

PENGARUH SUPLEMENTASI DL-METIONIN DAN L-LISIN HCL PADA PAKAN STANDAR KAFETARIA TERHADAP BERAT BADAN, ORGAN DALAM DAN ORGAN REPRODUKSI AYAM KAMPUNG FASE PULLET

Effect of Supplementation of DL-Methionine and L-Lysine HCl Into Diets Based on Cafeteria Standards on The Body Weight, Internal Organ and Reproductive Organ of Native Chickens at Pullet Phase

Charles V. Lisnahan¹, Wihandoyo², Zuprizal², Sri Harimurti²

¹Faculty of Agriculture, Universitas Timor

Sasi, Kefamenanu City, North Timor Tengah Regency, East Nusa Tenggara

² Faculty of Animal Husbandry, Universitas Gadjah Mada

Bulaksumur, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

Email : charleslisnahan@yahoo.co.id

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effect of the supplementation of dl-methionine and l-lysine HCl to diet based on cafeteria standards of native chickens on body weight, internal organs and reproductive organs of native chicken at pullet phase. A total of 128 fourteen weeks-old native chickens were used in this study. The native chickens were divided into 4 treatments with 4 replications. The dietary treatments were: T₀ (ration based on cafeteria standard), T₁ (ration based on protein standard of NRC), T₂ (cafeteria ration+0.09% DL-Methionine+0.22% L-Lysine HCl), T₃ (cafeteria ration+0.19% dl-methionine+0.42% l-lysine HCl). The data collected were body weight, liver and bile, pancreas, gizzard, testicular and ovary weight of native chickens aged 20 weeks. The result of this study for T₀, T₁, T₂ and T₃ showed that body weight of chickens were 1418.60; 1431.59; 1503.88 and 1556.41 g/bird, liver and bile weights were 22.44; 21.79; 24.49 dan 25.93 g/bird, pancreas weights were 2.33; 2.28; 2.50 and 2.70 g/bird, gizzard weight were 25.31; 23.91; 25.38 and 26.86 g/bird, testicular weight were 3.66; 3.86; 9.55 and 9.46 g/bird, testicular volume were 3.81; 3.38; 9.13 and 9.16 and ovary weight were 1.12; 1.32; 3.14 and 4.61 g/bird, respectively. The results showed that supplementation of DL-Methionine and L-Lysine HCl gave significantly effect ($P < 0.05$) upon body weight, liver and bile weight, pancreas weight, testicular weight and volume and ovary weight, but it did not effected to gizzard weight. It can be concluded that supplementation of 0.27% dl-methionine and 0.79% l-lysine HCl increase body weight, internal organs weight and reproductive organs weight of native chickens.

Keywords: Cafeteria, DL-Methionine, L-Lysine HCl, Native Chicken, Supplementation.

PENDAHULUAN

Produktivitas dan reproduktivitas ayam kampung sangat ditentukan oleh faktor pakan. Selama ini pemberian pakan pada ayam kampung didasarkan oleh ratio energi-protein dan ratio kalsium-fosfor. Seperti pada ayam broiler dan petelur, kebutuhan nutrisi harus didasarkan pada keseimbangan makro dan mikro nutrisi. Pada ayam kampung, hal ini belum dilakukan baik pada fase starter, grower maupun pullet. Hasil penelitian dengan pakan kafetaria (*free choice feeding*) didapatkan bahwa kebutuhan nutrisi ayam kampung adalah 2987,31 kcal/kg ME, 13,20% protein kasar, 6,48% lemak kasar, 7,73% serat kasar, 0,02% metionin, 0,03% lisin, 1,26% kalsium dan 0,60% fosfor (Lisnahan, 2018).

Berdasarkan rekomendasi NRC (1994), kebutuhan nutrisi seperti asam amino metionin dan lisin untuk ayam petelur putih fase pullet adalah 0,20 dan 0,45%. Asam amino metionin dan lisin merupakan 2 asam amino pembatas utama pada pakan berbasis jagung dan kedelai untuk ayam broiler. Hal ini memungkinkan apabila ayam kampung diberikan tambahan asam amino metionin dan lisin dapat meningkatkan kinerjanya. Bronstein dan Lepstein (1975) melaporkan sebelumnya bahwa pakan ayam broiler yang mengandung 19.1% protein kasar, apabila dilengkapi dengan metionin akan menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi penggunaan pakan yang sama dengan pakan yang mengandung 23% protein kasar. Defisiensi metionin dapat menyebabkan protein tubuh rendah, kadar lemak tubuh tinggi dan konsumsi

pakan berlebih yang mengakibatkan deposisi lemak (Kartikasari *et al.*, 2001). Suplementasi lisin pada pakan yang kekurangan lisin dapat menyeimbangkan asam amino yang berfungsi untuk memodifikasi jumlah protein yang disintesis dan didegradasi pada ayam (Pesti *et al.*, 2005). Leeson dan Summers (2001) menyatakan bahwa pemberian lisin sebanyak 1,25% sampai ayam berumur 42 hari, dan sebanyak 1,06% pada periode finisher dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan dada ayam broiler. Ayam yang mengalami defisiensi asam amino lisin akan mengalami penurunan pertumbuhan dan akresi protein, yang berpengaruh drastis terhadap perkembangan otot dada (Selle *et al.*, 2007).

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di kandang Laboratorium Ternak Unggas Fakultas Peternakan, UGM Yogyakarta selama 6 minggu.

Materi penelitian adalah ayam kampung umur 14 minggu sebanyak 128 ekor, tepung jagung kuning, bekatul, bungkil kedelai, tepung ikan, kapur dan premix vitamin, dl-metionin dan l-lisin HCl. Kandang yang digunakan adalah kandang panggung kawat 16 buah ukuran 2 x 1 x 0,5 meter. Ayam kampung dibagi dalam 16 unit kandang, masing-masing unit 8 ekor dengan perlakuan T₀ (pakan kontrol sesuai standar kafetaria, tanpa dl-metionin dan l-lisin HCl); T₁ (pakan dengan standar protein menurut NRC); T₂ (pakan dengan suplementasi dl-metionin 0,09% dan l-lisin HCl 0,22%); T₃ (pakan dengan suplementasi DL-Metionin 0,09% dan L-Lisin HCl 0,42%). Komposisi pakan perlakuan tersaji pada Tabel 1. Parameter penelitian yang diamati adalah: berat badan, berat hati dan empedu, berat pancreas, berat gizzard, berat dan volume testis dan berat ovarium. Data dianalisis dengan analisis variansi dan dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan *software Statistical product and Service Solutions (SPSS) 21*.

Tabel 1. Susunan dan kandungan nutrisi pakan

Bahan pakan	Perlakuan			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Jagung kuning (%)	50,76	49,72	50,62	50,46
Bekatul (%)	41,98	39,10	41,87	41,73
Tepung bungkil kedelai (%)	2,93	4,54	2,92	2,91
Tepung ikan (%)	3,99	6,30	3,97	3,96
Kapur (%)	0,19	0,19	0,19	0,19
Premix vitamin* (%)	0,15	0,15	0,15	0,15
DL-metionin (%)			0,09	0,19
L-lisin HCl (%)			0,19	0,42
Jumlah (%)	100,00	100,00	100,00	100,00
Kandungan nutrisi				
Energi termetabolis (kcal/kg)	2987,31	2984,22	2979,06	2969,35
Protein kasar (%)	13,20	15,00	13,16	13,12
Lemak kasar (%)	6,48	6,32	6,47	6,44
Abu (%)	7,18	7,64	7,16	7,13
Serat kasar (%)	7,73	7,55	7,71	7,69
Metionin (%)	0,02	0,02	0,10	0,20
Lisin (%)	0,03	0,05	0,22	0,45
Kalsium (%)	1,26	1,41	1,25	1,25
Fosfor available (%)	0,60	0,58	0,60	0,60

Keterangan: * setiap 10 kg mengandung vit. A 12000000 IU, D₃ 2000000 IU, E 8000 IU, K₃ 2000 mg, B₁ 2000 mg, B₂ 5000 mg, B₆ 500 mg, B₁₂ 12000 mg, C 25000 mg, Ca-D-pantothenate 6000 mg, niacin 40000 mg, choline chloride 10000 mg, methionine 30000 mg dan lysine 30000 mg

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berat badan

Data berat badan ayam kampung yang diperoleh menunjukkan bahwa berat badan fase pullet (14 – 20 minggu) berbeda nyata (P<0,05)

antar perlakuan T₀, T₁, T₂, dan T₃ (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan protein kasar setara rekomendasi NRC yaitu 15% (T₁) tidak mampu meningkatkan berat badan jika dibandingkan dengan pakan sistem kafetaria. Suplementasi 0,09 % DL-Metionin dan 0,19% L-

Lisin HCl dalam pakan (T₂) meningkatkan sebesar 5,05% berat badan akhir (P<0,05) jika dibandingkan dengan pakan standar protein NRC. Selanjutnya ditingkatkan 0,19% DL-Metionin dan 0,42% L-Lisin HCl (T₃), berat badan akhir masih meningkat sebesar 3,49% (P<0,05) jika dibandingkan dengan T₂. Kecepatan pertumbuhan dan berat maksimal ayam dipengaruhi oleh keseimbangan nutrisi dalam pakan. Martin *et al.* (2006) menyatakan bahwa asam amino dapat memodifikasi pertumbuhan otot dan jaringan lainnya.

Suplementasi asam amino kritis seperti metionin dan lisin bukan saja meningkatkan berat badan tetapi mempercepat pertumbuhan untuk mencapai maksimal. Cafe dan Waldroup (2006) menyatakan bahwa berat badan ayam dipengaruhi oleh ketersediaan dan keseimbangan asam amino dalam pakan yang dikonsumsinya. Asam amino metionin dan lisin berperan dalam pertumbuhan jaringan tubuh ayam (Wahju, 2003 dan Pesti *et al.*, 2005). Pemberian asam amino metionin dan

lisin dapat mempercepat pertumbuhan pada ayam kampung untuk mencapai pertumbuhan maksimal jika dibandingkan dengan pakan standar kafetaria maupun standar yang direkomendasikan NRC untuk ayam petelur. Pakan standar yang dihasilkan dari sistem kafetaria dan pakan standar protein NRC jika untuk perkembangan berat badan pada ayam kampung sudah memenuhi kebutuhan, tetapi untuk pertumbuhan maksimal, pakan standar kafetaria masih perlu direvisi dengan penambahan asam amino kritis yaitu metionin dan lisin. Si *et al.* (2001) menyatakan bahwa tingkat metionin dan lisin yang disarankan atau ditingkatkan lebih dari yang direkomendasikan NRC (1994) akan meningkatkan kinerja pertumbuhan dan konversi pakan. Grizard *et al.* (1995) melaporkan bahwa asam amino merangsang sintesis protein di hati, pankreas, limpa dan paru-paru yang selanjutnya bertindak sebagai mediator dalam jalur metabolisme untuk sintesis protein tubuh.

Tabel 2. Berat badan, berat organ dalam dan organ reproduksi ayam kampung fase pullet (14 – 20 minggu) yang diberikan pakan dengan standar kebutuhan nutrisi yang berbeda

Uraian	Umur (minggu)	Perlakuan			
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
Berat badan umur (g/ekor)	20	1418,60±39,13 ^c	1431,59±32,26 ^c	1503,88±34,29 ^b	1556,41±29,33 ^a
Berat hati dan empedu (g/ekor)	20	22,44±1,52 ^c	21,79±1,32 ^{bc}	24,49±1,77 ^{ab}	25,93±0,77 ^a
Berat pankreas (g/ekor)	20	2,33±0,04 ^c	2,28±0,08 ^c	2,50±1,47 ^b	2,70±0,11 ^a
Berat gizzard (g/ekor)	20	25,31±1,00	23,91±2,68	25,38±0,66	26,86±0,36
Berat testis (g/ekor)	20	3,66±1,04 ^b	3,86±3,40 ^b	9,55±4,19 ^a	9,46±3,18 ^a
Volume testis (ml/ekor)	20	3,81±1,52 ^b	3,38±3,25 ^b	9,13±4,27 ^a	9,16±2,95 ^a
Berat ovarium (g/ekor)	20	1,12±0,92 ^b	1,32±0,23 ^b	3,14±0,83 ^a	4,61±2,00 ^a

Keterangan: T₀ = pakan standar kafetaria PK 13,20% dan ME 2987,31 kcal/kg

T₁ = pakan dengan standar protein kasar ayam petelur putih (NRC) PK 15%

T₂ = Pakan standar kafetaria + DL-Metionin 0,09% + L-Lisin HCl 0,19%

T₃ = Pakan standar kafetaria + DL-Metionin 0,19% + L-Lisin HCl 0,42%

a, b, c superskrip pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05)

Berat hati dan empedu

Data berat hati dan empedu yang diperoleh dianalisis ragam yang menunjukkan bahwa pada fase pullet (14 – 20 minggu) berbeda nyata (P<0,05) antar perlakuan T₀, T₁, T₂, dan T₃ (Tabel 2). Berat hati dan empedu tertinggi pada T₃ (25,93±0,77 g/ekor) dan terendah T₁ (21,79±1,32 g/ekor). Bunchasak dan Silapasorn (2005) melaporkan bahwa persentase berat hati ayam kampung akhir umur 20 minggu adalah 2,29%.

Penambahan protein kasar yang setara rekomendasi NRC yaitu 15% (T₁) tidak mampu meningkatkan berat hati dan empedu ayam kampung jika dibandingkan dengan pakan sistem kafetaria. Suplementasi 0,09 % DL-Metionin dan 0,19% L-Lisin HCl dalam pakan (T₂)

meningkatkan sebesar 9,13% berat hati dan empedu (P<0,05) jika dibandingkan dengan pakan standar pakan kafetaria. Selanjutnya ditingkatkan sebesar 0,19% dl-metionin dan 0,42% l-lisin HCl (T₃), berat hati dan empedu masih meningkat sebesar 19,00% (P<0,05) jika dibandingkan dengan pakan standar protein NRC (P<0,05), tetapi peningkatan ini berbeda tidak nyata untuk T₂. Semakin bertambah berat ayam maka berat hati dan empedu juga meningkat. Resnawati (2002) menyatakan bahwa perkembangan organ dalam berkorelasi positif dengan pertumbuhan ayam. Berat hati mempunyai hubungan linear dengan berat badan dalam merespon suplementasi asam amino metionin dan lisin (Woyengo *et al.*, 2011).

Suplementasi DL-Metionin dan L-Lisin HCl dalam pakan mengakibatkan peningkatan sintesis protein jaringan tubuh untuk pertumbuhan termasuk organ dalam. Ukuran berat, konsistensi dan warna hati dipengaruhi oleh umur, bangsa dan status nutrisi ternak (Sumiati *et al.*, 2002).

Berat pankreas

Data berat pankreas yang diperoleh dianalisis ragam yang menunjukkan bahwa pada fase *pullet* (14 – 20 minggu) berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , dan T_3 (Tabel 2). Berat pankreas tertinggi pada T_3 ($2,70 \pm 0,11$ g/ekor) dan terendah T_1 ($2,28 \pm 0,08$ g/ekor). Sturkie (2000) melaporkan bahwa berat pankreas berkisar antara 2,5 – 4 g pada ayam dewasa. Penambahan protein kasar yang setara rekomendasi NRC yaitu 15% (T_1) tidak mampu meningkatkan berat pankreas jika dibandingkan dengan pakan sistem kafetaria. Suplementasi 0,09% DL-Metionin dan 0,19% L-Lisin HCl dalam pakan (T_2) meningkatkan sebesar 7,29% berat pankreas ($P < 0,05$) jika dibandingkan dengan pakan standar kafetaria. Selanjutnya ditingkatkan sebesar 0,19% DL-Metionin dan 0,42% L-Lisin HCl (T_3), berat pankreas masih meningkat sebesar 8,00% jika dibandingkan dengan T_2 ($P < 0,05$). Feng *et al.* (2007) menjelaskan bahwa pakan unggas yang mengandung protein dengan penambahan asam amino sintesis cenderung akan membentuk pembesaran pankreas. Pembesaran pankreas tersebut akan meningkatkan sekresi tripsin yang akan berfungsi untuk mencerna protein. Peningkatan bobot pankreas merupakan salah satu bentuk adaptasi untuk mencukupi kebutuhan enzim pencernaan yang meningkat. Tingginya berat pankreas pada penelitian ini disebabkan oleh adanya perbedaan kerja pankreas dalam mensekresikan enzim-enzim pencernaan untuk mencerna pakan yang dikonsumsi.

Berat gizzard

Data berat *gizzard* yang diperoleh dianalisis ragam yang menunjukkan bahwa pada fase *pullet* (14 – 20 minggu) berbeda tidak nyata antar perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , dan T_3 (Tabel 2). Rata-rata berat *gizzard* pada fase *pullet* adalah $25,37 \pm 1,71$ g/ekor. Pond *et al.* (1995) melaporkan bahwa persentase berat *gizzard* ayam adalah 1,6 – 2,3% dari bobot hidup. Zhou *et al.* (1990); Siri *et al.* (1992) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah pakan yang dikonsumsi makin aktif kegiatan organ pencernaan untuk mencerna sehingga dapat merangsang pertumbuhan organ pencernaan. Bobot badan dan jumlah pakan yang dikonsumsi berhubungan erat dengan kapasitas pertumbuhan organ pencernaan (Shapiro dan Nir, 1995; Suthama, 2005).

Zhou *et al.* (1990) menyatakan bahwa kebutuhan nutrisi pada periode pertumbuhan atau perkembangan awal setelah menetas tergantung pada kemampuan adaptasi organ pencernaan berdasarkan atas morfologi dan fungsi. Selanjutnya dinyatakan status nutrisi dan pola pakan dapat memodifikasi berat dan fungsi organ pencernaan. Peningkatan nutrisi dalam pakan yang dikonsumsi merangsang pertumbuhan organ pencernaan, meningkatkan kapasitas pencernaan dan absorpsi nutrisi (Choct and Kocher, 2000).

Berat dan volume testis

Berat dan volume testis ayam kampung pada umur 20 minggu menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , dan T_3 (Tabel 2). Berat dan volume testis tertinggi pada perlakuan yang mendapat suplementasi dl-metionin dan l-lisin HCl. Tadondjou *et al.* (2013) menyatakan bahwa berat testis ayam kampung pada umur 13 minggu dan 20 minggu adalah 5,73 g/ekor dan 12,04 – 15,35 g/ekor. Penambahan protein kasar setara rekomendasi NRC yaitu 15% (T_1) tidak mampu meningkatkan berat dan volume testis jika dibanding dengan pakan sistem kafetaria. Suplementasi 0,09% DL-Metionin dan 0,19% L-Lisin HCl dalam pakan (T_2) meningkatkan sebesar 147,41% berat testis ($P < 0,05$) jika dibanding dengan pakan standar protein NRC. Selanjutnya ditingkatkan sebesar 0,19% DL-Metionin dan 0,42% L-Lisin HCl (T_3) tidak mempengaruhi berat testis jika dibanding dengan T_2 .

Volume testis pada akhir fase *pullet* juga meningkat pada pakan dengan suplementasi metionin dan lisin yaitu 140,42% jika dibandingkan dengan pakan standar kafetaria ($P < 0,05$). Suplementasi DL-Metionin dan L-Lisin HCl menyebabkan terjadi keseimbangan nutrisi dalam pakan. Tadondjou *et al.* (2013) menyatakan bahwa keadaan lingkungan dan keseimbangan nutrisi pakan mempengaruhi hipotalamus mensekresikan hormon yang relevan seperti *Follicle Stimulating Hormone* (FSH) dan *Luteinizing Hormone* (LH) untuk perkembangan epitel seminiferus dan proliferasi spermatogonia.

Berat ovarium

Dari data berat ovarium, tampak bahwa pada akhir fase *pullet* menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan T_0 , T_1 , T_2 , dan T_3 (Tabel 2). Pada akhir fase *pullet*, berat ovarium tertinggi pada T_3 ($4,61 \pm 2,00$ g/ekor) dan terendah T_1 ($1,12 \pm 0,92$ g/ekor). Menurut Bunchasak dan Silapasorn (2005) berat ovarium ayam kampung umur 24 – 44 minggu adalah 1,51 – 2,49% dari berat hidup.

Penambahan protein kasar yang setara rekomendasi NRC yaitu 15% (T₁) tidak mampu meningkatkan berat ovarium jika dibandingkan dengan pakan standar kafetaria. Suplementasi 0,09% dl-metionin dan 0,19% l-lisin HCl dalam pakan (T₂) meningkatkan sebesar 137,88% berat ovarium (P<0,05) jika dibandingkan dengan pakan standar protein NRC. Selanjutnya ditingkatkan sebesar 0,19% dl-metionin dan 0,42% l-lisin HCl (T₃), berat ovarium tidak meningkat lagi jika dibandingkan dengan T₂. Dalam hal sistem reproduksi, Alli dan Ayorinde (2013) menyatakan bahwa pada pakan dengan 20% protein kasar dan 2.750 kcal/kg ME meningkatkan kinerja reproduksi seperti umur bertelur pertama, jumlah telur, massa telur dan produksi *hen/day* selama 20 – 52 minggu umur ayam. Bunchasak dan Silapasorn (2005) menemukan bahwa peningkatan asam amino metionin dalam pakan rendah protein meningkatkan bobot ovarium dan saluran oviduk dari sejak bertelur pada umur 24 minggu sampai 44 minggu ayam komersial (Isa-coklat).

SIMPULAN

Suplementasi dl-metionin sebesar 0,19% dan l-lisin HCl 0,42% pada pakan standar kafetaria dengan kandungan protein 13,20% meningkatkan kinerja berat badan, berat hati dan empedu, berat pankreas, berat dan volume testis dan berat ovarium ayam kampung pada umur 20 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bronstein, S. and B. Lepstein. 1975. The replacement of some of soybean meal by first limiting amino acids in practical broiler diets. I The value of special supplementation of chicks diets with methionine and lysine. *British Poultry Science*. 16: 177–188.
- Bunchasak, Ch. and T. Silapasorn. 2005. Effectsof adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *Int. J. Poultry Sci.* 4(5): 301–308.
- Cafe, M.B. and P. W. Waldroup. 2006. Interactions between levels of methionine and lysine in broiler diets changed at typical industry intervals. *Int. J. Poultry Sci.* 5(11): 1008–1015.
- Choct, M. and A. Kocher. 2000. Non starch carbohydrates: digestion and its secondary effects in monogastrics. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*. 24: 31–38.
- Feng, L., X. Liu, R. Xu, Y.Z. Wang and J.X. Liu. 2007. Effects of fermented soybean meal on digestive enzyme activities and intestinal morphology in broiler. *J. Poultry Sci.* 86: 1149–1154.
- Grizard J., D. Dardevet, I. Papet, L. Mosoni, M.P. Patureau, D. Attaix, I. Tauveron, D. Bonin and M. Arnal. 1995. Nutrient regulation of skeletal muscle protein metabolism in animals. The involvement of hormones and substrates. *Nutrition Research Reviews*. (8): 67-91.
- Kartikasari, L.R., Soeparno dan Setiyono. 2001. Komposisi kimia dan studi asam lemak daging dada ayam broiler yang mendapat suplementasi metionin pada pakan berkadar protein rendah. *Bul. Pet.* 25 (1): 33 – 39.
- Leeson, S., and J.D. Summers. 2001. *Nutrition of The Chicken 4th Ed.* University Book, Quelp, Ontario, Canada.
- Lisnahan, Ch. V. 2018. Penentuan kebutuhan nutrien ayam kampung fase pertumbuhan yang dipelihara secara intensif dengan metode kafetaria. Disertasi. Fakultas Peternakan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Martin, V. R., P.A. Geraert and R. Ferrer. 2006. Conversion of the methionine hydroxyl analogue DL-2-hydroxy-(4-methylthio) Butanoic acid to sulfur-containing amino acids in the chicken small intestine. *Poultry Sci.* 85: 1932-1938.
- National Research Council. 1994. *Nutrients Requirement of Poultry. Eight Revised Ed.* National Academy Press. Washington D.C.
- Pesti, G. M., R. I. Bakalli, J. P. Driver, A. Atencio, and E. H. Foster. 2005. *Poultry Nutrition and Feeding.* Department of Poultry Science University of Georgia. Trafford Publishing. Athens.
- Pond, W.G., D.C. Church and K.R. Pond. 1995. *Basic Animal Nutrition and Feeding.* 4th ed. John Wiley and Sons. New York.
- Resnawati, H. 2002. Produksi karkas dan organ dalam ayam pedaging yang diberi ransum mengandung tepung cacing tanah (*Lumbricus rubbellus*). Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Balai Penelitian Ternak. Bogor.
- Selle, P.H., V. Ravindran, G. Ravindran and W.L. Bryden. 2007. Effects of dietary lysine and microbial phytase on growth performance and nutrient utilization of broiler chickens.

- Asian-Australasian *J. Anim. Sci.* 20(7): 1100–1107.
- Shapiro, F. And I. Nir. 1995. Stunting syndrome in broilers: Effect of age and exogenous amylase and protease on performance, development of the digestive tract, digestive enzyme activity, and apparent digestibility. *Poultry Science*. 74: 2019–2028.
- Si, J., C.A. Fritts, D.J. Burnham and P.W. Waldroup. 2001. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. *Poultry Science*. 80: 1472-1479.
- Siri, S., S. Tabioka and I. Tasaki. 1992. Effect of dietary fiber on growth performance, development of intestinal organs, protein and energy utilization, and lipid content of growing chicks. *Japan Poultry Science*. 20: 106 – 113.
- Sturkie. 2000. Avian physiology. Fifth Edition. Edited by : G. Causey Whittow. Departemen of Physiology. Jhon A. Burns School of Medicine University of Haway at Manoa. Hawaii. Academic Press
- Sumiati, W. Hermana dan A. Aliyani. 2002. Persentase berat karkas dan organ dalam ayam broiler yang diberi tepung daun talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot) dalam ransumnya. *Media Peternakan*. 26 (1): 4-10.
- Suthama, N. 2005. Kapasitas ribosomal saluran pencernaan pada ayam Kedu. *J. Peng. Pet. Trop.* 30(1): 7–12.
- Tadondjou, C. D. A., F. Ngoula, J. R. Kana, H. F. Defang, H. K. Mube and A. Tegua. 2013. Effect of dietary energy level on body weight, testicular development and semen quality of local barred chicken of the western highlands of Cameroon. *Advances in Reproductive Sciences*. 1(3): 38–43.
- Wahju, J. 2003. Ilmu Nutrisi Unggas. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Woyengo, T. A., E. Kiarie and C. M. Nyachoti. 2011. Growth performance, organ weights, and blood parameters of broilers fed diets containing expeller-extracted canola meal. *Poultry Science*. 90(11) 2520–2527.
- Zhou, Z.-X., Y. Isshiki, K. Yamauchi and Y. Nakahiro. 1990. Effects of force-feeding and dietary cereals on gastrointestinal size, intestinal absorptive ability and endogenous Nitrogen in ducks. *British Poultry Science*. 31: 307–317.