



PENGARUH FREKUENSI PEMBERIAN PAKAN PADA PEMBATAAN PAKAN TERHADAP BOBOT AKHIR, LEMAK ABDOMINAL, DAN KADAR LEMAK HATI AYAM BROILER
(THE EFFECT OF FREQUENCIES IN RESTRICTED FEEDING OF BROILER DIET ON FINAL BODY WEIGHT, ABDOMINAL FAT, AND LIVER FAT LEVEL)

N. F. Hasan, U. Atmomarsono, dan E. Suprijatna
Fakultas Peternakan Universitas Diponegoro, Semarang

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of different feeding frequency on restriction feeding on final weight, abdominal fat and liver fat content of broiler chickens. The material used in this study 200 DOC bird broilers Ross unsex with initial body weight 46.01 ± 4.88 g averages. The bird was feeding by commercial feed with a protein content of 22.69% and metabolizable energy 2935 kcal / kg. The research used completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications were arranged 20 experimental units, each unit consists of 10 chickens. Feed given *ad libitum* in 1-7 days of ages. After that feed restriction (75% standard) with frequencies of administration at the age of 8-21 days with treatment 4 times at 06.00, 10.00, 14.00 and 18.00, 3 times at 06.00, 14.00 and 18.00, two feedings given at 06.00 and 14.00, then given *ad libitum* feeding at the age of 22-35 days. The results showed that the effect of different feeding frequency on feed restriction was not significantly different ($P > 0.05$) of the final weight, abdominal fat and liver fat. The results of the average final weight respectively T0, T1, T2 and T3 at 1825.80; 1812.40; 1770.60; 1777.80 g. The results of abdominal fat average 1.34; 1.46; 1.50; 1.27%. The results of the average liver fat 1.54; 1.80; 1.83; 1.88%. In conclusion, the treatment of feed restriction 75% of the standard and different frequency of 2x, 3x, 4x did not significantly affect the final weight and liver fat content but the influence on levels of abdominal fat.

Key words: Final body weight, abdominal fat, liver fat

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai frekuensi pemberian pakan pada pembatasan pakan terhadap bobot akhir, lemak abdominal, dan kadar lemak hati ayam broiler. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam broiler *unsex* dengan strain Ross sejumlah 200 ekor dengan bobot badan awal rata-rata $46,01 \pm 4,88$ gram. Pakan yang digunakan adalah ransum komersial dengan kandungan protein 22,69% dan energi metabolis 2.935 kkal/kg. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga ada 20 unit percobaan, setiap unit terdiri dari 10 ekor ayam. Pakan diberikan *ad libitum* pada umur 1-7 hari. Setelah itu dilakukan pembatasan pakan (75% standar) dengan berbagai frekuensi

pemberian pada umur 8-21 hari dengan perlakuan 4 kali pemberian pukul 06.00, 10.00, 14.00 dan 18.00, 3 kali pemberian pukul 06.00, 14.00 dan 18.00, 2 kali pemberian diberikan pukul 06.00 dan 14.00, selanjutnya pakan diberikan *ad libitum* pada umur 22-35 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh berbagai frekuensi pemberian pakan pada pembatasan pakan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) terhadap bobot akhir, lemak abdominal, dan lemak hati. Hasil rata-rata bobot akhir secara berturut-turut T0, T1, T2 dan T3 sebesar 1.825,80; 1.812,40; 1.770,60; 1.777,80 g. Hasil rata-rata lemak abdominal 1,34; 1,46; 1,50; 1,27 %. Hasil rata-rata lemak hati 1,54; 1,80; 1,83; 1,88 %. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa perlakuan pembatasan pakan 75% dari standar dan frekuensi pemberian yang berbeda yaitu 2x, 3x, 4x tidak berpengaruh nyata terhadap bobot akhir dan kadar lemak hati tetapi memberikan pengaruh terhadap kadar lemak abdominal.

Kata kunci : Ayam bloiler, bobot akhir, lemak abdominal, kadar lemak hati

PENDAHULUAN

Ternak unggas memberikan peranan yang sangat penting, khususnya ayam pedaging yang dapat menghasilkan daging dalam waktu relatif singkat. Tingginya permintaan masyarakat terhadap produk daging ayam, memotivasi peternak untuk dapat meningkatkan produktivitas ternaknya agar dapat memenuhi permintaan konsumen. Usaha perunggasan dalam hal ini usaha ayam broiler di Indonesia telah menjadi sebuah industri yang memiliki komponen lengkap dari sektor hulu sampai ke hilir, perkembangan usaha ayam broiler ini memberikan kontribusi nyata dalam pembangunan pertanian dan peternakan. Maka dapat dipastikan permintaan atas daging ayam broiler akan meningkat, sehingga banyak investor-investor yang mulai melirik peluang usaha peternakan ayam broiler.

Ayam broiler adalah ayam jantan atau betina yang umumnya dipanen pada umur 5-6 minggu dengan tujuan sebagai penghasil daging (Kartasudjana dan Suprijatna, 2006). Menurut Pond *et al.* (1995) ayam broiler mempunyai beberapa keunggulan antara lain laju pertumbuhan yang cepat, deposisi daging pada otot dada dan paha yang tinggi, serta aktifitas yang kurang bila dibandingkan dengan ternak unggas lainnya.

Ransum broiler harus mengandung zat-zat gizi yang dibutuhkan seperti karbohidrat, lemak, protein mineral, dan vitamin dimana zat-zat gizi tersebut merupakan sumber energi sebagai hasil dari pembakaran (Sudaryani dan Santoso, 2003). Menurut Wahyu (1997) bahwa kebutuhan ransum ayam broiler pada periode *starter* untuk protein sebesar 21-24% sedangkan energi metabolis yang diperlukan sebanyak 2.800-3.300 kkal/kg.

Program pembatasan pakan merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak akibat konsumsi pakan berlebihan pada sistem pemberian *ad libitum*. Metode pembatasan dapat dilakukan dengan cara pemuasaan. Pemuasaan dilakukan selama beberapa jam tertentu. Program pemuasaan pada awal pertumbuhan menunjukkan adanya indikasi penurunan

lemak karkas, selain itu juga dapat memperbaiki efisiensi penggunaan pakan (Al-Thaleb, 2003).

Faktor yang mempengaruhi bobot badan akhir ayam broiler antara lain; genetik, jenis kelamin, protein ransum, suhu, manajemen perkandangan dan sanitasi (Anggorodi, 1985). Menurut Zhang (1999), Ayam broiler memperlihatkan pertambahan bobot badan akhir yang baik dengan ransum yang memiliki kandungan protein dan energi metabolis yang baik pula. Ayam yang mengkonsumsi protein dalam jumlah sama, tingkat pertumbuhannya juga sama.

Lemak abdominal merupakan lemak tubuh yang disimpan dalam rongga perut termasuk lemak yang melingungi empedal (Essay dan Dawson, 1965). Berkurangnya nilai energi ransum, atau naiknya persentase protein, akan meningkatkan laju pertumbuhan dan karena itu meningkatkan pula jumlah lemak abdominal dan besarnya kepadatan lemak (Amrullah, 2004).

Hati merupakan salah satu kelenjar pencernaan yang mensekresikan cairan empedu dan ditampung dalam kantung empedu. Cairan empedu berfungsi untuk mengemulsi lemak. Kandungan lemak hati 3 – 5 % dari berat basah hati atau 10 – 15 % dari berat kering hati. Hati yang normal dapat menimbun lemak 60 - 70 % dari berat kering hati (Wahju, 1997). Hati juga tempat penyimpanan lemak (Price dan Wilson, 2000). Tingginya akumulasi lemak perut disebabkan oleh tingginya kadar trigliserida dalam jaringan lemak. Tingginya jaringan kadar lemak disebabkan oleh tingginya konsentrasi trigliserida serum yang berasal dari tingginya sintesis asam lemak di hati (Hasegawa *et al.*, 1994).

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah anak ayam broiler *Day Old Chick* (DOC) *unsex*, strain *ross* dengan merk dagang CP 707, sejumlah 200 ekor dengan rata-rata bobot badan $46,01 \pm 4,88$ g, ditempatkan ke dalam 20 unit percobaan. Kandang sistem litter dengan alas sekam, ukuran kandang 1 x 1 m. Peralatan yang digunakan adalah 20 buah tempat pakan gantung, 20 buah tempat minum gantung, termohigrometer digantung di dalam ruangan kandang untuk mengukur suhu dan kelembaban kandang, 20 buah lampu 100 watt sebagai pemanas ditempatkan dalam unit percobaan, tiap unit terdapat 1 buah lampu dan 1 buah lampu penerang kandang. Pakan yang digunakan adalah ransum komersial dengan kandungan protein kasar 22,69% dan energi metabolis 2.935 dianalisis di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro.

Metode yang digunakan meliputi tahap persiapan, tahap perlakuan, tahap pengambilan data serta analisis data hasil penelitian. Tahap persiapan yaitu ayam dipelihara selama 1 – 35 hari, Pakan diberikan *ad libitum* pada umur 1-7 hari. Setelah itu pembatasan pakan berbagai frekuensi pemberian pada umur 8-21 hari, perlakuan 4 kali pemberian pada pukul 06.00, 10.00, 14.00 dan 18.00; 3 kali pemberian pada pukul 06.00, 14.00 dan 18.00 dan 2 kali pemberian diberikan pada pukul 06.00 dan 14.00, Ayam umur 21-35 hari diberikan pakan *ad libitum* kembali.

Kriteria perlakuan adalah sebagai berikut :

T0 : Pemberian pakan *ad libitum*

T1 : Pemberian pakan 75 % dari konsumsi standar dengan frekuensi pemberian 4 kali sehari

T2 : Pemberian pakan 75 % dari konsumsi standar dengan frekuensi pemberian 3 kali sehari

T3 : Pemberian pakan 75 % dari konsumsi standar dengan frekuensi pemberian 2 kali sehari

Penelitian menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL), yaitu dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga ada 20 unit percobaan. Setiap unit percobaan terdiri dari 10 ekor ayam, sehingga semua ada 200 ekor ayam. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam dengan uji F pada taraf uji 5%. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji wilayah ganda Duncan untuk mengetahui letak perbedaan.

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam. Parameter pengamatan yaitu bobot akhir, lemak abdominal, dan kadar lemak hati. Bobot akhir diperoleh dengan cara menimbang bobot ayam diakhir penelitian umur 35 hari dengan menggunakan alat timbang digital dengan kapasitas maksimal 5 kg dengan tingkat ketelitian 1 gram. Lemak abdominal diperoleh dengan cara memisahkan lemak pada bagian rongga perut. Lemak ditimbang dengan alat timbang digital dengan kapasitas maksimal 5 kg dengan tingkat ketelitian 1 gram dan persentase dihitung dengan cara membandingkan bobot lemak abdominal dengan bobot hidup kemudian dikalikan 100%. Lemak hati diperoleh dengan cara mengambil sampel hati ayam broiler pada setiap unit kemudian menganalisis kadar lemak yang terkandung dalam hati di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh berbagai frekuensi pemberian pakan pada pembatasan pakan terhadap bobot akhir tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Frekuensi Pemberian Pakan

Parameter	Perlakuan			
	T0	T1	T2	T3
Bobot Akhir (gram)	1.825,80	1.812,40	1.770,60	1.777,80
Lemak Abdominal (%)	1,34 ^{ab}	1,46 ^{ab}	1,50 ^a	1,27 ^b
Lemak Hati Ayam (%)	1,54	1,80	1,83	1,88

Keterangan : Huruf superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) sedangkan nilai rata-rata tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

Hasil dari perlakuan frekuensi pakan terhadap bobot akhir ayam broiler dengan perlakuan T0, T1, T2, dan T3 berturut-turut adalah 1.825,80 g; 1.812,40 g; 1.770,60 g; dan 1.777,80 g. Penelitian Setiawan dan Sujana (2010) menunjukkan bahwa bobot akhir ayam broiler yang dipanen mulai umur 3 sampai 6 minggu berada pada kisaran 1.020,00 – 2.370,00 g, sehingga bila dibandingkan dengan

bobot badan akhir yang dicapai pada penelitian tersebut dapat dikatakan normal. Menurut Atmomarsono (2004) broiler adalah ayam penghasil daging yang mempunyai produktifitas tinggi, karena dalam waktu 5 minggu mampu mencapai bobot badan 1,75–2 kg. Faktor yang mempengaruhi bobot badan akhir ayam broiler antara lain; genetik, jenis kelamin, protein ransum, suhu, manajemen perkandangan dan sanitasi (Anggorodi, 1985).

Hasil konsumsi ransum ayam broiler dari T0, T1, T2 dan T3 pada penelitian ini berturut-turut adalah 2.765,47; 2.767,87; 2.763,97 dan 2.777,13 g. Standar konsumsi ransum komulatif dari PT. Charoen Pokphand sebesar 3297 selama 35 hari. Konsumsi ransum yang tidak berbeda nyata ($P>0,05$) antara T0 dengan T1, T2 dan T3, hal ini dipengaruhi oleh temperatur lingkungan. Peristiwa ini terjadi karena pada saat suhu tinggi konsumsi pakan akan turun dan konsumsi air minum meningkat, pada kondisi tersebut ayam akan mengurangi aktifitas sehingga mengakibatkan bobot akhir tidak maksimal. Menurut Plavnik dan Hurwitz (1990) yang dikutip oleh Attia *et al.* (1998) bahwa bobot badan yang dibatasi pemberian ransumnya, dapat melampaui bobot badan yang ransumnya diberikan *ad libitum*.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pembatasan pakan dengan berbagai frekuensi pemberian tidak mempengaruhi ($P>0,05$) bobot akhir ayam broiler. Hal ini disebabkan karena ayam dengan perlakuan T0, T1, T2, dan T3 mengkonsumsi ransum dengan jumlah yang sama. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Aziz *et al.* (2011) bahwa bobot badan akhir yang dicapai pada kelompok ayam yang mendapat pembatasan waktu makan tidak berbeda ($P>0,05$) dengan kelompok ayam yang diberi ransum *ad libitum* pada umur 35 hari.

Rataan persentase lemak abdominal ayam broiler berdasarkan hasil penelitian pengaruh berbagai frekuensi pemberian pakan pada pembatasan pakan T0, T1, T2, dan T3 berturut-turut didapatkan rata-rata sebagai berikut ; 1,34, 1,46, 1,50, 1,27. Pada kisaran bobot hidup 1,36 – 2,27 kg persentase lemak abdominal yang dicapai adalah 2,6 – 3,5 % (North dan Bell, 1990).

Dari hasil perhitungan statistik dapat diketahui bahwa lemak abdominal ayam broiler pada perlakuan T3 nyata lebih rendah ($P<0,05$) dari pada T2, tetapi tidak berbeda dengan T0 (pemberian pakan *ad libitum*). Ayam broiler yang diberi pakan *ad libitum* (T0) mempunyai lemak abdominal yang lebih sedikit, hal ini dikarenakan energi dari pakan lebih banyak digunakan untuk proses metabolisme. Ayam broiler yang diberi perlakuan frekuensi pemberian pakan dan pembatasan pakan (T1 dan T2) memiliki lemak abdominal yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan pada saat puasa, energi dari pakan lebih banyak digunakan untuk sintesis lemak demi mempertahankan termoregulasi tubuh. T3 memiliki lemak abdominal paling rendah, hal ini dikarenakan frekuensi pemberian pakan hanya 2 kali/hari dan semuanya diberikan pada siang hari. Suhu lingkungan pada siang hari lebih tinggi dari pada malam hari, sehingga proses pembentukan lemak lebih rendah.

Menurut Williamson dan Payne (1993), bahwa ayam sebagai ternak homeotermis akan mempertahankan suhu tubuhnya terhadap suhu lingkungan yang bervariasi dengan mempertahankan keseimbangan panas yang diproduksi oleh tubuh. Menurut Ahmad *et al.* (2006) bahwa ayam broiler yang dibatasi pakannya mempunyai lemak abdominal yang lebih banyak dibandingkan ayam

yang diberi pakan *ad libitum*. Hal ini dikarenakan terjadinya proses termoregulasi dimana energi lebih banyak digunakan untuk sintesis lemak, sehingga lemak abdominal pada ayam tersebut lebih banyak.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa kandungan lemak hati secara berturut-turut dari T0, T1, T2, dan T3 adalah 1,54; 1,80; 1,83; dan 1,88. Analisis ragam menunjukkan bahwa pembatasan jumlah pakan pada berbagai frekuensi pemberian tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap lemak hati. Hal ini menunjukkan bahwa frekuensi pemberian pakan tidak berpengaruh terhadap lemak hati karena jumlah protein yang dikonsumsi oleh semua perlakuan adalah sama walaupun pakan diberikan dengan frekuensi yang berbeda. Hal ini juga disebabkan karena ayam broiler yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan umur yang sama sehingga kinerja hati dalam mensekresikan empedu untuk pencernaan ransum pada ayam broiler tidak berbeda nyata.

Menurut pendapat Wahyono (2002), pengeluaran asam empedu ke dalam usus yang meningkat dalam merangsang organ hati untuk mensintesis kolesterol dan hasilnya akan disalurkan keseluruh pencernaan sehingga kolesterol dalam darah akan menurun dan digunakan untuk mobilisasi sintesis lemak hati. Hal ini menunjukkan bahwa laju pencernaan berbanding terbalik dengan penimbunan lemak dalam hati. Semakin tinggi laju pencernaan maka penimbunan lemak dalam hati justru akan menjadi rendah karena hati lebih banyak bekerja. Hati berfungsi mengemulsi lemak dalam proses pencernaan.

Hal ini sesuai dengan pendapat Santoso *et al.* (1995) yang menemukan bahwa pembatasan pakan di awal pertumbuhan menurunkan aktivitas enzim acetyl-CoA carboxylase activity di hati, suatu enzim pembatas pada sintesis asam lemak, namun tidak menurunkan aktivitas enzim fatty acid synthetase dalam hati. Hal ini mengakibatkan terbatasnya sintesis trigliserida dalam hati dan menyebabkan turunnya konsentrasi trigliserida dalam darah. Akibat selanjutnya adalah turunnya akumulasi lemak pada karkas dan bagian lainnya. Hasegawa *et al.* (1994) juga menemukan bahwa tingginya akumulasi lemak perut disebabkan oleh tingginya kadar trigliserida dalam jaringan lemak. Tingginya kadar lemak jaringan disebabkan oleh tingginya konsentrasi trigliserida serum yang berasal dari tingginya sintesis asam lemak di hati.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan pembatasan pakan 75% dari standar dengan frekuensi pemberian yang berbeda yaitu 2x pada pukul 06.00 dan 14.00, 3x pada pukul 06.00, 14.00, 18.00 dan 4x pada pukul 06.00, 10.00, 14.00, 18.00 tidak mempengaruhi bobot akhir dan kadar lemak hati tetapi menurunkan lemak abdominal, khususnya produksi lemak abdominal paling rendah diperoleh pada pembatasan pakan 75% dengan frekuensi 2x.

Pada pemeliharaan ayam broiler di daerah panas sebaiknya dilakukan pembatasan pakan 75 % dengan frekuensi pemberian pakan 2x karena lebih efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., S. Mahmood, Z. U. Rehman, M. Ashraf, M. Alam and A. Muzaffar. 2006. Effect of feeding management on energi, protein intake and carcass characteristics of broilers during summer. *Int. J. of Agri. Biol.* **8** : 546 – 549.
- Al-Taleb, S.S. 2003. Effect of an early feed restriction productive performance and carcass quality. *J. Biol. Sci.* **3**: 607-611.
- Amrullah, I. K. 2004. *Nutrisi Ayam Broiler*. Cetakan ke-3. Lembaga Satu Gunung Budi, Bogor.
- Anggorodi, R. 1985. *Kemajuan Mutakhir dalam Ilmu Makanan Ternak Unggas*. Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Atmomarsono, U. 2004. *Upaya Menghasilkan Daging Broiler Aman dan Sehat*. Pidato pengukuhan penerimaan jabatan guru besar. Universitas Diponegoro.
- Attia, F. M., A. A. Alsobayel and A.A. S. Aldabiby. 1998. The effect of feed restriction on performance and abdominal fat content of broilers. *J. King Saud . Univ.* **10** : 19 – 31.
- Azis, A., H. Abbas, Y. Heryandi dan E. Kusnadi. 2011. Pertumbuhan kompensasi dan efisiensi produksi ayam broiler yang mendapat pembatasan waktu makan. *Med. Pet.* **34**: 50-57.
- Essay, L. O and L.E. Dawson. 1965. Quality of fryers carcass as related to protein and fat level in the diet fat deposition and moisture pick up during chilling. *Poult. Sci.* **44** : 7-11.
- Hasegawa, S., S. Hatano, K. Ushima, and Y.Hikami. 1994. Effects of fasting on adipose tissue accumulation in chicks, with reference to change in its chemical composition and lipase activity. *Anim. Sci. Technol.* **65** : 89 – 98.
- Kartasudjana, R dan E. Suprijatna. 2006. *Manajemen Ternak Unggas*. Penebar Swadaya. Jakarta
- North, M.O. dan D.D. Bell. 1990. *Commercial Chicken Production Manual*. 4th Edition. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Pond, W. G., D.C. Church and K.R. Pond. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding*. 4th. Ed. John Wiley and Jons. New York.
- Plavnik, I. dan S. Hurwitz. 1990. The performance of broiler Vol. 34 No. 1 *Pertumbuhan Kompensasi Edisi April 2011 57 chicks following a severe feed restriction at an early age*. *Poult. Sci.*, **64** : 348-355
- Price, S. A. and L. M. Wilson. 2000. *Patologi: Konsep Klinis Proses-Proses Penyakit*. CV. EGC Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta.
- Santoso, U., K. Tanaka and S. Ohtani. 1995. Does feed-restriction refeeding program improve growth characteristics and body composition in broiler chicks. *Anim. Sci. Technol.* **66**: 7-15.
- Setiawan, A. dan E. Sujana. 2010. Bobot akhir, persentase karkas dan lemak abdominal ayam broiler yang dipanen pada umur yang berbeda. *Seminar Nasional Fakultas Peternakan Unpad*. Universitas Padjajaran. Bandung.

- Sudaryani, T. dan H. Santoso. 2003. Pembibitan Ayam Ras. Cetakan ke-VII. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Wahyono, F. 2002. Pengaruh teknologi probiotik terhadap tingkat konsumsi pakan, pertumbuhan bobot badan dan kolesterol darah ayam broiler yang diberi pakan tinggi lemak jenuh atau tak jenuh. *J. Pengembangan Peternakan Tropis*. **27** : 36-43.
- Williamson, G. dan W.J.A. Payne. 1993. Pengantar Peternakan di Daerah Tropis. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta (diterjemahkan oleh D. Darmaja).
- Zhang. X, D. A. Roland, and S. K. Roat. 1999. Effect of naturphosphytase supplementation to feed on performance and ileal digestibility of protein and amino acid of broiler. *Poult Sci*. **78**:1567-1572.