

**PENGARUH PENGGUNAAN MINYAK LEMURU DAN MINYAK SAWIT
DALAM RANSUM TERHADAP RASIO ASAM LEMAK OMEGA-3 DAN OMEGA-6
DALAM TELUR BURUNG PUYUH (*Coturnix coturnix japonica*)
[*The Effects of Sardine and Palm Oil in Rations on the Ratio of Omega-3 to
Omega-6 Fatty Acids in Eggs of Coturnix coturnix japonica*]**

H. Surti dan P. Astuti

Akademi Peternakan Karanganyar, Surakarta

Received September 11, 2006; December 29, 2006

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan minyak lemuru dan minyak sawit dalam ransum terhadap rasio asam lemak omega-3 dan omega-6 dalam telur burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). Penelitian dilakukan di UPT APEKA Karanganyar selama 5 bulan dengan menggunakan burung puyuh sebanyak 210 ekor, terbagi menjadi 7 perlakuan dan 3 ulangan, masing-masing ulangan 10 ekor. Perlakuan yang diterapkan adalah : T1 = ransum kontrol, berupa pakan puyuh komersial; T2 = berupa pakan campuran terdiri dari dedak, jagung dan konsentrat; T3 = ransum T2 ditambah minyak sawit 8%; T4 = ransum T2 ditambah minyak sawit 6% dan minyak lemuru 2%; T5 = ransum T2 ditambah minyak sawit 4% dan minyak lemuru 4%; T6 = ransum T2 ditambah minyak sawit 6% dan minyak lemuru 2% dan T7 = ransum T2 ditambah minyak lemuru 8%. Variabel yang diamati adalah konsumsi pakan, konsumsi protein, produksi telur, berat telur, kandungan kolesterol, omega-3 dan omega-6 telur. Data yang diperoleh dianalisis variansi menggunakan rancangan acak lengkap.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan minyak lemuru dalam pakan secara nyata menurunkan konsumsi pakan, konsumsi protein, konsumsi energi, produksi telur, konversi pakan dipengaruhi secara nyata ($P < 0,01$). Berat telur rata-rata 9,44 gram per butir, tidak dipengaruhi oleh perlakuan. Kandungan kolesterol telur burung puyuh semakin menurun berkorelasi positif dengan adanya minyak sawit dan minyak lemuru dalam pakan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan minyak lemuru dalam pakan dapat memperbaiki rasio omega-3 omega-6 dalam telur.

Kata kunci : minyak sawit, minyak lemuru, rasio Omega-3:-Omega-6, telur burung puyuh.

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the effect of sardine and palm oil in the ration on the performance and ratio of omega-3 to omega-6 fatty acids in egg of Japanese quail. The 210 quail were divided randomly into 7 groups and were fed on : T1 = commercial feed; T2 = rice bran + corn + concentrate; T3 = T2 + 8 % palm oil; T4 = T2 + 6 % palm oil and 2 % sardine oil; T5 = T2 + 4 % palm oil and 4 % sardine oil; T6 : T2 + 2 % palm oil and 6 % sardine oil; and T7 = T2 + 8 % sardine oil, respectively. The experimental treatments were arranged in a completely randomized design.

The results showed that the consumption, egg production, and feed conversion were significantly different ($P < 0.01$) among treatments. The use of palm and sardine oil in the ration decreased cholesterol content but it increased Omega-3 and Omega-6 fatty acids in egg. The inclusion of sardine oil in the ration could improve the ratio of Omega-3 to Omega-6 fatty acids in the egg.

Keywords : sardine oil, palm oil, omega-3, Japanese quail egg

PENDAHULUAN

Sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk, meningkatnya kesadaran pentingnya gizi bagi kehidupan serta meningkatnya pendapatan masyarakat, maka per-mintaan protein hewani asal ternak meningkat pula. Salah satu produsen protein hewani yang potensial adalah burung puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). Sebagai penghasil telur, burung puyuh cukup potensial, namun begitu kandungan kolesterol telur burung puyuh cukup tinggi.

Kandungan kolesterol ransum ternyata ada hubungan-nya dengan kadar kolesterol telur. Ada indikasi bahwa meningkatnya konsentrasi kolesterol dalam ransum juga meningkatkan kadar kolesterol telur. Pendapat umum menyatakan bahwa kelebihan kadar kolesterol dapat diturunkan dengan mengurangi konsumsi kolesterol pakan dan menambah konsumsi asam lemak tak jenuh yang berikatan rangkap lebih dari satu.

Bahan penyusun ransum unggas (termasuk burung puyuh) umumnya adalah terdiri dari 70% bahan sumber energi dan 25% sumber protein. Minyak merupakan sumber energi, yang disamping keberadaannya cukup melimpah juga cukup mengandung asam lemak esensial yang dibutuhkan oleh tubuh. Minyak lemuru (*Sardinella longiceps*) merupakan hasil samping industri pengalengan ikan lemuru yang cukup melimpah dan pemanfaatannya belum optimal dan berpotensi sebagai sumber asam lemak omega-3 (Estiasih, 1996), sedangkan minyak sawit yang mengandung omega-6 cukup tinggi (NRC, 1994) banyak tersedia di pasaran dengan harga yang cukup murah.

Pemanfaatan Omega-3 dalam pakan tergantung pada keseimbangan asam lemak lainnya, terutamaimbangan Omega-6 dan Omega-3 agar dapat diabsorpsi secara optimal (Leeson dan Atteh, 1995). Oleh sebab itu, untuk melihat optimalitas penggunaan

minyak lemuru digunakan minyak lain sumber Omega-6 yaitu minyak sawit sebagai bahan penyusun ransum. Di sisi lain, kandungan nutrisi telur sangat tergantung pada pakan yang diberikan. Walaupun kandungan gizi dalam telur burung puyuh lengkap berupa protein, lemak, vitamin dan mineral, tetapi kandungan kolesterolnya sangat tinggi (3600 mg/10 g). Kekhawatiran terhadap kolesterol bila mengkonsumsi telur, menyebabkan banyak dilakukan penelitian untuk menurunkan kolesterol telur, tetapi hasilnya kurang memuaskan.

Penggunaan minyak ikan lemuru dalam ransum ayam pedaging ternyata dapat menurunkan kadar lemak dan kolesterol daging, tetapi sebaliknya menurunkan kinerja ayam (Supadmo, 2000). Penggunaan kedua jenis minyak, baik secara sendiri-sendiri maupun kombinasinya telah diteliti pada ayam petelur. Hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan minyak lemuru mampu menurunkan kandungan kolesterol telur dan meningkatkan kandungan Omega-3 secara signifikan, sedang kombinasi kedua jenis minyak (2% minyak lemuru dan 6% minyak sawit) memberikan hasil telur dengan produksi dan kualitas telur yang baik dan rasio Omega-3 dan Omega-6 dalam telur yang seimbang (Sulistiawati, 1998). Farrel (1995) melaporkan bahwa penggunaan Omega-3 dalam ransum ayam akan menurunkan konsumsi dan efisiensi pakan dibanding dengan ransum komersial, tetapi apakah hal serupa terjadi pada burung puyuh masih perlu diteliti lebih lanjut. Salah satu fungsi Omega-3 adalah menghambat biosintesis kolesterol, sehingga keberadaan Omega-3 dalam ransum burung puyuh dapat digunakan untuk melihat sejauh mana penurunan kolesterol dalam telur. Parakkasi (1983) menyatakan bahwa kombinasi beberapa sumber asam lemak menghasilkan energi yang berbeda dibandingkan pemberian sumber asam lemak secara sendiri-sendiri. Oleh karena itu, penggunaan minyak sawit dan minyak lemuru dalam ransum burung puyuh dilakukan dengan

Tabel 1. Komposisi Pakan Penelitian

	Pakan Puyuh Petelur (%)	Konsentrat (%)	Jagung (%)	Bekatul (%)	Minyak sawit (%)	Minyak Lemuru (%)	Protein Kasar (%)
T1	100	0	0	0	0	0	21
T2	0	50	30	20	0	0	21,1
T3	0	50	30	20	8	0	21,1
T4	0	50	30	20	2	6	21,1
T5	0	50	30	20	4	4	21,1
T6	0	50	30	20	2	6	21,1
T7	0	50	30	20	0	8	21,1

tujuan untuk menghasilkan telur yang kaya asam lemak esensial, terutama Omega-3 dengan kandungan kolesterol yang rendah dan dalam batas tidak mengganggu kinerja burung puyuh.

Penelitian ini dirancang untuk mengetahui pengaruh penggunaan minyak lemuru dan minyak sawit dalam ransum baik secara sendiri-sendiri maupun kombinasinya terhadap kinerja burung puyuh dan kandungan asam lemak Omega-3 dalam telurnya. Disamping itu, agar dapat diketahui kombinasi yang paling tepat antara kedua minyak dalam ransum untuk menghasilkan telur dengan kandungan Omega-3 tinggi, kadar kolesterol rendah tanpa mengganggu kinerja burung puyuh.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di Unit Praktek Ternak (UPT) Akademi Peternakan Karanganyar dan analisis kimia dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Pusat Antar Universitas, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Dalam penelitian ini digunakan burung puyuh betina umur 10 minggu sebanyak 210 ekor. Burung puyuh selanjutnya secara acak dimasukkan ke dalam 21 unit kandang kelompok masing-masing 10 ekor. Setiap 3 unit kandang yang masing-masing sebagai ulangan digunakan untuk satu perlakuan ransum (7 kelompok perlakuan, masing-masing 3 ulangan, setiap ulangan terdiri dari 10 ekor burung puyuh). Kandang yang digunakan berukuran panjang 60 cm, lebar 40 cm dan tinggi 25 cm, dengan konstruksi kawat ram 1 cm.

Bahan penyusun ransum terdiri dari minyak lemuru (PT. Maya Muncar, Banyuwangi), minyak sawit (PT. Intiboga Sejahtera, Jakarta) dan konsentrat ayam petelur komersial produksi PT Charoen Pokphan, jagung kuning, dedak padi halus, dengan perbandingan 50% : 30% dan 20% dan pakan puyuh petelur produksi PT. Comfeed sebagai kontrol.

Ransum perlakuan disusun berdasarkan hasil analisis proksimat bahan pakan penyusun ransum dan persyaratan kebutuhan nutrisi burung puyuh (NRC, 1994). Ransum diberikan 2 kali sehari sekitar pukul 07.00 pagi dan pukul 14.00 sore secara *ad libitum*. Perlakuan yang diterapkan adalah : T1 = ransum kontrol, berupa pakan puyuh komersial; T2 = pakan campuran terdiri dari dedak, jagung dan konsentrat; T3 = ransum kontrol T2 ditambah minyak sawit 8%;

T4 = ransum T2 ditambah minyak sawit 6% dan minyak lemuru 2%; T5 = ransum T2 ditambah minyak sawit 4% dan minyak lemuru 4%; T6 = ransum T2 ditambah minyak sawit 6% dan minyak lemuru 2% dan T7 = ransum T2 ditambah minyak lemuru 8%.

Burung puyuh dipelihara selama 14 minggu (2 minggu masa pra perlakuan ditambah 12 minggu masa perlakuan). Variabel yang diamati meliputi konsumsi pakan (g/ekor/hari; North, 1984), konsumsi protein (g/ekor/hari, North, 1984), produksi telur (% QDA "quail day average"; Roosпитasari, 1982), berat telur (gram) dan konversi pakan dengan membandingkan konsumsi pakan (g/ekor/hari) dengan "egg mass" (% QDA x berat telur (g)), rasio asam lemak (Omega-3 dan Omega-6) telur, kolesterol telur. Analisis kimia untuk penentuan asam lemak (Omega-3 dan Omega-6) telur, asam lemak ransum perlakuan (Omega-3 dan Omega-6) dan kolesterol telur dilakukan setelah 4 minggu perlakuan. Data yang diperoleh diuji dengan sidik ragam dan bila terjadi perbedaan selanjutnya diuji dengan uji wilayah berganda dari Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Pakan

Rata-rata konsumsi pakan burung puyuh pada penelitian ini adalah $15,4 \pm 1,13$ g/ekor/hari (Tabel 2). Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa konsumsi pakan dipengaruhi oleh penambahan minyak sawit dan minyak lemuru dalam pakan. Konsumsi pakan tertinggi adalah T1, T2, T3, T7 dan T4, berbeda sangat nyata dengan T6 dan terendah adalah T5. Forbes (1986) menyatakan bahwa peningkatan lemak dapat menurunkan konsumsi pakan, sedangkan Brue dan Latshaw (1985) menyatakan bahwa perbedaan komposisi asam lemak juga mempengaruhi konsumsi pakan. Dalam penelitian ini tampaknya perbedaan kandungan lemak bukan merupakan faktor utama yang mempengaruhi rendahnya konsumsi pakan pada T5, karena kandungan lemak relatif sama dengan perlakuan yang lain yang menunjukkan tidak ada perbedaan konsumsi protein. Kandungan energi juga merupakan faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan (Damron dan Sloan, 1990). Pada penelitian ini kandungan energi baik kontrol maupun perlakuan masih dalam ambang batas kecukupan, tetapi pakan yang mengandung minyak lemuru maupun minyak sawit-lemuru mungkin mengalami penurunan

Tabel 2. Rata-rata Konsumsi Pakan, Produksi Telur, Berat Telur, dan Konversi Pakan

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Konsumsi pakan (g/ek/hari)	16,46±0,07 ^a	16,25±0,04 ^a	15,97±0,27 ^{ab}	15,42±0,26 ^{ab}	13,17±0,28 ^c	14,78±0,87 ^b	15,75±0,34 ^a
Konsumsi protein (g/ek/hari)	3,45±0,02 ^a	3,45±0,01 ^a	3,39±0,06 ^a	3,27±0,05 ^{ac}	2,79±0,06 ^b	3,14±0,18 ^c	3,36±0,07 ^{ac}
Produksi telur (%)	65,01±3,76 ^a	55,36±7,78 ^a	50,46±6,45 ^b	41,60±3,29 ^{cb}	32,47±4,91 ^c	30,75±3,48 ^d	54,89±3,67 ^a
Berat telur (g)	9,65±0,51	9,65±0,70	9,13±0,56	9,88±0,23	9,75±0,26	9,09±0,21	8,93±0,78
Konversi pakan	2,63±0,15 ^a	3,09±0,43 ^{ab}	3,53±0,67 ^{ab}	3,77±0,40 ^{ab}	4,22±0,40 ^{bc}	5,37±0,60 ^c	3,19±0,12 ^{ab}

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata ($P < 0,05$).

palatabilitas, karena pakan menjadi lebih lengket dan bau menjadi amis.

Konsumsi Protein

Rata-rata konsumsi protein burung puyuh adalah $3,33 \pm 0,24$ g/ekor/hari. Konsumsi protein berkorelasi positif dengan konsumsi pakan, karena kandungan protein untuk masing-masing perlakuan adalah sama. Tetapi tampaknya ada perbedaan yang bermakna pada T6 dan T5 dengan perlakuan yang lain. T5 memperoleh asupan protein terkecil disusul T6 dan disusul perlakuan yang lain. Dari data tersebut menunjukkan bahwa puyuh yang diberi minyak lemuru menunjukkan asupan protein menurun. Diduga dalam hal ini penurunan konsumsi energi dan konsumsi pakan merupakan pembatas utama, karena meningkat dan menurunnya asupan protein seiring dengan menurun atau meningkatnya konsumsi pakan.

Produksi Telur

Rata-rata produksi telur burung puyuh pada penelitian ini adalah $47,22 \pm 12,73\%$. Produksi telur terendah ditemukan pada T6 yaitu $30,75 \pm 3,48\%$, T5 sedikit di atasnya ($32,47 \pm 4,91$), sedangkan tertinggi dicapai oleh puyuh kontrol ($65,01 \pm 3,76\%$). Tampaknya pemberian minyak (lemuru maupun sawit) mempunyai efek menurunkan produksi telur. Hal ini tampaknya ada hubungannya dengan menurunnya konsumsi pakan, asupan protein dan energi serta asam lemak yang terkandung di dalamnya. Menurut Leeson dan Atteh (1995), produksi telur dipengaruhi oleh kombinasi asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh dalam ransum, dimana sinergisme keduanya

memberikan pengaruh biologis pada batas maksimum tertentu. Pada penelitian ini tampaknya kombinasi 4% minyak lemuru dan 4% minyak sawit memberikan hasil yang paling mengecewakan, sedangkan perlakuan yang lain tidak pula meningkatkan produksi puyuh. Diduga kombinasi yang diberikan telah melewati ambang batas sinergisme sesuai yang dikemukakan oleh Leeson dan Atteh (1995).

Berat Telur

Rata-rata berat telur burung puyuh pada penelitian ini adalah $9,44 \pm 0,38$ g per butir. Berat telur dari semua perlakuan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata. Semua berat telur pada batas-batas normal, hal ini berarti bahwa semua puyuh menunjukkan kinerja yang normal/standar. Menurut Leeson dan Summer (1991), berat telur dipengaruhi oleh asam linoleat dan metionin. Asam linoleat mengontrol protein dan lipida yang diperlukan untuk perkembangan folikel dan secara langsung mengontrol ukuran telur (March dan McMillan, 1990). Tidak adanya perbedaan pada penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan asupan asam lemak khususnya linoleat, sehingga berat telur tidak terpengaruh, walaupun dari sisi produksi ada perbedaan.

Konversi Pakan

Konversi pakan burung puyuh pada penelitian ini adalah $3,68 \pm 0,91$. Konversi pakan terbaik dicapai oleh puyuh kontrol (2,63) dan paling tidak efisien T6 (5,37) yang terdapat perbedaan yang bermakna, sedangkan perlakuan lainnya berada diantara keduanya dan tidak berbeda nyata. Konversi pakan yang tinggi pada perlakuan nampaknya ada kaitannya

Tabel 3. Kandungan Kolesterol dan Asam Lemak Telur Burung Puyuh

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Kolesterol (mg/100 g)	120,32	109,00	119,05	61,24	55,14	55,01	54,82
Omega-3 (%)	0,044	0,061	0,037	1,536	1,648	1,675	1,703
Omega-6 (%)	1,062	1,254	22,431	20,042	19,250	18,932	18,674
Rasio O=3 : O-6	1 : 24	1 : 21	1 : 122,5	1 : 13	1 : 11,7	1 : 11,3	1 : 11

dengan "egg mass" yang relatif sama untuk semua perlakuan, sedangkan konsumsi pakan berbeda. Pakan kontrol merupakan pakan yang paling seimbang nutrisinya dan paling efisien untuk menghasilkan telur. Menurut Listyowati dan Roosпитasari (1995), konversi pakan burung puyuh umur 16 minggu adalah 2,63 sampai 3,83. Dengan demikian konversi pakan yang dicapai pada penelitian ini masih dalam batas efisiensi pakan.

Kandungan Kolesterol dan Asam Lemak

Kandungan kolesterol telur rata-rata pada burung puyuh tanpa pemberian minyak adalah 114,66 mg/100 g (Tabel 3), sedangkan burung puyuh yang diberi pakan tambahan minyak mengandung kolesterol 69,05 mg/100 g. Kandungan kolesterol terendah dicapai oleh T7 (54,82 mg/100 g) diikuti oleh puyuh yang diberikan perlakuan minyak lemuru (T6, T5, T4), yang hanya mengandung sekitar 50% dari kolesterol puyuh kontrol (T1 = 120,32 mg/100 mg dan T2 = 109 mg/100 mg) (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan minyak lemuru berperan menurunkan kandungan kolesterol telur puyuh. Penurunan tersebut berkaitan dengan semakin meningkatnya Omega-3 pada ransum yang mengandung minyak lemuru dapat menurunkan kolesterol telur. Hal ini sesuai dengan pendapat Parks *et al.* (1989) yang disitasi oleh Griffin (1992) bahwa Omega-3 dapat menghambat terjadinya biosintesis kolesterol serta menurunkan VLDL-kolesterol dan trigliserida plasma. Jiang dan Sim (1991) menyatakan bahwa faktor yang menentukan kandungan kolesterol dalam telur adalah berat kuning telur, kuning telur yang kecil mengandung kolesterol yang lebih rendah dibanding kuning telur yang besar. Rasio Omega-3 : Omega-6 terbaik dicapai oleh T7 diikuti T6, T5 dan T4 (Tabel 3). Hal ini tampak peran minyak lemuru dalam meningkatkan kandungan omega 3 telur.

Pada penelitian ini terlihat bahwa semakin tinggi kandungan minyak lemuru semakin kecil kandungan kolesterol telur. Namun hal itu tidak diketahui apakah kandungan kolesterol menurun selaras dengan

menurunnya ukuran kuning telur atau memang kandungan kolesterolnya yang menurun dengan ukuran kuning telur yang sama.

Kandungan Omega-3 (ALA, EPA, DHA) meningkat cukup signifikan seiring meningkatnya minyak lemuru, sedangkan kandungan Omega-6 terjadi lonjakan yang sangat tinggi dari hanya 1,62% pada puyuh kontrol menjadi 22,43% pada T3 (puyuh dengan minyak sawit) dan semakin menurun seiring dengan menurunnya kandungan minyak sawit, tetapi tetap tinggi pada T7, walaupun tanpa minyak sawit. Di sini terlihat bahwa minyak lemuru juga berpengaruh terhadap kandungan Omega-6 telur, disamping berpengaruh terhadap peningkatan Omega-3.

Peningkatan Omega-3 ini sesuai dengan penelitian Marshal *et al.* (1994) yang disitasi oleh Leskanich dan Noble (1997) bahwa ransum yang menggunakan 1,5% minyak menhaden dapat meningkatkan Omega-3 dibanding ransum kontrol. Asam linoleat (Omega-6) pada telur semakin menurun seiring meningkatnya kandungan Omega-3, hal ini diduga tingginya Omega-3 akan menghambat sintesis Omega-6, sesuai dengan pendapat Murray *et al.* (1995) bahwa biosintesis Omega-3 akan menghambat biosintesis Omega-6 dengan cara berkompetisi untuk sistem enzim yang sama.

Rasio Omega-3 dan Omega-6 dalam telur menunjukkan telur dari ransum yang mengandung minyak sawit dan lemuru mempunyai rasio yang kecil dibanding kontrol. Menurut Leeson dan Atteh (1995), rasio yang baik antara Omega-3 dan Omega-6 adalah 1 : 5. Pada penelitian ini rasionya sekitar 1 : 10 pada puyuh perlakuan, sedangkan pada kontrol 1 : 20. Hal ini berarti pemberian minyak lemuru dan atau minyak sawit mampu menurunkan rasio Omega-3 dan Omega-6 menjadi hanya separuhnya, walaupun belum bisa diperoleh rasio yang paling baik (1:5). Kenaikan Omega-3 dalam telur akibat pemberian minyak lemuru dari 0,0044% pada T1 menjadi 1,703% ini sesuai dengan hasil penelitian Caston dan Leeson (1990),

yang disebabkan oleh meningkatnya DHA, EPA dan ALA.

KESIMPULAN

Penggunaan minyak lemuru dan minyak sawit cenderung menurunkan produksi, konsumsi pakan dan efisiensi pakan. Penggunaan minyak lemuru mampu menurunkan kolesterol telur dan meningkatkan kandungan Omega-3 dan Omega-6 dengan rasio yang lebih seimbang.

DAFTAR PUSTKA

- Anggorodi, R. 1985. Ilmu Makanan Ternak Unggas Kemajuan Mutakhir. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Brue, R. N. and J. D. Latshaw. 1985. Energy utilization by broilers chicken as affected by various fats and fats levels. Poultry Sci. 69 : 1617 – 1620.
- Caston, L., and Leeson. 1990. Research note : dietary flax and egg composition. Poultry Sci. 69 : 1617 – 1620.
- Estiasih, T. 1996. Mikroenkapsulasi Konsentrat Asam Lemak Omega-3 dari Limbah Cair Pengalengan Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). Program Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Damron, B. L., and R. Sloan. 1990. Reseach note : energy supplementation of laying hen feed and drinking water. Poultry Sci. 69 : 1806-1808.
- Farrell, D. J. 1995. The Heart Smart Egg : Why It is Good for You. Proceedings The 2nd Poultry Science Symposium of WPSA Indonesian Branch. p: 10-20.
- Forbes, J. M. 1986. The Voluntary Food Intake of Farm Animal. Butterworths, London, Toronto, Wellington.
- Griffin, H. D. 1992. Manipulation of egg yolk cholesterol : a physiologist's view. World Poultry Sci. J. 48 : 102-112.
- Jiang, Z. and J. S. Sim. 1991. Research note : egg cholesterol values in relation to the age of laying hens and yolk weights. Poult. Sci. 70 : 1838 – 1841.
- Leeson, S., and J. O Atteh. 1995. Utilization of fats and fatty acids by Turkey poult. Poultry Sci. 74 : 2003 - 2010.
- Leeson, S., and J. D. Summer. 1991. Commercial Poultry Nutrition. University Books, Guelph, Ontario, Canada.
- Leskanich, C. O. and R. C. Noble. 1997. Manipulation of the n-3 polyunsaturated fatty acid composition of avian eggs and meat. World Poultry Sci. J. 53 : 155 – 183.
- Listiyowati, E. dan K. Roospitasari. 1995. Puyuh, Tatalaksana Budidaya secara Komersial. Penebar Swadaya, Jakarta.
- March, B. E., and C. MacMillan, 1990. Linoleic acids as a mediator of egg size. Poultry Sci. 69 : 634-639.
- Murray, R. K., D. K. Ganner, P. A. Mayes and V. W. Rodwell. 1995. Biokimia Harper. EGC, Jakarta.
- NRC. 1994. Nutrient Requirements of Poultry. 9th Ed. National Academy Press, Washington D.C.
- North, M. O. 1984. Commercial Chicken Production Manual. 3^{ed} Avi Publishing Company, Inc., Wesport Connecticut.
- Nugroho, E. dan I. G. K. Majun. 1981. Beternak Burung Puyuh. Eka Offset. Semarang.
- Parakkasi, A. 1983. Ilmu Gizi dan Makanan Ternak Monogastrik. UI Press, Jakarta.
- Prawirokusumo, S. 1993. Ilmu Gizi Komparatif. BPFE, Yogyakarta.
- Roospitasari. 1982. Puyuh. Tata Laksana secara Komersial. Panebar Swadaya. Jakarta.
- Supadmo. 2000. Penggunaan Minyak Ikan Lemuru dalam Ransum sebagai Sumber Asam Lemak Omega-3 untuk Memperbaiki Kualitas Lemak Daging Broiler. Buku Panduan dan Kumpulan Abstrak Seminar Nasional, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sulistiwati, D. 1998. Pengaruh Penggunaan Minyak Lemuru dan Minyak Sawit dalam Ransum terhadap Kinerja Ayam dan Kandungan Lemak Omega-3 dalam Telur. Tesis S-2. Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Van Elswyk, M. E. 1997. Nutritional physiological effects of flax seed in diets for laying fowl. World Poultry Sci. J. 53 : 253-264.
- Wahyu, J. 1992. Ilmu Nutrisi Unggas. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.