

Status Kesehatan Ayam Pedaging yang Diberi Limbah Kulit Buah Naga (*Hylocereus Undatus*) dalam Air Minum Sebagai Antioksidan

Oleh: Sadarman¹

Abstract

*The Broiler Health Status Given Waste Dragon Skin Fruit (*Hylocereus undatus*) in Drinking Water as Antioxidant*

*This study aimed to obtain information about the health status of broilers fed dragon fruit peel waste (*Hylocereus undatus*) in drinking water as an antioxidant. Commercial broiler strain Cobb 100 birds as much as one day of age used in this study, which were divided into 4 treatment. Each treatment was repeated 5 times, each repeat totaled 5 chickens, the chickens were only given fresh drinking water (T1), chicken skin dragon fruit was given 17.75 g/5 ml/tail (T2), chickens fed dragon fruit peel 35.50 g/5 ml/tail (T3), and chicken skin dragon fruit was given 53.25 g/5 ml/tail (T4). Blood samples were taken on the fourth week, to see the number of erythrocytes, hemoglobin, and leukocyte hematocrit values and antibody titers. The results showed that administration of dragon fruit peel extract as an antioxidant in the drinking water showed erythrocytes, hemoglobin and hematocrit values of broiler chickens is still within the normal range with it leukosit increased sharply. However, granting dragon fruit peel extract in drinking water such as antioxidants can improve the health status of broiler chickens, although seronegative test showed significant HI antibody negative.*

Keywords: health status, broiler, and dragon fruit skin

Pendahuluan

Provinsi Riau memiliki ribuan jenis tumbuhan yang harus dilestarikan dan dimanfaatkan dengan baik. Sebagian besar tumbuhan tersebut dapat digunakan sebagai tanaman obat yang penggunaannya dapat untuk manusia ataupun ternak. Tanaman obat merupakan tanaman yang berupa akar, batang, daun, bunga, dan buahnya yang memiliki khasiat sebagai obat serta digunakan sebagai bahan mentah dalam pembuatan obat modern maupun obat-obatan tradisional.

Buah naga (*Hylocereus undatus*) merupakan tanaman impor yang banyak dibudidayakan masyarakat Riau. Tanaman ini selain disukai buahnya untuk dikonsumsi, limbah kulitnya dapat diolah untuk diberikan kepada ternak. Limbah kulit buah naga mengandung vitamin C yang dapat diberikan pada ayam pedaging sebagai vitamin C alami.

Ayam broiler atau ayam pedaging merupakan galur ayam hasil rekayasa teknologi yang memiliki karakteristik ekonomis dengan ciri khas pertumbuhan cepat sebagai penghasil daging, masa panen pendek dan menghasilkan daging berserat lunak, timbunan daging baik, dada lebih besar dan kulit licin (North and Bell, 1990). Ayam pedaging memiliki banyak

kelebihan, namun ayam pedaging juga memiliki kelemahan, yaitu mudah mengalami stres akibat panas dan mudah terserang penyakit akibat menurunnya daya tahan tubuh.

Darah memiliki peranan yang sangat kompleks untuk terjadinya proses fisiologis yang berjalan baik, sehingga produktivitas ternak dapat optimal. Optimalitas produksi tersebut menurut Sturkie (1976) merupakan perwujudan fungsi darah sebagai media transportasi dan absorpsi nutrisi dari saluran pencernaan ke seluruh jaringan dalam tubuh. Darah juga dapat berperan dalam membentuk sistem kekebalan tubuh (Frandsen, 1996).

Sistem kebal (antibodi) merupakan bentuk adaptasi dari sistem pertahanan tubuh pada vertebrata sebagai pelindung terhadap serangan mikroorganisme patogen dan kanker. Sistem ini dapat membangkitkan beberapa macam sel dan molekul yang secara spesifik mampu mengenali dan mengeliminasi benda asing (Decker, 2000). Menurut Tizard (2004), tanggapan kebal merupakan respon biologis sehingga dapat menyebabkan variasi tanggapan kebal bagi setiap individu. Meningkatnya antibodi diharapkan mampu meningkatkan produksi ayam pedaging sehingga berpengaruh pada produksi karkas dan kualitas karkas yang dihasilkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang status kesehatan ayam pedaging yang diberi limbah kulit buah naga (*Hylocereus undatus*) dalam air minum sebagai antioksidan.

Metodologi Penelitian

Ayam pedaging komersial strain Cobb sebanyak 100 ekor umur satu hari digunakan dalam penelitian ini. Semua ayam pedaging tersebut dipelihara dalam kandang percobaan dan diberi ransum komersial dan air minum secara *ad libitum*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah darah dan serum darah ayam pedaging, pelarut *Rees and Ecker*, HCl 0,1N dan Aquades. NaCl fisiologis 0,85%, RBC 1%, virus Standar ND, antikoagulan natrium sitrat 3,8% serta vaksin ND. Vaksin yang digunakan dalam penelitian ini adalah vaksin ND *lived* per tetes mata/hidung untuk DOC dan per air minum untuk *booster* dan vaksin ND *killed* melalui intramuskular.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spuit dengan volume 1 ml, 3 ml dan 10 ml, nampan, tabung mikro, pipet mikro 10-100 p1, plat mikro U, kertas tissue, refrigerator, alat sentrifugasi serta label. Peralatan lainnya adalah *vacumtainer*[®] mengandung antikoagulan EDTA, hemositometer, kamar hitung *Neubauer*, mikroskop cahaya, alat hitung, tabung Sahli, alat mikrohematokrit dan alat *sentrifuse*.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), 4 perlakuan 5 ulangan yang ditentukan berdasarkan rumus $t(n-1) \geq 15$.

Ayam pedaging perlakuan dalam penelitian ini diberi ransum komersial, air minum dan ekstrak kulit buah naga. Pemberian ekstrak kulit buah naga dilakukan secara cekok atau *drenching* (oral). Adapun dosis perlakuannya sebagai berikut:

1. T1 = Air minum (kontrol).
2. T2 = Kulit buah naga 17,75 g/5 ml/ekor
3. T3 = Kulit buah naga 35,50 g/5 ml/ekor
4. T4 = Kulit buah naga 53,25 g/5 ml/ekor

Vaksin ND pertama dilakukan pada hari keempat dengan aplikasi melalui tetes mata. Pemberian vaksin ND kedua sebagai *booster* atau ulangan dilakukan pada hari ke 21. Vaksinasi Gumboro, pemberian vitamin dan obat-obatan tidak dilakukan untuk melihat fungsi ekstrak buah naga sebagai antioksidan.

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah total eritrosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit dan leukosit serta titer antibodi dari semua sampel darah ayam yang dikoleksi dengan uji hambatan hemaglutinasi.

Data penelitian yang dihasilkan akan diolah secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam menurut Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan, maka akan dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT), hal ini ditujukan untuk melihat signifikansi antar perlakuan (Steel dan Torrie (1993)).

Hasil dan Pembahasan

Status kesehatan ayam pedaging dapat dilihat dari status hematologis yang merupakan gambaran profil darah, meliputi total eritrosit, kadar hemoglobin, nilai hematokrit, dan leukosit serta titer antibodi. Darah ayam mempunyai fungsi yang sama dengan darah mamalia. Fungsi utama darah pada ayam adalah sebagai media transportasi, yakni mengangkut nutrisi dari saluran pencernaan ke jaringan tubuh.

Jumlah eritrosit, nilai hematokrit, kadar hemoglobin, dan leukosit ayam pedaging yang diberi jus kulit buah naga dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 1. Rata-Rata dan Standar Deviasi Eritrosit Ayam Pedaging yang Diberi Jus Kulit Buah Naga

Jus Buah Naga (g/5 ml/ekor)	Eritrosit (106/mm ³)	Hematokrit (%)	Hemoglobin (g/dl)	Leukosit
0	2,21±0,09	26,94±0,78	7,28±0,24	703,64±58,42
17,75	2,11±0,14	25,84±2,04	6,76±0,61	751,64±121,39
35,50	2,11±0,11	25,74±1,86	6,92±0,72	692,04±127,94
53,25	2,22±0,26	27,66±2,90	7,50±0,85	721,16±83,57

Jumlah Eritrosit

Eritrosit atau sel darah ayam dan jenis unggas lainnya berbentuk elips, besar dan berinti, dan kromatin terkondensasi (Jain, 1993). Jumlah sel darah merah dalam sistem transportasi diatur secara terbatas, sehingga memadai untuk menyediakan oksigen bagi jaringan tubuh (Guyton and Hall, 1997). Meyer dan Harvey (2004) menyatakan bahwa eritrosit pada dasarnya mempunyai tiga fungsi, yaitu transportasi oksigen (O₂) ke jaringan tubuh, transportasi karbondioksida (CO₂) ke paru-paru dan penyangga (*buffer*) ion hidrogen (H⁺). Salah satu faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit yang berada dalam sirkulasi darah adalah terjadinya

hemolisis. Eritrosit dapat lisis di dalam sistem sirkulasi (intravaskular hemolisis), tetapi lebih sering terjadi setelah fagositosis oleh sel-sel dalam sistem fagosit mononuklear (hemolisis ekstravaskular).

Jumlah eritrosit normal ayam sekitar $2,5-3,2 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Swenson, 1984), $2,0-3,2 \times 10^6/\text{mm}^3$ (Mangkoewidjojo dan Smith, 1988), sedangkan menurut Jain (1993), eritrosit normal ayam sekitar $2,5-3,5 \times 10^6/\mu\text{l}$. Pemberian ekstrak kulit buah naga sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor pada penelitian ini masih tergolong aman. Hal ini karena jumlah eritrosit yang didapat termasuk dalam kisaran batas normal. Ayam pedaging yang tidak mendapat perlakuan dalam penelitian ini memiliki jumlah eritrosit $2,21 \times 10^6/\text{mm}^3$. Hasil ini cenderung lebih tinggi dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 17,75 dan 35,50 g/5 ml/ekor, namun cenderung lebih rendah dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 53,25 g/5 ml/ekor.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian ekstrak kulit buah naga sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor ayam pedaging tidak berbeda nyata ($P>0,05$) dengan kontrol. Hal ini diduga bahwa zat yang terkandung dalam kulit buah naga belum mampu menyebabkan perubahan jumlah eritrosit pada ayam pedaging, karena eritrosit pada semua perlakuan tidak mampu bertahan lebih lama dalam sistem transportasi. Menurut Meyer dan Harvey (2004), sebagian besar eritrosit bersirkulasi dalam waktu yang terbatas dengan kisaran bervariasi dari 2-5 bulan pada hewan-hewan hasil domestikasi, namun hal ini tergantung pada jenis spesies. Masa hidup eritrosit ayam dan jenis unggas lainnya lebih pendek, yakni rata-rata kurang dari 50 hari, sedangkan mamalia dapat mencapai 28-50 hari (Jain, 1993).

Kadar Hemoglobin

Hemoglobin merupakan bagian terpenting dari eritrosit, karena mengisi sepertiga dari komponen eritrosit setelah air dan stroma (Reece, 2006). Jumlah molekul hemoglobin diperkirakan sekitar 400 juta dalam eritrosit (Jain, 1993). Molekul hemoglobin tersebut disusun oleh empat kelompok heme yang dikombinasikan dengan molekul globin atau komponen protein. Globin sendiri dibentuk oleh rantai polipeptida yang masing-masing berikatan dengan satu kelompok heme. Setiap kelompok heme mengandung satu atom besi yang akan berikatan dengan oksigen (Reece, 2006).

Hemoglobin penting untuk kelangsungan hidup karena membawa dan mengantarkan oksigen ke jaringan tubuh (Jain, 1993). Dua bentuk dari hemoglobin yang melakukan fungsi tersebut yaitu oksihemoglobin dan deoksihemoglobin. Oksihemoglobin merupakan hemoglobin yang membawa oksigen, sedangkan deoksihemoglobin merupakan hemoglobin yang telah memberikan oksigen ke jaringan disebut juga hemoglobin kosong (Colville and Bassert, 2002). Kemampuan darah untuk membawa oksigen dihasilkan oleh kadar hemoglobin dalam darah dan karakteristik kimia hemoglobin (Cunningham, 2002). Sintesis dan destruksi hemoglobin diseimbangkan oleh kondisi fisiologis, dan gangguan salah satu diantaranya akan memicu kelainan hematologik (Jain 1993).

Kadar normal hemoglobin ayam menurut Swenson (1984) adalah 6,5-9,0 g/100 ml, Mangkoewidjojo dan Smith (1988) berkisar 7,3-10,9 g/100 ml, sedangkan menurut Jain (1993) adalah 7,0-13,0 g/dl. Kelompok ayam tanpa perlakuan memiliki kadar hemoglobin 7,28 g/100 ml, cenderung lebih tinggi dari ayam yang mendapat ekstrak kulit buah naga 17,75 sampai dengan 35,50 g/5 ml/ekor, namun cenderung lebih rendah dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 53,25 g/5 ml/ekor. Ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor dalam penelitian ini menunjukkan kadar hemoglobin masih berada dalam kisaran normal, dengan hasil uji analisis sidik ragam menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Hal ini diduga karena kandungan vitamin C dari buah naga 8-9 mg/100 g mampu memberikan efek antioksidan, sehingga dapat melindungi hemoglobin dari oksidasi (Chattopadhyay *et al.*, 2004).

Menurut Gropper *et al.* (2005) vitamin C dapat bertindak sebagai agen pereduksi (antioksidan) dalam larutan cair seperti darah dan dalam sel. Menurut Meyer and Harvey (2004), reaksi oksidatif dapat merusak hemoglobin, enzim (terutama kelompok sulfhydryl) dan lipid membran. Kerusakan oksidatif membran juga dapat mengakibatkan hemolisis intravaskular atau eritrofagositosis dan pemendekan masa hidup eritrosit.

Nilai Hematokrit

Hematokrit (PCV) ditampilkan sebagai persen volume dari paket sel dalam darah (*whole blood*) setelah sentrifugasi (Swenson, 1984). Menurut

Cunningham (2002), hematokrit dapat memengaruhi viskositas darah. Hal ini berarti, semakin besar persentase sel dalam darah (hematokrit) akan semakin besar gesekan yang terjadi antara berbagai lapisan darah, dan gesekan ini membentuk viskositas (Guyton and Hall, 1997).

Menurut Swenson (1984), nilai hematokrit ayam adalah 30,0-33,0%, Mangkoewidjojo dan Smith (1988) berkisar 24,0-43,0%, sedangkan menurut Jain (1993), nilai normal hematokrit ayam antara 22,0-35,0%. Ayam pedaging yang tidak mendapatkan ekstrak kulit buah naga dalam penelitian ini mempunyai nilai hematokrit 26,94%. Nilai ini cenderung lebih tinggi dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 17,75 g/5 ml/ekor dengan nilai hematokrit 25,84% dan ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 35,50 g/5 ml/ekor dengan nilai hematokrit 25,74%, namun cenderung lebih rendah dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 53,25 g/5 ml/ekor dengan nilai hematokrit 27,66%, yang relatif tinggi dari perlakuan lainnya. Peningkatan nilai hematokrit belum dapat dikatakan sudah terjadi eritrositosis, hal ini karena nilai hematokrit masih berada dalam batasan normal.

Menurut Meyer and Harvey (2004), eritrositosis ditandai dengan peningkatan hematokrit, hemoglobin dan jumlah eritrosit di atas kisaran normal. Eritrositosis dapat bersifat absolut atau relatif. Eritrositosis relatif terjadi ketika nilai hematokrit tinggi namun jumlah eritrosit normal. Keadaan tersebut disebabkan oleh kontraksi limpa atau dehidrasi. Kontraksi limpa dirangsang oleh pelepasan epinefrin yang terjadi saat ketakutan, sakit atau latihan. Eritrositosis absolut ditandai dengan nilai hematokrit yang tinggi karena peningkatan jumlah eritrosit akibat peningkatan produksi eritropoietin. Menurut Cunningham (2002), peningkatan nilai hematokrit memiliki manfaat yang sedikit karena viskositas (kekentalan) darah akan meningkat kemudian akan memperlambat aliran darah pada kapiler dan meningkatkan kerja jantung.

Pemberian ekstrak kulit buah naga sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor dalam penelitian ini menunjukkan nilai hematokrit masih berada dalam kisaran normal, dengan hasil uji analisis sidik ragam menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Penyimpangan dari nilai hematokrit berpengaruh penting terhadap kemampuan darah untuk membawa oksigen ke seluruh jaringan tubuh (Cunningham, 2002). Hal ini

dapat menyebabkan gangguan pada sistem sirkulasi, sehingga produksi akhir ayam pedaging berupa berat badan panen tidak tercapai.

Leukosit

Leukosit merupakan unit yang mobil/aktif dari sistem pertahanan tubuh. Hal ini dibuktikan dengan kemampuan leukosit untuk keluar dari pembuluh darah menuju jaringan dalam melakukan fungsinya. Menurut Sturkie and Grimminger (1976), nilai leukosit ayam bervariasi, yakni 16,6-18,6 $10^3/\text{mm}^3$, menurut Swenson (1984), nilai leukosit ayam adalah 20,0-30,0 $10^3/\text{mm}^3$, sedangkan menurut Mangkoewidjojo dan Smith (1988), leukosit ayam berkisar 16,0-40,0 $10^3/\text{mm}^3$.

Hasil pengamatan dan analisis sidik ragam terhadap jumlah leukosit ayam pedaging yang dipelihara sampai dengan umur 35 hari menunjukkan terjadi peningkatan. Ayam pedaging yang tidak mendapatkan ekstrak kulit buah naga memiliki nilai leukosit 703,64 $10^3/\text{mm}^3$. Nilai ini cenderung lebih tinggi dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 35,50 g/5 ml/ekor, namun cenderung lebih rendah dari ayam pedaging yang mendapat ekstrak kulit buah naga 53,25 g/5 ml/ekor dan 17,75 g/5 ml/ekor. Namun demikian, pemberian ekstrak kulit buah naga sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor ayam pedaging tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan kontrol. Peningkatan jumlah leukosit ayam pedaging dalam penelitian ini diduga karena kondisi terinfeksi atau terjadinya radang selama pemeliharaan berlangsung atau karena kondisi stress pada saat pengambilan darah.

Menurut Chastain dan Ganjam (1986), kondisi stres dapat menstimulasi kelenjar adrenal untuk mengeluarkan hormon glukokortikoid, sehingga terjadi peningkatan jumlah leukosit dalam tubuh. Menurut Sturkie dan Grimminger (1976), ayam yang berumur lebih dewasa cenderung lebih rentan terhadap stres dibanding yang berumur muda. Peningkatan leukosit pada umur 6 minggu diduga karena kondisi stres yang antara lain dapat disebabkan karena iklim, penyakit, kondisi kandang. Peningkatan leukosit secara umum pada unggas ataupun burung dapat disebabkan oleh inflamasi (infeksi atau noninfeksi), keracunan, pendarahan pada rongga badan, neoplasma yang tumbuh cepat, dan leukemia (Jackson, 2007). Menurut Price dan Wilson (1985), jumlah leukosit yang bersirkulasi dalam pembuluh

darah perifer diatur secara ketat dalam batas tertentu tetapi dapat berubah sesuai dengan kebutuhan jika timbul proses peradangan.

Titer Antibodi

Hasil pemeriksaan titer antibodi dengan uji hambatan hemaglutinasi pada serum ayam pedaging yang diberi ekstrak kulit buah naga secara keseluruhan menunjukkan hasil seronegatif yang ditunjukkan dengan terjadinya agglutinasi. Seronegatif berarti tidak adanya antibodi atau antibodi negatif yang terbentuk pascavaksinasi. Hal ini diduga akibat pelaksanaan vaksinasi yang kurang tepat, baik dari waktu ataupun teknis pelaksanaannya. Dugaan lain adalah adanya infeksi alam atau status vaksinasi ayam yang diambil serumnya.

Uji titer antibodi merupakan pengujian yang menggunakan serum, dengan prinsip mereaksikan antibodi dengan antigen yang sesuai, sehingga terjadi hambatan penggumpalan sel darah merah. Menurut Tabbu (2003), hambatan penggumpalan sel darah merah tidak dimiliki oleh semua virus atau bakteri yang menyerang ayam pedaging, tetapi hanya virus ND, virus FOX, virus EDS dan virus AI serta bakteri *Mycoplasma* sp, *Haemophilus paragallinarum*, dan *S. pullorum* yang memiliki zat haemaglutinin. Zat ini terdapat dalam tubuh virus atau bakteri dengan sifat antigenik. Dengan sifat ini, virus atau bakteri yang masuk ke dalam tubuh ayam pedaging dapat merangsang terbentuknya antibodi spesifik. Lalu, antibodi yang terbentuk memiliki kemampuan menghambat terjadinya agglutinasi sel darah merah yang disebabkan oleh haemaglutinin dari virus dan bakteri tersebut.

Menurut Tizard (1988), pembentukan antibodi dapat dipengaruhi oleh jenis dan dosis antigen yang digunakan, cara masuk antigen ke dalam tubuh dan sensitivitas metode yang digunakan untuk mengukur kadar antibodi. Di samping itu pembentukan antibodi tidak berlangsung tanpa batas, artinya ada mekanisme kontrol yang mengendalikan dan menghentikannya. Mekanisme kontrol dimaksud adalah berkurangnya kadar antigen, pengaturan oleh idiotipe dan terjadinya penekanan oleh sel T. ditambahkan Tizard (1988), sifat pengikatan antibodi dengan antigen juga dapat berubah sesuai dengan waktu, yakni afinitas antibodi terhadap antigen makin lama makin besar, demikian juga kompleks antigen antibodi yang terjadi mendekati

stabil. Namun demikian, antibodi yang dibentuk juga semakin lama semakin poliklonal dan kurang spesifik, sehingga semakin besar kemungkinan terjadinya reaksi silang.

Kesimpulan

Pemberian ekstrak kulit buah naga dalam air minum sebagai antioksidan menunjukkan eritrosit, hemoglobin dan nilai hematokrit ayam pedaging masih berada dalam batas normal dengan leukositnya meningkat tajam. Namun demikian, Pemberian ekstrak kulit buah naga dalam air minum sebagai antioksidan tersebut dapat meningkatkan status kesehatan ayam pedaging, meskipun uji HI menunjukkan sero negatif yang berarti negatif antibodi.

Saran

Ekstrak kulit buah naga dapat diberikan kepada ayam pedaging sampai dengan 53,25 g/5 ml/ekor.

Catatan: (Endnotes)

1 Sadarman, S.Pt., M.Sc. adalah Dosen Pada Fakultas Pertanian dan Peternakan UIN Suska Riau.

Daftar Referensi

- Colville, T. and J.M. Bassert. (2002). *Clinical Anatomy and Physiology for Veterinary Technicians*. United States of America: Mosby, Inc.
- Chastain, C.B. and V.K. Ganjam. (1986). *Clinical Endocrinology Companion Animals*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Chattopadhyay, I., Biswaws, K., Bandyopadhyay, U. and R.K. Banarjee. (2004). Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. *J.Curr. Sci.* 87: 44-53.
- Cunningham, J.G. (2002). *Textbook of Veterinary Physiology*. USA: Saunders Company.
- Decker, J.M. (2000). *Iiztroductiorz to Irnnzurzology*. USA: Blackwell Science, Inc.
- Frandon, R.D. (1996). *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Edisi keempat. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Guyton, A.C. and J.E. Hall. (1997). *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, EGC.

- Gropper, S.S., Smith, J.L. and J.L. Groff. (2005). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. Fourth edition. USA: Wardsworth.
- Jackson, M.L. (2007). *Veterinary Clinical Pathology: an Introduction*. USA: Blackwell Publishing.
- Jain, N.C. (1993). *Essential of Veterinary Hematology*. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Mangkoewidjojo, S. and J.B. Smith. (1988). *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Meyer, D.J. and J.W. Harvey. (2004). *Veterinary Laboratory Medicine Interpretation & Diagnosis*. Third edition. USA: Saunders.
- North, M.O and D.D. Bell. (1990). *Commercial Chicken Production Manual*. 4th Edition. New York: An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold.
- North, M.O and D.D. Bell. (1997). *Commercial Chicken Production Manual*. 4th Edition. New York: An AVI Book Published by Van Nostrand Reinhold.
- Price, S.A. and L.M. Wilson. (1985). *Patofisiologi Konsep Klinik Proses-proses Penyakit*. Edisi 1. Dharma A, penerjemah. Jakarta: ECG Penerbit Buku Kedokteran.
- Reece, W.O. (2006). *Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals*. Third edition. USA: Blackwell Publishing.
- Steel, R.G.D dan J.H. Torrie. (1993). *Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Prosedur Pendekatan Biometrik*. Edisi ke-2. Jakarta: PT Gramedia.
- Sturkie, P.D. (1976). *Blood Physical Characteristic, Formed, Element, Haemoglobin and Coagulation*. In: Avian Physiology. 3rd Ed. New York: Springer-Verlag.
- Swenson, M.J. (1984). *Duke's Physiology of Domestic Animals*. 10th Ed. Ithaca and London: Publishing Associates a Division of Cornell University.
- Tabbu, C.R. (2000). *Penyakit Ayam dan Penanggulangannya*. Yogyakarta. Kanisius.
- Tizard, I.R. (1988). *Pengantar Immunologi Veteriner*. Diterjemahkan oleh H. Soehardjo, dan P. Masduki. Surabaya: Airlangga Press.