

PENGGUNAAN BATUAN FOSFAT NDCP (NATURAL DEFLUORINATED CALCIUM PHOSPHATE) SEBAGAI PENGGANTI DICALCIUM PHOSPHATE DALAM RANSUM AYAM BROILER

A.P. SINURAT, R. DHARSANA, T. PASARIBU, T. PANGGABEAN, dan A. HABIBIE

Balai Penelitian Ternak
P.O. Box 221, Bogor 16002, Indonesia

(Diterima dewan redaksi 30 Agustus 1995)

ABSTRACT

SINURAT, A.P., R. DHARSANA, T. PASARIBU, T. PANGGABEAN, and A. HABIBIE. 1995. The utilization of NDCP (natural defluorinated calcium phosphate) in broiler ration as compared with dicalcium phosphate. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 1 (1): 21-25.

An experiment was conducted to study the utilization of local rock phosphate or natural defluorinated calcium phosphate (NDCP) as phosphorus source for broilers by using the imported dicalcium phosphate (DCP) as a reference. The study was designed by formulating 6 experimental diets which consist of 2 phosphorus sources (DCP dan NDCP) and 3 dietary total P levels (0.55; 0.65 and 0.75%). Each diet was fed to 60 chickens (10 replicates with 6 birds each) from three day old to 6 weeks of age. Parameters observed were feed consumption, body weight gain, mortality, Ca and P retention, and ash content of tibia bones. Results showed that dietary phosphorus levels (0.55 to 0.75%) did not significantly affect body weight gain, feed consumption, and mortalities. However, better feed conversion ratio was obtained when dietary phosphorus level was 0.55%. The NDCP treated birds could significantly gain heavier weight compared with those received DCP, although this improvement was also followed by an increase in the feed consumption. The relative biological value of phosphorus in NDCP was 101%. It is concluded that NDCP can be used in broilers diet to replace DCP as phosphorus source.

Key words : Rock phosphate, NDCP, broiler

ABSTRAK

SINURAT, A.P., R. DHARSANA, T. PASARIBU, T. PANGGABEAN, dan A. HABIBIE. 1995. Penggunaan batuan fosfat NDCP (natural defluorinated calcium phosphate) sebagai pengganti dicalcium phosphate dalam ransum ayam broiler. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 1 (1): 21-25.

Suatu percobaan telah dilakukan untuk mengetahui kemungkinan penggunaan batuan fosfat lokal-natural defluorinated calcium phosphate (NDCP) dalam ransum ayam broiler sebagai sumber fosfor untuk menggantikan dicalcium phosphate (DCP). Penelitian ini dilakukan dengan menyusun 6 ransum perlakuan yang merupakan faktorial dua sumber fosfor (DCP dan NDCP) dan tiga kadar fosfor total dalam ransum (0,55; 0,65 dan 0,75%). Setiap ransum diberikan pada 60 ekor ayam broiler (10 ulangan dengan masing-masing ulangan 6 ekor) dari umur 3 hari hingga umur 6 minggu. Pengamatan yang dilakukan adalah bobot badan, konsumsi ransum, mortalitas, retensi Ca dan P, serta kadar abu tulang tibia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat fosfor yang diuji tidak berpengaruh nyata terhadap penambahan bobot badan, mortalitas, dan konsumsi ransum, tetapi nilai konversi ransum lebih baik pada kadar fosfor ransum 0,55%. Ayam yang mendapat fosfor dari NDCP menunjukkan penambahan bobot badan yang nyata lebih tinggi dibandingkan dengan ayam yang mendapat fosfor dari DCP, tetapi juga diikuti dengan peningkatan konsumsi ransum. Nilai biologi relatif NDCP dalam ransum ayam broiler adalah 101%. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa NDCP dapat mensubstitusi DCP dalam ransum ayam broiler.

Kata kunci : Batuan fosfat, NDCP, broiler

PENDAHULUAN

Fosfor (P) merupakan salah satu mineral makro yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan dan produksi telur pada ayam. Fosfor dan kalsium (Ca) merupakan bahan pembentuk utama tulang dan juga sangat dibutuhkan hampir dalam setiap proses metabolisme dalam tubuh. Fosfor memegang peranan penting dalam metabolisme energi, karbohidrat, asam amino dan lemak. Di samping itu, fosfor juga merupakan bagian penting dari asam nukleat - DNA dan RNA. Defisiensi fosfor yang hebat dalam ransum mengakibatkan penurunan nafsu makan yang diikuti dengan melemahnya tubuh dan akhirnya mati, sedangkan defisiensi ringan

akan mengakibatkan kelumpuhan dan pertumbuhan yang lambat (SCOTT *et al.*, 1976). Kelebihan fosfor dalam ransum selain merugikan peternak juga dapat menjadi sumber polusi lingkungan (HERSTAD, 1992).

Kebutuhan fosfor dipenuhi dengan mencampur bahan-bahan yang mengandung fosfor dalam ransum. Meskipun fosfor terdapat dalam bahan pakan nabati yang umum digunakan dalam ransum seperti jagung, dedak, dan bungkil kedelai, namun ketersediaan fosfor dari bahan tersebut hanyalah sekitar 30%. Sekitar duapertiga dari fosfor dalam bahan pakan nabati ada dalam senyawa phytin, sehingga tidak dapat digunakan oleh unggas (HOPKINS *et al.*, 1989). Oleh karena itu, kadar fosfor dalam ransum biasanya dicukupi dengan

menggunakan bahan pakan hewani (tepung ikan, tepung tulang) atau dari mineral/batuan fosfat.

Meskipun umumnya dikemukakan bahwa fosfor tersedia dalam mineral/batuan fosfat sebesar 100%, beberapa pengujian menunjukkan bahwa nilai biologis batuan fosfat (diukur berdasarkan pertumbuhan tulang pada ayam) sangat bervariasi (SCOTT *et al.*, 1976).

Dalam praktek penyusunan ransum ayam ras, yang sering digunakan sebagai sumber fosfor adalah dicalcium phosphate (DCP). Kebutuhan DCP dalam negeri sampai saat ini masih dipenuhi dengan mengimpor dari luar negeri. Batuan fosfat yang ditemukan di dalam negeri mempunyai kandungan fluor (F) dan cadmium (Cd) yang rendah. Kadar F dan Cd sering menjadi pertimbangan utama untuk penggunaan batuan fosfat dalam ransum unggas. Menurut SCHAIBLE (1979), kandungan F dalam batuan fosfat mentah mencapai 3,5%, sedangkan batas penggunaan F dalam ransum adalah 0,036 - 0,072% atau 2 ppm dalam air minum (EWING, 1967). Kadar F yang tinggi dalam ransum menimbulkan penurunan nafsu makan dan hilangnya koordinasi (SCHAIBLE, 1979). Oleh karena itu, sebelum batuan fosfat lokal (NDCP) digunakan secara meluas, perlu dilakukan pengujian biologis untuk mengetahui penampilan unggas yang diberi bahan tersebut melalui perbandingan dengan bahan yang umum digunakan (DCP), seperti dilakukan dalam penelitian ini. Dengan pemanfaatan batuan fosfat produk dalam negeri sebagai sumber fosfor dalam ransum ayam, maka diharapkan dapat menekan biaya ransum dan menghemat devisa negara.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Balai Penelitian Ternak - Ciawi. Sebanyak 400 ekor DOC ayam broiler (galur Hybro) dibagi ke dalam 60 kandang percobaan berlantai kawat (masing-masing 6 ekor/kandang, yang terdiri dari 3 ekor jantan dan 3 ekor betina). Semua ayam dipelihara dalam satu bangunan kandang yang dilengkapi dengan lampu pemanas. Semua ayam diberi ransum broiler komersial selama 3 hari pertama, sebelum diberi ransum perlakuan. Pada umur 3 hari setiap 10 kandang anak ayam diberi salah satu dari enam ransum percobaan.

Enam jenis ransum starter dan 6 ransum finisher disusun untuk percobaan ini. Semua ransum starter diberikan hingga umur 3 minggu pertama dengan kandungan energi metabolis 3.200 Kkal/kg, protein

kasar 22,9% dan Ca 1,0% (Tabel 1), sedangkan ransum finisher diberikan tiga minggu kemudian dengan kandungan energi metabolis 3.100 Kkal/kg, protein kasar 20% dan Ca 0,95% (Tabel 2). Keenam jenis ransum (starter dan finisher) disusun hingga mempunyai tiga kadar fosfor total yang berbeda (0,55; 0,65 dan 0,75%) dengan dua sumber fosfor yang berbeda (dicalcium phosphate - DCP dan batuan fosfat natural defluorinated calcium phosphate - NDCP). Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak lengkap pola faktorial 3 x 2. Faktor pertama adalah kadar fosfor total dalam ransum dan faktor kedua adalah sumber fosfor. Masing-masing perlakuan terdiri dari 10 ulangan (kandang). DCP yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan impor yang berasal dari Cina. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa kandungan Ca dan P dari DCP yang digunakan masing-masing adalah 24,0% dan 17,5%, sedangkan NDCP adalah 33,7% dan 16,0%.

Selama penelitian dilakukan pengamatan terhadap pertambahan bobot badan, konsumsi ransum, efisiensi penggunaan ransum atau nilai konversi ransum, dan retensi kalsium dan fosfor. Pada akhir penelitian seekor ayam dari setiap kandang dipotong untuk pengukuran persentase karkas, sedangkan tulang tibianya diambil untuk pengukuran kadar abu.

Tabel 1. Susunan ransum penelitian - periode starter ayam broiler

	DCP			NDCP		
	0,55	0,65	0,75	%P		
	0,55	0,65	0,75	0,55	0,65	0,75
Bahan (%):						
Tepung ikan	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Tepung kapur	1,41	1,01	0,61	1,20	0,59	0,10
Jagung	51,06	50,69	50,32	51,39	51,35	51,07
DL Methionine	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Garam	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Bungkil kedelai	36,69	36,76	36,83	36,62	36,63	36,68
Minyak	5,60	5,72	5,84	5,49	5,51	5,60
Premix 2A	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
DCP	0,58	1,15	1,72	-	-	-
NDCP	-	-	-	0,63	1,25	1,88
Total	100	100	100	100	100	100
Kandungan gizi:						
Energi M (Kkal/kg)	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200	3.200
Protein (%)	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9	22,9
	(22,9)	(24,0)	(23,66)	(23,9)	(24,5)	(23,6)
Metionin (%)	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Lisin (%)	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
Ca (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	(0,84)	(1,0)	(0,84)	(0,83)	(0,83)	(0,94)
Total P (%)	0,55	0,65	0,75	0,55	0,65	0,75
	(0,60)	(0,69)	(0,77)	(0,59)	(0,67)	(0,75)

Keterangan:

Angka dalam kurung adalah hasil analisis laboratorium

Tabel 2. Susunan ransum penelitian - periode finisher ayam broiler

	DCP			%P	NDCP				
	0,55	0,65	0,75		0,55	0,65	0,75		
Bahan (%) :									
Tepung ikan	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93	4,93		
Tepung kapur	1,12	0,76	0,40	0,93	0,37	0,0			
Jagung	64,13	63,69	63,25	64,42	64,27	63,74			
DL Methionine	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15			
Garam	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20			
Bungkil kedelai	26,57	26,66	26,74	26,51	26,54	26,64			
Minyak	2,07	2,21	2,36	1,97	2,02	2,19			
Premix 2A	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25			
DCP	0,58	1,15	1,73	-	-	-			
NDCP	-	-	-	0,63	1,26	1,89			
Total	100	100	100	100	100	100			
Kandungan gizi:									
Energi M (Kkal/kg)	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100			
Protein (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0			
	(17,4)	(18,2)	(18,6)	(17,6)	(18,29)	(17,3)			
Metionin (%)	0,51	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6			
Lisin (%)	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09			
Ca (%)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1,0			
	(0,77)	(0,87)	(0,79)	(0,75)	(0,79)	(0,74)			
Total P (%)	0,55	0,65	0,75	0,55	0,65	0,75			
	(0,67)	(0,82)	(0,91)	(0,72)	(0,76)	(0,79)			

Keterangan :

Angka dalam kurung adalah hasil analisis laboratorium

Pengukuran retensi Ca dan P dilakukan setelah ayam berumur 6 minggu, dengan metode koleksi total. Duabelas kandang metabolisme diisi dengan 4 ekor (2 jantan + 2 betina) ayam tiap kandang. Empat kandang diberi ransum basal, 4 kandang diberi ransum DCP dan 4 kandang diberi ransum NDCP. Ransum basal terdiri dari: jagung 65,9%, bungkil kedelai 30,45%, gula 2%,

minyak sayur 1,06%, vitamin-mineral premix 0,25%, garam 0,2%, dan DL-methionine 0,14%. Ransum DCP dan NDCP sama dengan ransum basal kecuali 2% gula diganti 2% DCP atau 2% NDCP. Ransum diberikan selama seminggu dan ekskretanya ditampung selama 4 hari terakhir. Perhitungan daya cerna mengikuti cara perhitungan energi metabolisme seperti diuraikan oleh SINURAT *et al.* (1992). Data yang diperoleh diolah dengan analisis sidik ragam yang dilanjutkan dengan uji "least significant difference" (LSD), seperti diuraikan oleh STEEL dan TORRIE (1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ringkasan data penampilan ayam broiler selama penelitian disajikan dalam Tabel 3.

Konsumsi ransum selama penelitian tidak nyata dipengaruhi oleh kadar P dalam ransum, akan tetapi nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh sumber fosfor. Konsumsi ransum dari ayam yang diberi NDCP nyata lebih tinggi daripada konsumsi ayam yang diberi DCP. Bobot badan pada akhir percobaan dan pertambahan bobot badan selama percobaan tidak nyata dipengaruhi oleh kadar P dalam ransum, akan tetapi nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh sumber P. Ayam yang diberi ransum dengan NDCP sebagai sumber P mempunyai bobot badan dan pertambahan bobot badan yang nyata lebih tinggi daripada yang diberi DCP. Keunggulan pertambahan bobot badan dengan ransum NDCP merupakan refleksi dari peningkatan konsumsi ransum pada perlakuan ini.

Table 3. Penampilan ayam pedaging yang diberi dicalcium phosphate (DCP) atau natural defluorinated calcium phosphate (NDCP)

Parameter	DCP			NDCP			Tarf nyata		
	0,55	0,65	0,75	0,55	0,65	0,75	Sumber	Kadar	SK
Bobot awal (g)	47,8	47,6	47,9	47,7	48,1	48,2	TN	TN	TN
Bobot 6 mg (g)	1.750	1.729	1.719	1.781	1.787	1.760	*	TN	TN
Pertambahan									
bobot badan (g)	1.702	1.682	1.671	1.734	1.739	1.712	*	TN	TN
Konsumsi (g)	3.210	3.251	3.296	3.288	3.394	3.357	*	TN	TN
Konversi pakan (g pakan/g pbb)	1,89	1,93	1,97	1,90	1,95	1,96	TN	*	TN
Karkas (%)	72,3	74,2	71,9	73	71,8	72,3	TN	TN	TN
Lemak abdomen (%)	2,22	2,39	2,2	2,64	2,83	2,37	TN	TN	TN
Lemak abdomen (g)	27,8	28,85	28,35	33,3	36,8	29,8			
Mortalitas (%)	5	0	1,67	0	0	0	TN	TN	TN
Abu tibia (%)	41,2	39,5	42,4	41,3	41,3	40,4	TN	TN	TN

Catatan: * = Berbeda nyata pada $P < 0,05$; TN = Tidak nyata

Nilai konversi pakan (sebagai ukuran efisiensi penggunaan pakan) selama penelitian tidak nyata dipengaruhi oleh interaksi antara sumber dan kadar P, dan oleh sumber P dalam ransum. Akan tetapi, nyata ($P < 0,05$) dipengaruhi oleh kadar P dalam ransum. Nilai konversi pakan pada ransum yang mempunyai kadar P 0,55% nyata lebih baik daripada yang mempunyai kadar P lebih tinggi (0,65 dan 0,75%).

Persentase karkas dan lemak abdomen yang diukur pada akhir penelitian tidak nyata dipengaruhi oleh sumber fosfor, kadar fosfor dan interaksinya. Demikian juga halnya dengan mortalitas selama penelitian tidak dipengaruhi oleh sumber P, kadar P, dan interaksinya.

Hasil penelitian PERNEY *et al.* (1993) menunjukkan bahwa peningkatan kadar fosfor tersedia dalam ransum (dari 0,21% menjadi 0,45%) dapat meningkatkan konsumsi ransum, penambahan bobot badan, kadar abu tibia, dan kekuatan tulang tibia, serta memperbaiki konversi pakan. Hal ini mungkin terjadi karena batas terendah kadar P yang diuji sudah jauh di bawah batas minimum kebutuhan ayam pedaging (0,40%).

Deposisi mineral dalam tulang tibia sering digunakan sebagai indikator dalam menentukan ketersediaan biologi dari suatu bahan pakan sumber fosfor. Pengukuran deposisi mineral ini dapat dilakukan dengan mengukur kadar abu tulang tibia atau kekuatan tulang (dengan alat 'bone densitometre'). Salah satu dari kedua metode ini dapat digunakan karena mempunyai hasil yang sama (AKPE *et al.*, 1987). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar abu tulang tibia ayam broiler tidak berbeda nyata baik akibat pemberian sumber fosfor (DCP vs. NDCP) maupun akibat kadar fosfor yang diuji (Tabel 3).

Apabila dilakukan perhitungan dengan asumsi bahwa ketersediaan fosfor dalam DCP adalah 100%, maka jumlah fosfor yang tersedia masing-masing dalam ransum 1 (P total 0,55%) adalah 0,31-0,34%, ransum 2 (P total 0,65%) adalah 0,42- 0,44% dan ransum 3 (P total 0,75%) adalah 0,52 - 0,54%. Rekomendasi NRC (1984) tentang kebutuhan fosfor tersedia untuk ayam broiler adalah 0,40 - 0,45%. Oleh karena itu, ransum 2 dapat, dianggap sebagai standar untuk perbandingan dengan ransum lain. Bila hasil yang diperoleh dari ransum 2 dianggap 100%, maka terlihat bahwa nilai biologis (berdasarkan penambahan bobot badan, konversi pakan, dan kadar abu tulang tibia) batuan fosfat lokal (NDCP) adalah sama dengan nilai biologis DCP (Tabel 4).

Tabel 4. Perbandingan relatif antara DCP dengan NDCP pada ayam broiler

Parameter	Sumber fosfor (P)							
	DCP				NDCP			
	0,55	0,65	0,75	Rataan	0,55	0,65	0,75	Rataan
Pertambahan BB	101	100	99	100	103	103	102	103
Konversi pakan	102	100	98	100	102	99	98	100
Persen abu tibia	105	100	107	104	105	105	102	104
Rataan	101	100	103	101	102	103	102	102

Uji retensi Ca dan P yang dilakukan pada ayam setelah umur 6 minggu menunjukkan bahwa ransum dengan 2% DCP mempunyai retensi Ca 57,4% dan P 46,6%, sedangkan ransum dengan 2% NDCP mempunyai retensi Ca 65,7% dan P 53,2%. Bila Ca dan P dalam DCP masing-masing tersedia 100%, maka Ca dan P tersedia dalam NDCP masing-masing adalah 114%. Nilai yang diperoleh dari pengujian retensi Ca dan P dan nilai yang diperoleh berdasarkan data penampilan ternak (Tabel 4) menunjukkan bahwa ketersediaan P dari NDCP sama atau lebih tinggi sedikit daripada DCP yang digunakan.

Dalam pengujian biologis tentang ketersediaan fosfor dalam satu bahan pada unggas biasanya dilakukan perbandingan dengan suatu sumber fosfor standar, yaitu monocalcium phosphate atau dicalcium phosphate. Dengan menggunakan monocalcium phosphate sebagai standar, POTTER (1988) memperoleh nilai biologi relatif fosfor dalam dicalcium phosphate (95-105%) dan defluorinated phosphate (103%) yang tidak berbeda dengan monocalcium phosphate, sedangkan batuan phosphate Curacao mempunyai nilai biologi yang sangat rendah (55%).

SULLIVAN *et al.* (1992) membandingkan nilai biologi relatif antara monocalcium phosphate (MDCP), dimonocalcium phosphate (DMCP) dan defluorinated phosphate (DFP) dari berbagai negara dengan menggunakan calcium phosphate sebagai standar. Nilai biologi relatif untuk MDCP Amerika (USA) berkisar antara 94,7-100%, sedangkan DMCP USA berkisar antara 93,4-99,7%, DMCP Aljazair 100,2%, DMCP Peru antara 75-97,2%, DMCP Belanda 91,3%, DMCP Afrika Selatan 96,3%, dan DFP USA berkisar antara 89,6-95,6%, DFP Polandia 97,2%, DFP Rusia 75-79,2%, dan DFP Jepang 95,8%.

SCONBERG *et al.* (1988) membandingkan sumber fosfor yang berbeda (reagent grade dicalcium phosphate, feed grade dicalcium phosphate dan tricalcium phosphate) dengan menggunakan NaH_2PO_4 sebagai

standar. Nilai biologi relatif ketiga sumber fosfor tersebut masing-masing adalah 93, 72 dan 45%.

KESIMPULAN

Penggunaan natural defluorinated calcium phosphate (NDCP) dalam ransum ayam pedaging dapat menggantikan dicalcium phosphate (DCP), tanpa pengaruh negatif, sedangkan nilai biologi relatif fosfor dalam NDCP adalah 101% bila dibandingkan dengan DCP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada P.T. Istana Kanematsu Indonesia - Jakarta atas terlaksananya kerjasama penelitian ini dan dana yang disediakan untuk itu. Kepada Kepala Balai Penelitian Ternak juga diucapkan terima kasih atas bantuan dan dukungannya dalam pelaksanaan kegiatan dan pelaporan ini. Kepada Sdr. Kadiran, Ida Farida dan semua staf/karyawan program ayam, Sdr. Witha dan Haspami (mahasiswa UNAS - Jakarta) juga diucapkan terima kasih atas bantuan teknis yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- AKPE, M.P., P.E. WAIBEL, K. LARNTZ, A.L. METZ, S.L. NOLL, and M.M. WALSER. 1987. Phosphorus availability bioassay using bone ash and bone densitometry as response criteria. *Poult. Sci.* 66:713-720.
- EWING, W.R. 1967. *Poultry Nutrition*. W. Ray Ewing Pub. California.
- HERSTAD, O. 1992. Reduced phosphorus allowance in rearing and laying hen feed. *Proceedings XIX World's Poultry Congress*. Vol. 2. pp. 248 - 249. WPSA, Amsterdam.
- HOPKINS, J.R., A.J., BALLANTYNE, and J.L.O. JONES. 1989. Dietary phosphorus for laying hen. *In: Recent Developments in Poultry Nutrition* (D.J.A. Cole and W. Haresign, Eds.). Butterworths, London. pp. 231-238.
- NRC. 1984. *Nutrient Requirement of Poultry*. 8th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- PERNEY, K.M., A.H. CANTOR, M.L. STRAW, and K.L. HERKELMAN. 1993. The effect of dietary phytase on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poult. Sci.* 72:2106 - 2114.
- POTTER, L.M. 1988. Bioavailability of phosphorus from various phosphate based on body weight and toe ash measurements. *Poult. Sci.* 67:96 - 102.
- SCHAIBLE, P.J. 1979. *Poultry Feeds and Nutrition*. The Avi Pub.Co. Inc., Westport, Connecticut.
- SCONBERG, S., B.J. JOHNSTONE, and K.C. KLASING. 1988. Comparison of phosphorus availability of feed and reagent-grade sources. *Poult. Sci.* 67 (Suppl. 1):152.
- SCOTT, M.L., M.C. NESHEIM, and R.J. YOUNG. 1976. *Nutrition of the Chicken*. Second ed. M.L. Scott & Assoc. Ithaca, New York.
- SINURAT, A.P., K. ZULKARNAIN, and J. BESTARI. 1992. A method of measuring metabolizable energy of feedstuffs for ducks. *Ilmu dan Peternakan* 5 (1): 28-30.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd ed. McGraw-Hill Book Co.
- SULLIVAN, T.W., J.H. DOUGLAS, N.J. GONZALEZ, and P.L. BOND JR. 1992. Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water, dilute hydrogen chloride, dilute citric acid, neutral ammonium citrate. *Poult. Sci.* 71:2065-2074.