. In: *Dynamic Biochemistry of Animal Production*. P.M. Riss. Ed. Elsevier, Amsterdam.
- Morris, E.R. and Ellis, R. 1980. Effect of Dietary Phytate/Zinc Molar Ratio on Growth and Bone of Rats Fed Semipurified Diets. *J. Nutr.* 110, 1037-1045.
- National Research Council. 1994. Nutrient Requirement of poultry. Ninth Revised Edition. National Academy Press, Washington, D. C.
- Piliang, W. G. 2000. *Nutrisi Mineral*. Edisi ke 4. Penerbit IPB (IPB Press), Bogor.
- SPS (Berita Sanitary dan Phytosanitary). Juli 2002. Pemerintah Indonesia Lewat Direktorat Jenderal Peternakan Departemen Pertanian, merencanakan melarang penggunaan non-natural Hormonal Growth Promotor (HGP) pada hewan produktif dan produknya yang masuk ke Indonesia. G/SPS/N/MEX/189.
- Traylor, S. L., G. L. Cromwell. M. D. Lindermann, and D. A. Kuabe. 2001. Effects of Levels of Supplemental Phytase on Ileal Digestibility of Amino Acid, Calcium and Phosphorus in Dehulled Soybean Meal for Growing Pigs. *J. Anim. Sci.* 79: 2634.
- Van Campen, D. R. 1969. Copper interference with the intestinal absorption of Zinc-65 by rats. *J. Nutr.* 97:104-108.