

Kecernaan dan Intensitas Warna Kuning Telur Itik Lokal yang Mendapat Pakan Tepung Kepala Udang, Tepung Daun Lamtoro dan Suplementasi L-Carnitin

(Digestibility and Egg Yolk Pigment Intensity of Local Ducks Fed Shrimps Head Meal, *Leucaena* Leaf Meal and L-Carnitine Supplementation)

Titin Widiyastuti, Caribu Hadi Prayitno dan Sudibya

Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

ABSTRACT: The experiment was conducted to determine the nutrient digestibility and egg yolk pigment intensity of local ducks which fed shrimps head meal, leucaena leaf meal and L-Carnitine supplement. The experimental method used was a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments i.e.: R₀ (feed with leucaena leaf meal), R₁ (feed with 25 ppm L-Carnitine supplement), R₂ (feed with 2% shrimps head meal) and R₃ (feed with 4% shrimps head meal). A total of 0.20% FeSO₄/kg feed was supplemented to all treatments. The results showed that L-Carnitine supplements and fed shrimps head meal (2% and 4%) have no significant effects ($P>0.05$) on crude fat and crude protein digestibility but have significant ($P<0.05$) effects on yolk pigment intensity. L-Carnitine supplements resulted in 86.69% crude fat and 90.78% crude protein digestibility. Ducks fed with 4% shrimps head meal (R₃) produced eggs with highest yolk pigment intensity (10.55).

Key Words: Shrimps head meal, L-Carnitine, digestibility, yolk pigment intensity

Pendahuluan

Itik lokal merupakan salah satu jenis ternak penghasil telur dan daging unggas yang potensial di Indonesia. Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan (2002) menyebutkan bahwa produksi telur itik mencapai 167,33 ribu ton dengan tingkat pertumbuhan 6,12% per tahun hampir sama dengan ayam petelur yang mempunyai tingkat pertumbuhan mencapai 7,41%. Jika konsumsi telur secara nasional mencapai 885,17 ribu ton maka tingkat pemenuhan konsumsi protein hewani asal telur yang dapat disumbang oleh itik adalah sebesar 18,90%.

Untuk meningkatkan daya dukung itik terhadap kebutuhan telur maka perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas itik. Salah satu faktor yang sangat berperan adalah faktor pakan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa perbaikan kualitas pakan dapat memperbaiki produktivitas itik. Kriteria tingginya produktivitas dapat dicerminkan oleh tingginya efektifitas penyerapan nutrisi pakan dan performans produksi yang ditampilkan. Kualitas telur menjadi salah satu kriteria yang dewasa ini menjadi perhatian konsumen, dimana telur dengan intensitas warna kuning kemerahan dan kandungan kolesterol yang rendah

sangat diminati oleh konsumen seiring dengan kesadaran akan pentingnya pangan yang sehat.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap pakan impor, penggunaan pakan lokal perlu dioptimalkan. Salah satu bahan pakan alternatif yang potensial untuk dimanfaatkan adalah daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*). Daun lamtoro memiliki nilai nutrisi yang cukup tinggi yaitu kandungan protein kasar sekitar 25 – 30% (NAS, 1984) dan sumber karotenoid dan xantofil yang lebih tinggi dibanding jagung kuning yaitu sebesar 888,72 mg/kg BK (Widiyastuti, 2001). Namun pemanfaatan daun lamtoro masih dibatasi oleh adanya senyawa mimosin yang bersifat toksik terutama untuk unggas. Salah satu metode detoksifikasi efektif untuk menurunkan kandungan mimosin adalah penambahan senyawa FeSO₄ dalam ransum yang mengandung daun lamtoro.

Limbah kepala udang juga merupakan pakan alternatif yang kaya nutrisi yaitu mengandung protein 59%, ME sekitar 2516 kkal/kg, kalsium 4,56% dan phosphor 1,78% juga sumber astaxanthin yaitu karotenoid yang potensial untuk pigmentasi.

Suplementasi L-Carnitine dapat meningkatkan digestibilitas nutrisi pada ternak monogastrik. Dilaporkan bahwa suplementasi L-Carnitine pada babi lepas sapih dapat memperbaiki digestibilitas nutrisi,

memperbaiki konversi pakan (Cho *et al.*, 1998), menurunkan kandungan lemak karkas (Owen *et al.*, 1996). Namun demikian hingga saat ini belum ada informasi mengenai penggunaan L-Carnitine pada unggas khususnya itik, sehingga mendorong penulis melakukan penelitian tentang pengaruh L-Carnitine terhadap digestibilitas nutrisi pakan itik. Sinergisme antara pemanfaatan daun lamtoro, limbah kepala udang, penambahan FeSO₄ dan L-Carnitine ini diharapkan dapat memperbaiki kinerja itik petelur baik ditinjau dari pemanfaatan nutrisi dan intensitas warna kuning telur itik dengan pakan yang mengandung tepung daun lamtoro dan limbah kepala udang serta suplementasi L-Carnitine. Diharapkan penelitian ini menjadi salah satu strategi dalam optimalisasi pakan guna pencapaian produktivitas ternak yang optimal.

Metode Penelitian

Materi penelitian adalah 20 ekor itik tegal siap produksi (umur 6 bulan) dengan bobot badan rata-rata 1408,05 g dan pakan disusun seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan yaitu: R₀ (pakan mengandung tepung daun lamtoro), R₁ (R₀ + L-Carnitine 25 ppm), R₂ (R₀ + 2% kepala udang), R₃ (R₀ + 4% kepala udang). Semua perlakuan ditambah dengan FeSO₄ 0,20%. Setiap perlakuan diulang 5 kali. Peubah yang diamati adalah pencernaan protein, pencernaan lemak, intensitas warna kuning telur. Data dianalisis menggunakan analisis ragam dan bila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (Steel dan Torrie, 1991).

Tata urutan kerja meliputi: mempersiapkan kandang dan pakan sebelum itik datang, memasang tag pada itik sebagai penanda perlakuan, melakukan masa adaptasi pakan (*preliminary*) selama 7 hari terakhir masa percobaan, serta mengamati peubah respon

Kecernaan Protein

Kecernaan protein dapat diestimasi dengan menganalisis kadar protein pakan dan feses dengan metode mikro kjeldhal (AOAC, 1984), kemudian menghitung selisih antara kadar protein pakan yang dikonsumsi dengan kadar protein feses.

Tabel 1. Susunan pakan percobaan

Bahan Pakan	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃
	(%)			
Jagung giling	53	53	53	53
Dedak padi	23	23	23	23
Tepung ikan	10	10	8	6
Tepung daun lamtoro	10	10	10	10
Tepung kepala udang	-	-	2	4
L-Carnitine	-	0,0025	-	-
Kapur	2,20	2,200	2,20	2,20
Tepung cangkang telur	1,60	1,600	1,60	1,60
Mineral mix	0,20	0,200	0,20	0,20

Tabel 2. Kandungan nutrisi pakan percobaan*

Nutrien	R ₀	R ₁	R ₂	R ₃
Protein kasar (%)	16,37	16,81	15,06	25,23
ME (kkal/kg)	2813,60	2813,60	2801,12	2799,84
Lemak kasar (%)	4,55	4,84	3,90	4,81
Serat kasar (%)	6	7	6	7
Ca (%)	1,94	1,94	1,92	1,91
P (%)	0,95	1,09	0,83	0,94

* Hasil analisis laboratorium IBMT (2004)

Kecernaan protein =

$$\frac{(\text{BKt} \times \text{PKt}) - (\text{BK feses} \times \text{PK feses})}{\text{BKt} \times \text{PKt}} \times 100\%$$

BKt : Bahan kering terkonsumsi

PKt : Protein kasar terkonsumsi

BK feses : Bahan kering feses

PK feses : Protein kasar feses

Kecernaan Lemak

Kecernaan lemak dapat diestimasi dengan menganalisis lemak pakan dan lemak feses menurut metode ekstraksi soxhlet (AOAC, 1984). Kemudian menghitung selisih antara lemak pakan yang terkonsumsi dengan lemak feses.

Kecernaan Lemak =

$$\frac{(\text{BKt} \times \text{LKt}) - (\text{BK feses} \times \text{LK feses})}{\text{Lemak pakan}} \times 100\%$$

BKt : Bahan kering terkonsumsi

LKt : Lemak kasar terkonsumsi

BK feses : Bahan kering feses

LK feses : Lemak kasar feses

Intensitas Warna Kuning Telur

Diamati menggunakan alat *Roche Yolk Color Fan* (skor 1 - 15). Telur dari masing-masing unit percobaan (5 butir telur per unit percobaan) dipecah dan ditempatkan pada cawan petri. Kemudian dilakukan pengamatan dengan cara mencocokkan warna kuning telur dengan gradasi warna pada *Roche Yolk Color Fan* selanjutnya dicatat skor yang tertera.

Hasil dan Pembahasan

Kecernaan Lemak Kasar

Sistem evaluasi pakan digunakan untuk menunjukkan nilai nutrisi pakan sehingga dapat digunakan untuk mengetahui kebutuhan nutrisi ternak.

Salah satu indikator nilai nutrisi pakan adalah kecernaan lemak. Wiseman (1990) menyebutkan bahwa beberapa variabel yang berpengaruh terhadap variabilitas nilai nutrisi lemak untuk ternak non ruminansia adalah struktur kimia lemak, umur ternak dan metode yang diterapkan dalam evaluasi. Selanjutnya dinyatakan pula bahwa lemak akan digunakan lebih efektif pada kondisi konsumsi yang lebih rendah.

Hasil penelitian (Tabel 3) menunjukkan bahwa rata-rata kecernaan lemak berkisar antara 71,48% sampai dengan 86,69%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kecernaan lemak kasar pakan percobaan, meskipun nilai kecernaan tertinggi ditunjukkan pada perlakuan R₁ yaitu pakan dengan suplementasi L-Carnitine. Hal ini menunjukkan bahwa L-Carnitine mampu meningkatkan kecernaan lemak pakan, seperti dilaporkan oleh Cho *et al.* (1998) bahwa suplementasi L-Carnitine dapat meningkatkan digestibilitas nutrient pada ternak monogastrik.

Dilaporkan bahwa suplementasi L-Carnitine pada babi lepas sapih dapat memperbaiki digestibilitas nutrient, dan memperbaiki konversi pakan. Tidak berpengaruhnya L-Carnitine secara statistik diduga karena level suplementasi yang masih rendah. Kisaran konsumsi pakan berturut-turut dari yang terendah adalah 114,26 g/ekor/hari (R₁), 142,54 g/ekor/hari (R₀), 144,18 g/ekor/hari (R₃), 147,18 g/ekor/hari (R₂). Pakan perlakuan dengan penambahan L-Carnitine menunjukkan tingkat konsumsi terendah dibanding yang lainnya. Konsumsi pakan menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05) terutama R₁ vs R₂, R₃, tetapi kisaran kandungan lemaknya tidak berbeda sehingga konsumsi lemak relatif sama. Kisaran kandungan lemak pakan yang berbeda justru pada perlakuan R₂ vs R₃ yang menyebabkan konsumsi lemak berbeda sangat nyata (P<0,01) yaitu 1,56 g (R₂) dan 2,27(R₃). Meskipun demikian secara statistik

Tabel 3. Kecernaan lemak kasar, protein kasar dan intensitas warna kuning telur itik lokal

Perlakuan	Kecernaan Lemak Kasar (%)	Kecernaan Protein Kasar (%)	Skor Warna Kuning Telur
R ₀	78,54	80,53	9,40 ^a
R ₁	86,69	90,78	10,30 ^{bc}
R ₂	71,48	80,31	9,63 ^{ab}
R ₃	81,24	81,65	10,55 ^{cd}

^{a,b,c,d} Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan ada perbedaan pada P<0,05

tingkat kecernaan yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang tidak nyata. Dapat dinyatakan bahwa penambahan L-Carnitine dalam pakan (R_1) cenderung meningkatkan efisiensi pakan ditinjau dari tingkat konsumsi dan tingkat kecernaan. Sesuai dengan pendapat Wiseman (1990) bahwa tingkat konsumsi pakan yang lebih rendah akan lebih efektif dalam penggunaan lemak. Level penggunaan L-Carnitine masih perlu ditingkatkan sehingga tingkat kecernaan lemak lebih optimal.

Carnitine (beta-hidroksi-gamma-trimetilamonium butirrat) atau $(CH_3)_3N + CH_2-CH(OH)-CH_2-COO$ telah diketahui secara alami sebagai komponen mirip vitamin yang mempunyai fungsi utama sebagai fasilitator transport asam lemak ke dalam mitokondria untuk menghasilkan energi (ATP) melalui β -oksidasi dan fosforilasi oksidatif (Bray dan Brigs, 1980; Muchtadi *et al.*, 1993). Carnitine mempengaruhi penggunaan lemak tanpa mempengaruhi performans pertumbuhan. Hal ini disebabkan L-Carnitine mempengaruhi metabolisme asam lemak melalui pengaturan enzim-enzim yang terlibat dalam metabolisme asetil KoA dalam siklus kreb.

Kecernaan Protein Kasar

Kecernaan protein menunjukkan banyaknya protein yang dapat dicerna oleh ternak dan merupakan indikator *bioavailability* nutrisi pakan yang sangat penting. Rataan nilai kecernaan protein pakan percobaan berkisar antara 80,13 sampai dengan 90,78% dengan nilai kecernaan tertinggi pada perlakuan R_1 (Tabel 3). Wahju (1997) menyatakan bahwa protein yang terdapat dalam pakan tidak dapat dicerna seluruhnya, terutama oleh unggas. Protein kasar dalam kebanyakan bahan pakan yang dipergunakan dalam pakan unggas mempunyai daya cerna antara 75 sampai dengan 90%. Selanjutnya Montgomery *et al.* (1983) menyatakan bahwa protein dalam keadaan natif tidak mudah dicerna, sedangkan protein yang struktur alaminya telah rusak (misalnya denaturasi panas), dipukul-pukul (denaturasi permukaan) atau transformasi kimia (oleh asam dalam lambung) lebih mudah dicerna karena ikatan-ikatan peptidanya menjadi lebih mudah untuk dihidrolisis oleh enzim sistem pencernaan menjadi komponen asam-asam amino.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kecernaan protein kasar, meskipun nilai tertinggi ditunjukkan pada pakan perlakuan R_1 . Hal ini

disebabkan konsumsi protein yang tidak berbeda nyata yaitu berkisar antara 19,202 sampai dengan 23,334 g/ekor/hari. Berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan protein untuk itik petelur dengan bobot rata-rata 1408,05 g adalah 23,06 g/ekor/hari. Konsumsi protein terendah (meskipun tidak nyata) ditunjukkan pada perlakuan R_1 . Berdasarkan tingkat konsumsi pakan rata-rata sebesar 137,04 g/ekor/hari maka seharusnya kandungan protein dalam pakan minimal 16,80% yang terpenuhi pada perlakuan R_1 .

Torun (1988) menyatakan besarnya konsumsi protein sangat dipengaruhi oleh konsumsi energi. Konsumsi energi akan berpengaruh terhadap neraca nitrogen, terutama jika konsumsi protein mendekati atau dibawah level kebutuhan. Ini akan mempengaruhi laju oksidasi dari asam amino tertentu. Tingkat kecernaan protein yang relatif lebih tinggi pada pakan R_1 dipengaruhi oleh tingkat kecernaan lemak yang tinggi pula. Seperti dinyatakan oleh Torun (1988) bahwa karbohidrat dan lemak meningkatkan metabolisme nitrogen dan asam amino, tetapi karbohidrat mempunyai aktivitas yang spesifik sehingga membuat karbohidrat lebih efektif daripada lemak dalam meningkatkan konsumsi protein. Cyr *et al.* (1991) menyatakan bahwa L-Carnitine juga berperan dalam mengatur enzim seperti piruvat karboksilase dan rantai cabang enzim asam keto dehydrogenase. Meningkatnya oksidasi asam lemak dapat mencapai level asetil KoA mitokondrial, enzim piruvat karboksilase tergantung pada asetil KoA yang dapat mensuplai rantai karbon untuk biosintesis asam amino.

Intensitas Warna Kuning Telur

Deposisi karotenoid pada jaringan tubuh menunjukkan kinerja tubuh yang baik. Pada individu yang sehat maka tingkat deposisi karotenoid akan lebih tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menduga tingkat kesehatan ternak. Di samping itu intensitas warna yang tinggi pada produk ternak unggas (telur maupun karkas) lebih disukai oleh konsumen. Deposisi karotenoid pada jaringan sangat tergantung pada *bioavailability* karotenoid yang dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik yaitu jenis, molekular *linkage*, jumlah karotenoid dalam pakan, matriks tempat karotenoid dikorporasikan, modifikasi absorpsi, status nutrisi ternak, faktor genetik, hubungan dengan inang dan interaksi diantara faktor-faktor tersebut. Untuk tipe karotenoid, Torrison (2000) menyatakan bahwa konsumsi karotenoid untuk pigmentasi pada produk ternak biasanya berbentuk *hydroxyl-* atau *keto-* karotenoid. Daun lamtoro mengandung karotenoid

dalam bentuk hydroxyl-, seperti dinyatakan oleh Garcia *et al.* (1996), daun lamtoro mengandung karotenoid yaitu Xanthophyll 753,00 mg/kg BK, lutein 543,00 mg/kg BK, Zeaxanthin 128,00 mg/kg BK, Carotene 237,50 mg/kg BK. Kepala udang mengandung karotenoid dalam bentuk *hydroxyl-* dan *keto* yaitu *Astaxanthin* (3,3'-dihydroxy-4,4'-diketo- β -catotene) yang merupakan karotenoid merah alami. Senyawa tersebut banyak dijumpai pada hewan laut seperti udang dan ikan salmonid.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata skor 9,4 sampai dengan 10,55 (diukur menggunakan *Roche Yolk Colour Fan*) (Tabel 3). Skor ini menunjukkan intensitas warna kuning telur yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian Prabowo (2001) yang menggunakan tepung daun enceng gondok hingga 10% dengan skor warna kuning telur berkisar antara 2 sampai dengan 7. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap intensitas warna kuning telur itik, dengan nilai tertinggi pada perlakuan R_3 yaitu 10,55. Hal ini disebabkan karena udang serta sejenisnya mengandung kadar karotenoid yang cukup tinggi yaitu *astaxanthin* dan *ascene* yang potensial untuk pigmentasi (Torrison, 2003). Disamping itu kepala udang diduga juga mengandung carnitin, hal ini terungkap bahwa secara umum *ingredient* pakan hewani mempunyai kandungan carnitin lebih tinggi dibanding pangan nabati (Owen *et al.*, 1997). Hasil uji lanjut dengan uji beda nyata terkecil (BNT) menunjukkan bahwa perlakuan R_0 berbeda nyata dengan perlakuan R_1 , R_3 ($P < 0,05$), hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan L-Carnitine dan tepung udang pada pakan dapat meningkatkan intensitas warna kuning telur itik. Pakan R_0 mengandung sumber pigmen yang paling rendah yaitu hanya dari tepung daun lamtoro dibanding pakan lain terutama R_2 dan R_3 yang mengandung sumber pigmen asal daun lamtoro dan tepung kepala udang. Penambahan L-Carnitine dalam pakan (R_1) mampu meningkatkan intensitas warna kuning telur yang berbeda tidak nyata dengan R_2 dan R_3 . Hal ini menunjukkan bahwa L-Carnitine berfungsi dalam membantu transport asam lemak ke dalam mitokondria, hal yang sama terjadi pada karotenoid yang merupakan salah satu nutrisi yang larut lemak dengan tipe pencernaan dan absorpsi yang sama. Seperti dikemukakan oleh Muchtadi *et al.* (1993) bahwa setelah bahan pakan sumber vitamin A dan karotenoid dikonsumsi, maka sesampainya di lambung vitamin maupun karotenoid akan dilepaskan oleh kerja enzim pepsin di dalam lambung dan oleh

enzim-enzim proteolitik yang terdapat pada usus bagian atas. Selanjutnya karotenoid dan turunan-turunan vitamin A akan terkumpul dalam globula-globula lemak yang terdispersi di dalam usus bagian atas. Vitamin A dalam bentuk emulsi lemak tersebut selanjutnya dihidrolisis oleh berbagai enzim esterase dalam pankreas, akan membebaskan karotenoid dan vitamin A. Di samping itu trigliserida, fosfolipid, dan ester - ester kolesterol juga mengalami hidrolisis. Partikel-partikel teremulsi yang terbentuk, mula-mula berdifusi ke dalam lapisan glikoprotein di sekitar mikrofil sel-sel epitel usus dan kemudian diserap.

Perlakuan pakan yang mengandung tepung kepala udang 2% (R_2) dan 4% (R_3) menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$). Hal ini jelas menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah karotenoid yang terkandung dalam pakan akan menghasilkan tingkat intensitas warna kuning telur yang lebih tinggi.

Kesimpulan

Suplementasi L-Carnitine dalam pakan mempunyai pengaruh yang sama dengan penambahan kepala udang 2 dan 4% terhadap pencernaan lemak kasar dan protein kasar, dan deposisi karotenoid pada kuning telur itik tegal. Penambahan kepala udang 4% menghasilkan warna kuning telur sebanding dengan penambahan L-Carnitine 25 ppm.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Program Semique V atas dana yang diberikan sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- AOAC, 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. W. Harwitz (Ed). Benjamin Franklin Station. Washington DC.
- Bray, D.L., and G.M. Briggs, 1980. Carnitine. In : R. Goodhart and M. Shills eds. *Modern Nutrition in Health and Diseases*. Lea and Febiger. Philadelphia, Pp. 291 - 293.
- Cho, W.T., J.H. Kim, I.K. Han, K.N. Heo and J. Odle, 1998. Effects of l-carnitine with different lysine levels on growth and nutrient digestibility in pig weaned at 21 days of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Science* 12: 799-805.
- Cyr, D.M., S.G. Egan, C.M. Brini and G.C. Tremblay, 1991. On the mechanism of inhibition of

- gluconeogenesis and ureagenesis by sodium benzoat. *Biochemistry and Pharmacology* 42 : 645–650.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Peternakan, 2002. *Statistik Pertanian 2002*. Departemen Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Montgomery, R., R.L. Dryer, T.W. Conway and A.A. Spector, 1983. *Biokimia*. Jilid I Edisi ke-4. Terjemahan: Ismadi, M. 1993. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Muchtadi, D., N.S. Palupi dan M. Astawan, 1993. *Metabolisme Zat Gizi. Sumber, Fungsi dan Kebutuhan bagi Tubuh Manusia Jilid II*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- NAS, 1984. *Leucaena : Promising Forage and Tree Crop for the Tropics*. Second Edition. National Academy of Sciences. Washington.
- Owen, K.Q., J.L. Nelssen, R.D. Goodband, T.L. Weeden and S.A. Blum, 1996. Effects of L-Carnitine and soybean oil growth performance and body composition of early-weaned pigs. *Journal of Animal Science* 74: 1612–1619.
- Owen, K.Q., I.H. Kim and C.S. Kim, 1997. The role of L-carnitine in swine nutrition and metabolism. *Korean Journal of Animal Nutrition and Feeding* 21(1): 41–58.
- Prabowo, A., 2001. Evaluasi pencernaan protein *in vitro*, kelarutan dan berat molekul protein serta kandungan asam amino eceng gondok dan penggunaannya dalam pakan itik petelur. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie, 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik*. Edisi kedua. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Torrissen, O.J., 2000. *Dietary Delivery of Carotenoids*. In: *Antioxidant in Muscle Foods; Nutritional Strategies to Improve Quality*. E.A. Decker, C. Faustman, C.J. Lopez-Bote (Eds). Wiley Interscience. New York.
- Torun, B., 1988. *Energi – Nutrient Interactions*. Bodwell, C.E and J.W. Erdman, Jr. (Eds) Institute of Food Technologists. Basic Symposium Series. Chicago, Illinois.
- Wahju, J., 1997. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widiyastuti, T., 2001. Detoksifikasi daun lamtoro (*Leucena leucocephala*) secara fisik dan kimia serta pemanfaatannya sebagai sumber pigmentasi dalam ransum ayam broiler. *Tesis*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wiseman, J., 1990. *Variability in The Nutritive Value of Fats for Non-Ruminants*. In: *Feedstuff Evaluation*. Wiseman, J. and D.J.A. Cole (Eds). Butterworths. London.