

EFFECT OF PROBIOTIC *Lactococcus plantarum* FROM BLONDO ON THE FEED INTAKE AND FEED CONVERSION OF LAYING HENS

YAYUK KURNIA RISNA

Dosen Program Studi Peternakan Universitas Almuslim

ABSTRACT

The study was conducted to determine the use of *Lactococcus plantarum* as a probiotic on performance and egg quality. This study used 150 individual layers of medium type strain of Isa Brown age 20 weeks. The study consisted of 5 treatments and each treatment was divided into 3 replications, each replication consisting of 8 treatment tails, 1 head and 1 tail cut reserves for Lactic Acid Bacteria (LAB) in the small intestine and distributed randomly. Treatment A is the control treatment (placebo / no provision of probiotic *Lactococcus plantarum*), treatment B (1 ml *Lactococcus plantarum*), treatment C (2 ml *Lactococcus plantarum*), treatment D (3 ml *Lactococcus plantarum*) and treatment E (probiotic commercial). *Lactococcus plantarum* probiotic treatment was administered orally to chickens. Feed given 3 times a day and drinking water given adlibitum for 12 weeks research. The treatment had no effect on feed intake ($P > 0.05$) and yolk color but were significantly different ($P < 0.01$) daily egg production, egg weight, egg mass, feed conversion, egg cholesterol, Haugh unit, thick shell eggs and the population of LAB in the small intestine. Research shows *Lactococcus plantarum* probiotic administration with a level of 2 ml is able to improve performances of chicken (feed intake: 101.14 g/hen/day, feed conversion: 2.55).

Keywords: probiotics, *Lactococcus plantarum*, LAB, feed intake, feed conversion, laying hens

PENDAHULUAN

Banyak upaya dan penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pakan, salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan pemberian pakan imbuhan dan yang sudah umum digunakan adalah pemberian *feed additive* seperti antibiotik. Akan tetapi pemberian *feed additive* berupa antibiotik belakangan diketahui memiliki efek samping yang kurang baik terhadap manusia maupun hewan ternak itu sendiri. Pemberian antibiotik meninggalkan residu pada daging atau telur ayam, yang secara tidak langsung juga ikut terkonsumsi oleh manusia dan terakumulasi dalam tubuh sehingga bisa menyebabkan timbulnya penyakit serta antibiotik juga dapat membunuh bakteri baik yang ada pada saluran pencernaan. Pencarian pengganti antibiotik sekarang difokuskan pada bahan-bahan alami seperti mikroba maupun hasil metabolitnya yang dapat diberikan sebagai *feed additive* pada

ternak. Kelompok mikroba ini dikenal sebagai probiotik.

Penggunaan probiotik juga merupakan suatu cara pendekatan untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kontaminasi penyakit terutama penyakit thipus terhadap produk-produk unggas yaitu daging dan telur, sehingga daging dan telur yang dihasilkan higienis dan aman untuk dikonsumsi sesuai dengan standar kesehatan (Patterson dan Burkholder, 2003). Hal ini sebagai akibat tereduksinya mikroba-mikroba patogen penyebab penyakit.

Penggunaan probiotik yang mengandung *Lactobacillus sp* sudah banyak digunakan. Salah satu nya pemberian *Lactobacillus acidophilus* dalam ransum ayam petelur nyata meningkatkan produksi telur, memperbaiki konversi ransum serta menurunkan kadar kolesterol kuning telur tetapi lipid dan trigliserida dalam kuning telur dan serum tidak berbeda nyata (Torture dan Fernandez, 1995).

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan produk olahan dari santan kelapa murni yang diolah menggunakan pemanasan rendah (<60°C). Limbah dari proses pembuatan VCO disebut dengan Blondo. Purwati, Husmaini, Syukur, Murni dan Othman (2006) melaporkan bahwa pada blondo basah terdapat bakteri asam laktat (BAL) yaitu bakteri *Lactobacillus sp.* Blondo sudah dibuktikan mengandung bakteri *Lactobacillus* yang merupakan bakteri asam laktat (BAL) sebagai probiotik karena mampu mendesak bakteri patogen keluar dari usus sehingga membuat keseimbangan mikroflora usus dan proses pencernaan berjalan baik, maka akan berdampak baik bagi kesehatan.

Penelitian Husmaini (2009) menyatakan bahwa telah dapat diisolasi dan diidentifikasi strain bakteri asam laktat (BAL) pada blondo yaitu *Lactococcus plantarum sp* dan dapat diketahui 1 ml larutan yang mengandung kultur probiotik dengan kepekatan $OD_{(\lambda=580)}$ absorban menunjukkan 0,5 mengandung $1,3 \times 10^8$ CFU *Lactococcus plantarum*.

Dari informasi di atas penulis mencoba melakukan penelitian terhadap ayam petelur dengan memberikan probiotik asal blondo yang mengandung *Lactococcus plantarum* terhadap konsumsi dan konversi ransum ayam petelur.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kandang unggas Unit Pelaksanaan Teknis (UPT) Fakultas Peternakan Universitas Andalas selama 12 minggu mulai bulan Oktober 2010 sampai Januari 2011. Penelitian ini juga menggunakan Laboratorium Ternak Unggas dan Laboratorium Kesehatan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Andalas Padang.

Materi Penelitian

Ternak penelitian

Penelitian ini menggunakan ternak ayam petelur strain Isa Brown yang berumur 20 minggu sebanyak 150 ekor. Ayam ditempatkan sebanyak 10 ekor pada masing-masing unit perlakuan (8 ekor perlakuan, 1 ekor cadangan dan 1 ekor dipotong untuk BAL dalam usus halus). Berat badan ayam diseragamkan berdasarkan ulangan, yaitu 1571-1586 g.

Kandang penelitian

Kandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah kandang batere dari kawat yang berukuran 40x30x30 cm per unitnya. Masing-masing unit ditempati oleh 1 ekor ayam. Kandang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum yang ditempatkan diluar kandang dan lampu listrik 60 watt sebagai penerang di malam hari.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain, timbangan o'Haus untuk menimbang ransum dan timbangan digital Oxon untuk menimbang berat telur. Untuk mengukur warna kuning telur digunakan Roche Yolk Colour Fan dan mengukur tinggi albumen untuk Haugh Unit telur digunakan Depth Micrometer berkaki tiga.

Ransum penelitian

Bahan untuk menyusun ransum terdiri dari jagung, dedak, bungkil kedelai, tepung ikan, tepung tulang, CaCo₃ dan top mix. Ransum dicampur dua kali dalam seminggu dengan cara diaduk sendiri. Ransum yang diberikan disusun secara isoprotein dan kalori yaitu 17,7% protein dan 2800 kkal/kg EM.

Kandungan zat-zat makanan dan energi metabolis bahan penyusun ransum dapat dilihat pada Tabel 1. Komposisi dan kandungan zat-zat makanan serta energi ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Zat-zat Makanan dan Energi Metabolis Bahan Penyusun Ransum

Bahan Makanan	PK (%)	LK (%)	SK (%)	Ca (%)	P (%)	ME (kkal/kg)	Met	Lis
Jagung ²	8,77 ³	3,28	2,50	0,10	0,13	3300	0,2	0,2
Dedak ¹	12,15 ³	1,70	12,00	0,25	0,42	2028	0,2	0,5
Bungkil kedelai ²	42,94 ³	0,50	3,00	0,20	0,33	2550	0,72	3,22
Tepung ikan ⁴	50,14	3,42	5,69	5,59	0,62	2750 ³	1,82 ²	5,28 ²
Tepung tulang ¹	-	-	-	26	13	-	-	-
CaCo ₃ ¹	-	-	-	40	-	-	-	-
Top mix ¹	-	-	-	5,38	1,14	-	-	-

Sumber :

1. Amrullah (2003)
2. Lesson dan Summer (2005)
3. Husmaini (2010)
4. Husmaini (2010b)

Tabel 2. Komposisi dan kandungan zat-zat makanan dan energi ransum perlakuan untuk ayam petelur tipe medium

Bahan Pakan	Ransum 1
Jagung	60,5
Dedak	7,5
Bungkil kedelai	8
Tepung ikan	16
Tepung tulang	3,5
CaCo ₃	3,5
Top mix	1
Jumlah	100
Protein kasar	17,67
Lemak kasar	3,43
Serat kasar	3,56
Ca	3,35
P	0,70
ME	2792,60
Metionin	0,48
Lisin	1,26

Metode Penelitian

Rancangan Percobaan

Penelitian ini mengevaluasi ransum yang diformulasi sendiri dengan beberapa dosis pemberian probiotik terhadap performans produksi dan kualitas telur ayam. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 8 ekor ayam. Perlakuan yang diberikan adalah:

- Perlakuan A : 0 (Placebo/tanpa pemberian probiotik *Lactococcus plantarum*)
- Perlakuan B : Pemberian 1 ml probiotik *Lactococcus plantarum* ($1,3 \times 10^8$ CFU/g)
- Perlakuan C : Pemberian 2 ml probiotik *Lactococcus plantarum* ($2,6 \times 10^8$ CFU/g)
- Perlakuan D : Pemberian 3 ml probiotik *Lactococcus plantarum* ($3,9 \times 10^8$ CFU/g)
- Perlakuan E : Pemberian probiotik komersil (SOZO^{FM}-3) dosis 1 tetes perliter air minum diberikan setiap hari

Model matematika dari Rancangan Acak Lengkap (RAL) menurut Steel dan Torrie (1991) adalah:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan dari perlakuan ke- i ulangan ke- j

μ = Nilai rata-rata sesungguhnya

α_i = Pengaruh perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = Galat

i = A, B, C, D, E (perlakuan)

j = 1,2,3 (ulangan)

Data yang diperoleh dianalisa secara statistik dengan menggunakan sidik ragam (*Analysis of Variance/ANOVA*). Jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilakukan uji lanjut DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) menurut Steel dan Torrie (1995).

Pelaksanaan Penelitian

1) Persiapan Probiotik

Stok kultur (*glycerol stock*) ditumbuhkan dalam media MRS Broth dan diinkubasi pada suhu 37°C dalam *shaker incubator* selama 17 jam. Setelah 17 jam, kultur disentrifus selama 5 menit dengan kecepatan 12.000 rpm. Lalu dibuang supernatannya dan dibilas dengan air saline (NaCl 0,10%). Kemudian atur sampai Optical Density ($OD_{\lambda=580}$) dan absorban menunjukkan 0,5 dan kemudian berikan ke ayam sesuai dengan perlakuan. Pemberian probiotik dilakukan secara oral ke ayam satu persatu sesuai dengan dosis perlakuan. Pemberian dilakukan 6 kali selama 12 minggu penelitian.

2) Persiapan Ransum Penelitian

Persiapan bahan pakan lainnya seperti jagung, dedak, bungkil kedelai, tepung ikan, tepung tulang, CaCO₃ dan top mix. Ransum diaduk dua kali dalam seminggu. Pengadukan dilakukan dari bahan yang paling sedikit komposisinya digunakan sampai yang terbanyak.

3) Sanitasi dan Persiapan Perlengkapan Kandang

Membersihkan kandang dan mensucihamakan dengan cara pengapuran

dan penyemprotan dengan Rhodalon. Persiapan perlengkapan kandang dan alat-alat penelitian seperti tempat makan dan minum, plastik penampung kotoran dan alat penerangan. Pembersihan dan pembuangan kotoran dilakukan setiap 3 hari.

4) Penempatan Ternak Dalam Kandang

Ayam ditimbang berat badannya sebelum ditempatkan secara acak pada unit kandang perlakuan. Setiap unit kandang diberi kode perlakuan A₁-E₃ dan ditempatkan secara acak. Ayam ditempatkan sebanyak 10 ekor pada masing-masing unit perlakuan (8 ekor perlakuan, 1 ekor cadangan dan 1 ekor dipotong untuk BAL dalam usus halus). Berat badan ayam diseragamkan berdasarkan ulangan, yaitu 1571-1586 g.

5) Pemberian Ransum dan Air Minum

Makanan diberikan tiga kali sehari (07.00, 12.00 dan 17.00 WIB) dan air minum diberikan *ad libitum*. Setiap ransum yang diberikan ditimbang sesuai dengan kebutuhan.

Peubah yang Diamati

1. Konsumsi Ransum
Diukur berdasarkan jumlah ransum yang diberikan dengan jumlah ransum sisa dan yang tumpah.
2. Konversi Ransum
Dihitung dengan membandingkan jumlah makanan yang dikonsumsi dengan massa telur yang diperoleh selama penelitian.

Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik keragaman, jika F.hitung berbeda nyata dan berbeda sangat nyata, maka analisis dilanjutkan dengan Uji DMRT *Duncan's Multiple Range Test* menurut prosedur Steel and Torrie (1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsumsi Ransum Ayam Selama Penelitian

Rataan konsumsi ransum ayam petelur dengan pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Konsumsi Ransum Selama Penelitian

Perlakuan	Konsumsi Ransum (g/ekor/hr)
A (placebo/tanpa pemberian)	102,71
B (1 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	101,21
C (2 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	101,14
D (3 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	100,97
E (probiotik komersil)	102,27

Keterangan : Perlakuan berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap Konsumsi Ransum
SE = Standar Error

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($P>0,05$) terhadap konsumsi ransum ayam petelur.

Berbeda tidak nyatanya pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* terhadap konsumsi ransum dikarenakan pada setiap perlakuan diberikan ransum dengan komposisi yang sama tanpa adanya perbedaan energi maupun protein yang terkandung dalam ransum tersebut sehinggaimbangan protein dan kalori yang relatif sama pada setiap perlakuan. Ransum yang mempunyai kandungan protein dan energi yang sama menyebabkan jumlah ransum yang dikonsumsi relatif sama sehingga protein yang dikonsumsi juga sama. Hal ini sesuai dengan pendapat Wahyu (1978) bahwa jumlah ransum yang dikonsumsi dipengaruhi oleh tingkat protein dan energi metabolisme ransum. Ditambahkan Wahyu (1997) yang menyatakan konsumsi ransum dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, besar badan, kesehatan ternak, bentuk makanan, temperatur lingkungan,imbangan zat-zat makanan, kecepatan pertumbuhan, dan yang terpenting adalah kandungan energi dalam ransum. Konsumsi ransum meningkat jika ayam diberi ransum dengan

energi rendah dan akan menurun jika diberi ransum dengan energi tinggi.

Pada Tabel 4 terlihat adanya penurunan jumlah konsumsi ransum pada perlakuan probiotik. Konsumsi ransum perlakuan B, C dan D berturut-turut adalah 101,21, 101,14 dan 100,97 g/ekor/hr. Ini membuktikan bahwa dengan besarnya jumlah bakteri *Lactococcus plantarum* yang diberikan pada ayam petelur merangsang kerja bakteri dalam usus semakin meningkat dan juga terjadinya peningkatan kemampuan penyerapan makanan yang optimal dalam usus karena terjadinya peningkatan penyerapan makanan pada vili usus sehingga ayam dapat dengan mudah terpenuhi kebutuhannya. Hal ini sesuai dengan Widodo (2003) yang menyatakan bahwa probiotik yang salah satunya mampu meningkatkan kemampuan penyerapan usus. Ditambahkan dengan pendapat Budiansyah (2004) yang menyatakan bahwa sejumlah mikroba probiotik menghasilkan senyawa yang diperlukan untuk membantu proses pencernaan bahan makanan tertentu dalam saluran pencernaan.

Rataan konsumsi ransum ayam ras yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 100,97-102,71 g/ekor/hr. Jumlah ini berbeda dengan yang diperoleh oleh Parawitan (2009) konsumsi ransum ayam ras petelur yang diberi perlakuan probiotik *Bacillus amyloliquefaciens* dengan pakan komersil pada ayam umur 31 minggu selama 12 minggu adalah 108,97-110,00 g/ekor/hr.

Pada perlakuan pakan komersial (antibiotik) diberikan probiotik *Lactococcus plantarum* sebanyak 2 ml ($2,6 \times 10^8$ CFU/g) diperoleh konsumsi ransum yaitu 109,30 g/ekor/hr (Lampiran 2). Jumlah konsumsi ransum pada perlakuan pakan komersial ini menunjukkan bahwa dengan pemberian pakan komersil dan pemberian probiotik sebanyak 2 ml ternyata konsumsi ransum ayam lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang diberi probiotik dengan pakan yang disusun sendiri. Hal ini disebabkan adanya antibiotik pada pakan komersial dan adanya pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* dapat memberikan pengaruh baik pada pencernaan ayam

sehingga mempengaruhi laju absorpsi pakan.

Konversi Ransum Ayam Selama Penelitian

Rataan konversi ransum ayam petelur dengan pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* selama penelitian dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap konversi ransum ayam.

Tabel 5. Rataan Konversi Ransum Selama Penelitian

Perlakuan	Konversi Ransum
A (placebo/tanpa pemberian)	3,08 ^a
B (1 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	2,86 ^b
C (2 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	2,56 ^c
D (3 ml <i>Lactococcus plantarum</i>)	2,68 ^c
E (probiotik komersil)	3,05 ^a

Keterangan: superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$)

SE = Standar Error

Berdasarkan uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT), terlihat bahwa konversi ransum pada perlakuan C (2 ml *Lactococcus plantarum*) sangat nyata ($P < 0,01$) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A (placebo/tanpa pemberian). Ini disebabkan bahwa adanya mikroba pada probiotik yang berfungsi sebagai enzim proteolitik (pengurai protein) maupun lignolitik (pengurai serat kasar), sehingga pakan menjadi lebih tersedia digunakan oleh ayam. Sesuai dengan pendapat Selarrs (1991) yang menyatakan, kehadiran sejumlah *Lactobacillus* dapat meningkatkan penyerapan kandungan gizi dalam usus. Zulkifli *et al.* (2000) menyatakan bahwa probiotik *Lactobacillus* berperan dalam meningkatkan jumlah vili usus, meningkatkan penyerapan zat makanan, performans dan efisiensi penggunaan ransum. Fuller (2002) menambahkan bahwa

keseimbangan mikroba usus tercapai apabila mikroorganisme yang menguntungkan dapat menekan mikroorganisme yang merugikan. Probiotik merupakan mikroorganisme yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan efisiensi pakan ternak tanpa mengakibatkan terjadinya proses penyerapan komponen probiotik dalam tubuh ternak, sehingga tidak terdapat residu dan tidak terjadi mutasi pada ternak (Samadi, 2007).

Dari hasil penelitian didapat konversi ransum perlakuan B, C dan D mengalami penurunan nilai konversi dibandingkan dengan perlakuan A dan E. Hal ini terjadi karena semakin tinggi dosis probiotik *Lactococcus plantarum* yang diberikan mampu memperbaiki keseimbangan populasi mikroba didalam saluran pencernaan, dimana mikroba-mikroba yang menguntungkan populasinya lebih tinggi dari populasi mikroba yang merugikan sehingga proses pencernaan berjalan lebih baik. Pada keadaan asam BAL mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan berkompetisi dengan bakteri patogen dan dapat bertahan dalam saluran pencernaan, sehingga di usus jumlah bakteri menguntungkan lebih banyak dibandingkan bakteri patogen, keseimbangan mikroba ususpun tercapai dengan demikian proses penyerapan makanan berjalan lebih lancar, sehingga efisiensi penggunaan pakan meningkat dan konversi terhadap ransum meningkat. Hal ini sesuai dengan Torture *et al.* (1996) menyatakan probiotik mampu memperbaiki konversi ransum, dan meningkatkan efisiensi pakan. Ditambahkan oleh Kompang (2009) yang menyatakan bahwa probiotik mampu memperbaiki konversi karena pencernaan bahan pakan lebih sempurna, dengan meningkatkan aktivitas enzim pencernaan sehingga penyerapan lebih sempurna dengan meluasnya area absorpsi.

Perlakuan C yang memiliki konversi paling rendah selama penelitian lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan pakan komersial (antibiotik) diberikan probiotik *Lactococcus plantarum* sebanyak 2 ml ($2,6 \times 10^8$ CFU/g) diperoleh konversi ransum yaitu 2,67 (Lampiran 2). Tingginya konversi pakan komersial disebabkan konsumsi ransum yang diperoleh tinggi tapi massa

telur yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan perlakuan B, C dan D.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* dengan dosis pemberian 2 ml mampu meningkatkan performans ras petelur tipe medium.

Saran

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mendapatkan metoda pemberian yang aplikatif dalam pemberian probiotik *Lactococcus plantarum* pada peternak ayam dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Husmaini. 2009. The Isolation and Identification of Latic Acid Bacteria from Waste of VCO Processing Product by Biolog Microstation. The 2nd International Seminar and Workshop on Advance Molecular Biology. Padang, 18-20 Agustus 2009.
- Husmaini. 2011. Growth and survival of lactic acid bacteria isolated from byproduct of virgin coconut oil as probiotic candidate for poultry. International Journal Of Poultry Science 10 (4): 309-314.
- Invovet. 2008. Antibiotik Dalam Pakan Ternak.
<http://www.majalahinfovet.com/2008/07/antibiotik-dalam-pakan-ternak.html>.
Diakses 28 April 2011
- Jenie, S.L., dan S.E. Rini. 1995. Aktivitas Antimikroba dari Beberapa Spesies *Lactobacillus* terhadap Mikroba Patogen dan Perusak Makanan. *Buletin Teknologi dan Industri Pangan*, 7(2) : 46-51.
- Rasyaf, M. 1990. Bahan Makanan Unggas di Indonesia. Kanisius, Yogyakarta.
- Rasyaf, M. 2009. Panduan Beternak Ayam Petelur. Cetakan ke-2. Penebar Swadaya, Jakarta.
- SHM. 2000. Prosedur Reagensia Kimia Klinik. PT. Segara Husada Mandiri, Jakarta.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statiska Suatu Pendekatan Biometrik. Ed ke-2 Cet-2 Alihbahasa B. Soemantri. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Thu,T.V., H.L.Foo., T.C.Loh dan M.H. Bejo. 2011. Inhibitory activity and organic concentration of metabolite combinations produced by various strains of *Lactobacillus plantarum*. African Journal Of Biotechnology Vol.10(8),pp.1359-1363.
- Voet, D., J.G. Voet dan C.W. Pratt. 1999. Fundamentals of Biochemistry. Brisbane: John Willey and Sons.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Cetakan ke-4. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Yuwanta, T. 2004. Dasar Ternak Unggas. Kanisius, Yogyakarta.