



**PENGARUH PENAMBAHAN ASAM SITRAT DALAM
RANSUM SEBAGAI *ACIDIFIER* TERHADAP RETENSI KALSIMUM DAN
FOSFOR ITIK JANTAN LOKAL**
*(The Effect of Citric Acids Addition in Diets as Acidifier on Calcium and Phospor
Retention of The Local Male Ducks)*

S. A. Yendy, I. Mangisah dan B. Sukamto*

Program Studi S-1 Peternakan

Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang

*fp@undip.ac.id

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan asam sitrat terhadap retensi kalsium dan fosfor pada ransum itik jantan lokal. Penelitian ini menggunakan 80 ekor itik jantan lokal umur 8 minggu dengan rata-rata bobot badan $1221,17 \pm 38,43$ g. Ransum basal diformulasi dari jagung kuning, dedak halus, nasi aking, bungkil kedelai, tepung ikan dan mineral. Perlakuan yang diberikan adalah penambahan asam sitrat pada T0= 0 g/0% asam sitrat, T1= 1 g/0,67% asam sitrat/ ekor/ hari, T2= 2 g/1,33% asam sitrat/ ekor/ hari dan T3= 3 g/2,00% asam sitrat/ ekor/hari. Parameter yang diamati meliputi konsumsi ransum, konsumsi kalsium dan fosfor, retensi kalsium dan fosfor dan bobot badan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan analisis data menggunakan sidik ragam pada taraf 5 %, jika ada pengaruh yang signifikan dilakukan Uji Jarak Berganda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat dalam ransum itik jantan lokal berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap retensi kalsium dan retensi fosfor, akan tetapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) pada konsumsi ransum, konsumsi kalsium dan fosfor serta bobot badan itik jantan lokal.

Kata kunci: asam sitrat; itik jantan lokal; retensi; kalsium; fosfor

ABSTRACT

The aim of this research was to study the effect of citric acids addition on calcium and phosphor retention of the local male ducks diets. This experiment was conducted using 80 local male ducks at 8 weeks with average live weight $1221,17 \pm 38,43$ g. Basal diets were formulated from yellow corn, rice brand, parched rice, soybean meal, fish meal and mineral. The treatment was added citric acids at level T0= 0 g or 0% ; T1= 1 g or 0,67 ; T2= 2 g or 1,33% and T3= 3 g or 2,00%. The parameters of the research were feed consumption, calcium and phosphor consumption, calcium and phosphor retention, and body weight. Research design used was Completely Randomized Design (CDR) with 4 treatments and 5 replications. Analyzed data was using Analysis of variance in 5% level, if there were significant effect would be tested by Duncan's Multiple Range Test Method. The result showed that citric acids addition in local male ducks diets were different significantly ($P < 0,05$) on calcium and phosphor retention, mean while were not different significantly ($P > 0,05$) on feed consumption, calcium and phosphor consumption, and body weight of local male ducks.

Keyword: citric acid; local male ducks; retention; calcium; phosphor

PENDAHULUAN

Itik merupakan salah satu jenis ternak unggas yang memiliki peranan sangat besar, baik bagi peningkatan pangan bergizi tinggi maupun peningkatan pendapatan masyarakat. Populasi itik di Jawa Tengah pada tahun 2012 sebesar 5.713.260 ekor (Deptan, 2013). Populasi itik semakin bertambah setiap tahunnya, terdapat permasalahan yang sering menjadi kendala dalam pengembangannya yaitu pakan. Itik dengan sistem pemeliharaan intensif menghasilkan produktivitas cukup tinggi, tetapi biaya pakan juga meningkat hingga 60-80% dari seluruh biaya produksi (Lasmini dan Heriyati, 1992). Berhubung biaya ransum cukup tinggi, banyak peternak memanfaatkan dedak padi sebagai penyusun utama ransum dengan jumlah mencapai 30%. (Hsu *et al.*, 2000).

Dedak padi mengandung fitat dan serat kasar yang tinggi (Annison *et al.*, 1995). Serat kasar pada unggas tidak tercerna secara keseluruhan, tingginya serat kasar dalam ransum dapat menurunkan nilai pencernaan dan dapat menurunkan produktivitas ternak. Kandungan fosfor dedak padi 1,44% yang diantaranya terikat dalam bentuk fitat yang mencapai 80% (Halloran, 1980). Asam fitat akan membentuk garam yang tidak larut apabila asam fitat tersebut berikatan dengan fosfor dan mineral lain sehingga mineral-mineral tersebut tidak dapat diserap oleh usus. Senyawa fitat-mineral yang tidak larut dapat menyebabkan penurunan ketersediaan mineral (Kornegay, 2001).

Salah satu upaya untuk meningkatkan penyerapan mineral khususnya kalsium fosfor dalam ransum itik yaitu dengan penambahan asam sitrat pada ransum. Asam sitrat yang ditambahkan didalam ransum mengikat fitat, karena asam sitrat merupakan asam organik yang bermanfaat sebagai *acidifier* yang berperan untuk mengasamkan pencernaan sehingga mempengaruhi pH saluran pencernaan, laju digesta serta mengurangi bakteri pathogen yang berdampak positif terhadap peningkatan nilai pencernaan. Penelitian Rafacz *et al.* (2005), menyatakan bahwa asam sitrat yang dikombinasikan dalam 2 - 6 % ransum mampu meningkatkan pemanfaatan fitat-P pada ayam pedaging *Acidifier* merupakan asam organik yang bermanfaat dalam preservasi dan memproteksi pakan dari perusakan oleh mikrobia dan fungi namun juga berdampak langsung terhadap mekanisme perbaikan pencernaan pakan pada ternak (Theo, 1998).

Pakan yang mengandung kalsium dan fosfor yang berikatan dengan asam fitat dapat menyebabkan fosfor dan beberapa nutrien lain sukar diserap usus halus. Penggunaan asam sitrat sebagai *acidifier* mampu meningkatkan penyerapan mineral. Deepa *et al.* (2011) melaporkan bahwa ayam pedaging yang diberi pakan yang mengandung asam sitrat

menunjukkan peningkatan penyerapan fosfor dalam usus halus dibandingkan dengan ayam yang diberi pakan tidak mengandung asam sitrat. Fitat dalam bentuk asam maupun garam fitat merupakan bentuk utama simpanan fosfor yang terdapat pada lapisan luar butir-butiran. Telah terbukti bahwa asam fitat dalam ransum nyata dapat menurunkan rataan akumulasi dan retensi Ca, Fe, Cu, Mn, dan Zn (Graf, 1983).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan asam sitrat terhadap ketersediaan kalsium dan fosfor pada ransum itik jantan lokal. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan asam sitrat terhadap retensi kalsium dan fosfor pada ransum itik jantan lokal. Hipotesis penelitian ini adalah penambahan asam sitrat memberikan pengaruh terhadap retensi kalsium dan fosfor pada ransum itik jantan lokal.

MATERI DAN METODE

Materi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November sampai dengan bulan Desember 2012. Analisis retensi kalsium dan fosfor dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah 80 ekor itik jantan lokal umur 8 minggu dengan rata-rata bobot badan $1221,17 \pm 38,43$ g. Bahan pakan yang digunakan antara lain jagung kuning, nasi aking, dedak halus, bungkil kedelai, tepung ikan, dan mineral mix. Perlengkapan dan peralatan yang digunakan antara lain kandang *litter* dengan ukuran masing-masing flock 1 x 1 m, tempat pakan dan minum, timbangan digital kapasitas 5 kg dengan ketelitian 0,1 g dan kapasitas 100 g dengan ketelitian 0,01 g. Nampan dan plastik yang dibutuhkan untuk menampung ekskreta. Kandang yang menggunakan kandang individual dengan ukuran 30 x 40 cm, tempat pakan, dan tempat minum. Komposisi bahan pakan dan kandungan nutrisi ransum perlakuan disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Ransum

Bahan Pakan	Komposisi (%)
Jagung	48
Dedak Halus	22
Nasi Aking	10
Bungkil Kedelai	12
Tepung Ikan	7,2
Mineral Mix	0,8
Total	100

Tabel 2. Kandungan Nutrien Ransum

Kandungan Nutrien	Komposisi
Energi Metabolis (kkal/kg)	2920
Protein Kasar (%)	16,27
Lemak Kasar (%)	5,94
Serat Kasar (%)	5,70
Kalsium (%)	0,99
Fosfor (%)	0,52

Keterangan : Hasil analisis di Lab. Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Undip.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, tahap perlakuan dan tahap pengambilan data. Tahap persiapan meliputi persiapan kandang, pengadaan perlengkapan pemeliharaan, penyusunan ransum, pengadaan bahan pakan, dan itik lokal. Persiapan kandang dimulai dengan pembuatan kandang yang dibuat menjadi 20 petak masing-masing dengan ukuran 1x1 meter. Pembersihan kandang dan melakukan fumigasi terlebih dahulu dengan menyemprotkan desinfektan pada kandang dan lingkungan kandang. Setiap petak berisi 4 ekor itik yang dilengkapi dengan tempat pakan dan tempat minum.

Tahap perlakuan dimulai dengan menimbang itik untuk mengetahui bobot badan. Penyesuaian lingkungan dan adaptasi pakan dilakukan selama minggu. Pemberian ransum perlakuan selama 4 minggu. Perlakuan yang diberikan adalah T0 = ransum perlakuan, T1 = ransum perlakuan dengan penambahan 1 g asam sitrat, T2 = ransum perlakuan dengan penambahan 2 g asam sitrat, dan T3 = ransum perlakuan dengan penambahan 3 g asam sitrat. Penambahan asam sitrat ke dalam ransum dilakukan dengan cara mencampurkan asam sitrat ke dalam 40% ransum yang akan diberikan dalam satu hari dan diberikan kepada itik pada pagi hari.

Tahap pengambilan data meliputi pengukuran konsumsi ransum, pertambahan bobot badan, dan total koleksi ekskreta. Pengukuran konsumsi ransum dihitung setiap hari, penimbangan bobot badan dilakukan setiap minggu sekali untuk mengetahui pertambahan bobot badan. Penampungan ekskreta dilakukan dengan menampung ekskreta selama 24 jam dalam nampan yang dilapisi plastik pada tiap kandang individu. Ekskreta yang sudah masuk dalam wadah disemprot dengan HCl 0,1 N. Demikian seterusnya selama 3 hari. Ekskreta hasil total koleksi selanjutnya dikeringkan, dan dilakukan analisis.

Retensi kalsium dan fosfor dihitung dengan rumus (Scholz-Aherns *et al.*, 2007) sebagai berikut:

Retensi Ca (g) = konsumsi Ca (g) – ekskresi Ca (g)
 Retensi P (g) = konsumsi P (g) – ekskresi P (g)

Keterangan :

Konsumsi Ca = total konsumsi ransum x % kadar Ca ransum.
 Ekskresi Ca = total ekskreta x % kadar Ca ekskreta.
 Konsumsi P = total konsumsi ransum x % kadar P ransum.
 Ekskresi P = total ekskreta x % kadar P ekskreta.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL), dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Apabila terdapat pengaruh nyata antar perlakuan ($P < 0,05$), dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan. Perlakuan yang diberikan selama penelitian adalah :

- T0 : ransum tanpa penambahan asam sitrat.
- T1 : ransum dengan penambahan 1 g asam sitrat.
- T2 : ransum dengan penambahan 2 g asam sitrat.
- T3 : ransum dengan penambahan 3 g asam sitrat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 3. Menunjukkan hasil analisis konsumsi ransum, konsumsi kalsium konsumsi fosfor, retensi kalsium dan fosfor serta bobot badan itik jantan lokal. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat pada ransum tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi ransum, kalsium, fosfor dan bobot badan itik jantan lokal.

Tabel 3. Konsumsi Ransum, Kalsium dan Fosfor, Retensi Kalsium dan Fosfor, Bobot Badan pada setiap perlakuan

Parameter	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
	-----g/ekor/hari-----			
Konsumsi Ransum	113,34	115,85	116,91	111,35
Konsumsi Kalsium	1,13	1,15	1,16	1,11
Konsumsi Fosfor	0,59	0,60	0,61	0,58
Retensi Kalsium	0,64	0,84	0,79	0,61
Retensi Fosfor	0,45	0,51	0,48	0,42
Bobot Badan	1522,32	1521,88	1569,20	1502,89

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan asam sitrat tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap konsumsi ransum itik jantan lokal. Konsumsi ransum

yang tidak berpengaruh nyata disebabkan oleh kualitas ransum yang diberikan selama penelitian tidak berbeda sehingga ketersediaan zat gizi yang digunakan sama dimana semua jenis perlakuan ransum mempunyai palatabilitas yang sama. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Rafacz *et al.*, (2005) menyatakan bahwa penambahan asam sitrat sebanyak 2-6% pada pakan ayam dapat meningkatkan pertambahan bobot badan, efisiensi ransum, atau konversi ransum. Konsumsi ransum yang tidak berpengaruh nyata akibat penambahan asam sitrat mengindikasikan bahwa terjadi penurunan laju aliran pakan dalam lambung, sehingga lambung tidak cepat kosong dan menyebabkan konsumsi ransum tidak meningkat. Hasil penelitian ini tidak sesuai dengan pendapat Gauthier (2002) yang menyatakan bahwa penambahan asam organik dapat meningkatkan laju aliran pakan, sehingga pengosongan lambung lebih cepat dan konsumsi meningkat.

Hasil analisis ragam penambahan asam sitrat pada ransum juga tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap konsumsi kalsium itik jantan lokal. Konsumsi kalsium dipengaruhi oleh kandungan kalsium dan konsumsi ransum. Menurut Sijabat (2007), unggas tidak dapat menyediakan sendiri kebutuhan mineral dalam tubuhnya, oleh karena itu, mineral harus disuplementasi melalui ransum karena konsumsi mineral tergantung pada banyaknya ransum yang dikonsumsi. Berdasarkan rerata hasil analisis ragam penambahan asam sitrat pada ransum juga tidak berpengaruh nyata terhadap konsumsi fosfor ($P>0,05$). Hasil tersebut tidak sesuai dengan pendapat Boling *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa penambahan asam sitrat mampu meningkatkan konsumsi maupun penggunaan fosfor pada unggas.

Hasil analisis ragam penambahan asam sitrat pada ransum menunjukkan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap retensi kalsium itik jantan lokal. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa retensi kalsium pada perlakuan T1 nyata lebih tinggi ($P<0,05$) dibandingkan dengan T0, T2 dan T3, sedangkan perlakuan T3 dan T0 tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Retensi kalsium pada perlakuan T3 terjadi penurunan, hal ini disebabkan karena penambahan asam sitrat pada ransum T3 paling banyak. Hal ini menyebabkan kondisi saluran pencernaan terlalu asam sehingga laju aliran pakan semakin cepat. Selain itu pada perlakuan T3 juga terjadi penurunan konsumsi ransum dan konsumsi kalsium, hal ini berdampak pada sedikitnya nutrisi yang terserap di usus terutama kalsium dan menyebabkan penurunan bobot badan pada perlakuan T3. Kondisi penelitian ini menunjukkan bahwa asam sitrat mampu meningkatkan penyerapan mineral yang terikat oleh fitat. Menurut Cosgrove (1980) menyatakan bahwa penggunaan asam sitrat sebagai *acidifier* mampu meningkatkan penyerapan mineral yang

terikat oleh fitat. Fitat bersifat larut dalam pH rendah, namun hampir tidak larut dalam pH usus.

Hasil analisis ragam penambahan asam sitrat pada ransum itik jantan lokal menunjukkan pengaruh nyata ($P < 0,01$) terhadap retensi fosfor. Hal ini sesuai dengan pendapat Deepa *et al.* (2011) bahwa ayam pedaging yang diberi pakan yang mengandung asam sitrat menunjukkan peningkatan penyerapan fosfor dalam usus halus. Menurut Rafacz *et al.* (2005) melaporkan bahwa asam sitrat sebagai asam organik mampu meningkatkan retensi fosfor pada ayam broiler. Ditambahkan oleh Demirel *et al.* (2012) melaporkan bahwa penambahan asam sitrat dapat meningkatkan retensi fosfor secara nyata ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil uji Duncan menunjukkan bahwa retensi fosfor pada perlakuan T1 berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan perlakuan T0 dan T3, akan tetapi tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan perlakuan T2. Perlakuan T0 dan T2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan T3. Hasil retensi fosfor tersebut berbanding terbalik dengan ekskresi fosfor, dimana semakin rendah ekskresi fosfor maka retensi fosfor semakin tinggi, sehingga retensi fosfor selain dipengaruhi oleh konsumsi fosfor juga dipengaruhi oleh ekskresi fosfor. Hal ini sesuai dengan pendapat Scholz-Aherns *et al.* (2007) bahwa nilai absorpsi mineral (Ca dan P) adalah selisih dari jumlah mineral yang dikonsumsi dengan jumlah mineral yang diekskresikan.

Pengaruh penambahan asam sitrat menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap nilai retensi fosfor. Hal ini menunjukkan bahwa asam sitrat sebagai *acidifier* mampu membantu absorpsi fosfor dan melepas ikatan fitat dalam fosfor. Hal ini sesuai dengan Cosgrove (1980) yang menyatakan bahwa kemampuan asam sitrat dalam mengikat fosfor dan melemahkan ikatan antara asam fitat dan beberapa nutrient yang menyebabkan asam fitat lebih larut, sehingga fosfor yang berikatan dengan asam fitat akan mudah diserap oleh usus halus.

Berdasarkan hasil penelitian penambahan asam sitrat terhadap bobot badan menunjukkan tidak adanya pengaruh yang nyata ($P > 0,05$). Penambahan asam sitrat dalam ransum tidak berbeda nyata terhadap bobot badan itik karena konsumsi ransum relatif sama selama penelitian. Konsumsi ransum yang relatif sama menghasilkan pencernaan protein yang juga relatif sama, sehingga mengakibatkan bobot badan juga relatif sama. Hal ini tidak sesuai dengan pendapat Deepa *et al.* (2011) yang menjelaskan bahwa suplementasi asam sitrat dapat meningkatkan pertambahan bobot badan ayam broiler. Ditambahkan oleh Boling *et al.* (2000) menjelaskan bahwa penambahan asam organik dalam ransum dapat meningkatkan performa pertumbuhan dan meningkatkan penggunaan P-fitat pada unggas.

Tinggi rendahnya konsumsi pakan dapat mempengaruhi tingkat pertambahan bobot badan itik, semakin tinggi konsumsi pakan maka sejalan dengan semakin tingginya bobot badan dan sebaliknya, konsumsi pakan yang rendah akan mengakibatkan semakin rendah bobot badan itik jantan. Menurut Natsir dan Sjoftjan (2008), penambahan asam sitrat dan asam laktat dalam ransum tidak memberikan pengaruh terhadap pertambahan bobot badan karena diduga asam sitrat telah terurai sebelum di usus, sehingga penurunan pH yang diharapkan untuk menekan perkembangan mikroba patogen belum terjadi secara optimal.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan asam sitrat dalam ransum itik jantan lokal mampu meningkatkan retensi kalsium dan retensi fosfor, akan tetapi konsumsi ransum, konsumsi kalsium dan fosfor serta bobot badan itik jantan lokal sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Annison, G.,P.J. Morgan and D.V. Thomas. 1995. Nutritive Activity of Soluble Rice Brain Arabinoxylans in Broiler Diets. *Br. Poult. Sci.* **36**: 479-488.
- Boling, S.D., D.M. Webel, I. Marromichalis, C.M. Parsons and D.H. Baker, 2000. The Effects of Citrit Acid on Phytate Phosphorus Utilization in Young Chicks and Pigs. *J. Anim. Sci.* **78**: 682-689.
- Cosgrove, D.J. 1980. Inositol Phosphates: Their Chemistry, Biochemistry and Physiology. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Deepa, C., G.P. Jeyanthi and D. Chandrasekaran, 2011. Effect of Phytase and Citrit Acid Supplementtion on The Growth Performance, Phosphorus, Calcium, and Nitrogen retention on Broiler Chicks Fed with Low Level of Avalaible Phosphorus. *Asian J. Poult. Sci.* **5**: 28-34.
- Demirel, G., Pekel A. Y., Alp, M., Kocabagh N. 2012. Effect of Dietary Supplementation of Citrit Acid, Copper, and Microbial Phytase on Growth Performance and Mineral Retention in Broiler Chickens Fed of Low Avalaible Phosphorus Diet. *J. Appl. Poult. Res.* **21**: 335-347.
- Deptan. 2013. Populasi Itik Propinsi tahun 2013. http://www.deptan.go.id/infoeksekutif/nak/pdf.eisNAK2013/Pop_itik_Prop_2013.pdf. Diakses pada tanggal 10 September 2013.
- Gauthier, R. 2002. Intestinal Health, the Key to Productivity (The Case of Organic Acids). Precongreso Cientifico Avicola IASA. Puerto Vallarta, Jal. Mexico.
- Graf, E. 1983. Calcium Binding to Phytic Acid. *J. Agric. Food. Chem.* **31**:851-855.
- Halloran, H.R. 1980. Phytate Phosphorus in Feed Formulation. *Feedstuffs*. August 4.

- Hsu, J. C., L. I. Chen and B. Yu. 2000. Effect of Level of Crude Fiber on Growth Performance and Intestinal Carbohydrase of Domestic Gosling. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* **13**(10): 1450-1455.
- Kornegay, E.T. 2001. Digestion of Phosphorus and Other Nutrients : The Role of Phytates and Factors Influencing Their Activity. Department of Animal and Poultry Sciences. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia.
- Lasmini, A., dan E. Heriyati. 1992. Pengaruh Berat Telur terhadap Fertilitas, Daya Tetas dan Berat Tetas DOD. Prosiding Pengelolaan dan Komunikasi Hasil-hasil Penelitian Unggas dan Aneka Ternak. Balai Penelitian Ternak Ciawi, Bogor.
- Natsir, M. H. dan O. Sjöfjan. 2008. Pengaruh Penggunaan Kombinasi Asam sitrat dan Asam Laktat Cair dan Terenkapsulasi sebagai Aditif Pakan terhadap Penampilan Produksi Ayam Pedaging. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2008: 636-640.
- Rafacz, K.A., C.M. Parsons and R.A. Jungk. 2005. The Effects of Various Organic Acids on Phytate Phosphorus Utilization in Chicks. *Poult. Sci.*, **84**: 1353.
- Scholz-Ahrens, K.E., Deling, G., Stampa, B., Helfenstein, A., Hahne, H.J., Acil, Y., Timm, W., Barkmann, R., Hassenpflug, J., Schrezenmeir, J. Gluer, C.C. 2007. Glucocorticosteroid-induced Osteoporosis in Adult Primiparous Gottingen Miniature Pigs : Effects on Bone Mineral and Mineral Metabolism. *Am. J. Physiol. Endocrinol Metab* **293**: E385-E395.
- Sijabat, N. W. N. 2007. Pengaruh Suplementasi Mineral (Na, Ca, P dan Cl) dalam Ransum Terhadap Produksi Puncak Telur Puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*). Fakultas Pertanian, Universitas Sumatra Utara, Medan. Skripsi.
- Theo. 1998. Nutritional Interventions Targeting The Airbone Merace Amonia. <http://mark.asei.ncsu.edu/swinenews.com>. Diakses tanggal 28 Oktober 2011.