

Nilai Hematokrit dan Kadar Hemoglobin (Hb) Darah dengan Penambahan Fortifikasi Tepung Cacing Tanah dan Tepung Rumput Laut dalam Pakan Basal Ayam Petelur

Hematocrit Value and Hemoglobin (Hb) Level Blood with Addition of Fortification of Earthworm Flour and Seaweed Flour in Laying Chicken Basal Feed

¹⁾Paulus Pehan de Ornay, ²⁾Jeferson Boling, ³⁾Ahmad Muchlis, ⁴⁾Muhammad Idrus

^{1, 3, 4)}Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bosowa

²⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Bosowa

Corresponding author: paulus.paulus2022@gmail.com

Diterima: 2 Desember 2021

Disetujui: 29 Desember 2021

DOI: <https://doi.org/10.56326/jitpu.v1i2.1415>

ABSTRACT: This study aims to determine the effect of giving earthworm flour (*Lumbricus rubellus*) and seaweed flour (*Eucheuma cottonii*) on the hematocrit value and hemoglobin levels in the blood of laying hens. The material used in this study is the material used in this study is 48 weeks old laying hens laying 48 eggs. The data obtained from this study were analyzed using a completely randomized design (CRD) with 6 (six) treatments and 4 replications. The results showed that there was a very significant effect ($p < 0.01$) giving earthworm flour (*Lumbricus rubellus*) and seaweed flour (*Eucheuma cottonii*) on the percentage of Hematocrit value and blood hemoglobin levels of laying hens in the study. The use of earthworm flour (*Lumbricus rubellus*) up to 20% in the basal feed mixture of laying hens is suggested to increase the percentage of hematocrit values and blood hemoglobin levels of laying hens.

Keywords: laying hens, hematocrit value and hemoglobin level.

ABSTRAK: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap nilai hematokrit dan kadar hemoglobin dalam darah ayam petelur. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah ayam ras petelur yang berumur 48 minggu yang sedang bertelur sebanyak 48 ekor. Data yang diperoleh dari penelitian ini dianalisa menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 (enam) perlakuan dan 4 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) pemberian tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap persentase nilai Hematokrit dan kadar hemoglobin darah ayam petelur penelitian. Penggunaan tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) hingga 20% dalam campuran pakan basal ayam petelur disarankan untuk meningkatkan persentase nilai hematokrit dan kadar hemoglobin darah ayam petelur.

Kata kunci: ayam petelur, nilai hematokrit dan kadar hemoglobin.

PENDAHULUAN

Darah adalah salah satu parameter dari banyak parameter yang menandakan status kesehatan hewan. Hal ini oleh karena darah berisi komponen yang memiliki fungsi sangat penting dalam pengaturan fisiologis tubuh ternak itu sendiri. Secara umum, fungsi darah sangat berkaitan dengan transportasi komponen di dalam tubuh ternak seperti nutrisi dalam pakan, oksigen, karbondioksida, sisa hasil metabolisme, hormon yang merupakan sekret dari kelenjar endokrin, panas juga imun tubuh. Nutrisi yang diserap pada saluran pencernaan yang kemudian dibawa ke dalam darah guna memenuhi kebutuhan akan jaringan tubuh (Bell, 2002).

Darah dapat memenuhi sekitar 12% dari bobot badan anak ayam yang baru menetas dan sekitar 6-8% pada ayam dewasa (Bell, 2002). Darah sendiri tersusun dari sel darah (eritrosit,

leukosit dan trombosit) yang bersirkulasi dalam cairan yang disebut plasma darah. Jika darah diberi antikoagulan dan dilakukan sentrifugasi, maka dapat terlihat darah terdiri dari plasma 55% dan sel 45% yang terdiri atas leukosit, eritrosit dan trombosit.

Fungsi utama dari sel darah merah adalah mengangkut hemoglobin (Hb). Fungsi hemoglobin sebagai pembawa O₂ dari paru paru ke jaringan. Jumlah eritrosit dan hemoglobin menentukan kemampuannya dalam transportasi oksigen dan nutrien ke jaringan (Colville and Bassert, 2008).

Pembentukan sel darah merah (eritrosit) membutuhkan bahan dasar berupa protein dan aktivatornya. Beberapa aktivatornya adalah mikromineral berupa Cu, Fe, dan Zn. Hemoglobin terdapat di dalam sel darah merah, yang juga memerlukan protein (glisin) dan Fe dalam sintesisnya (Colville and Bassert, 2008).

Nilai hematokrit sendiri menggambarkan kondisi sel eritrosit dalam darah sehingga menjadi salah satu indikator penentuan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen (O₂) yang biasa dikenal dengan istilah *Oxygen Carrying Capacity*. Nilai hematokrit pada saat bertelur cenderung mengalami penurunan yang merupakan dampak tubuh ayam dalam mempertahankan homeostatis. Nilai hematokrit yang rendah pada saat bertelur diakibatkan oleh peningkatan volume plasma darah yang disebut proses Haemodilusi (Swenson,1993).

Protein yang sangat tinggi pada tubuh cacing tanah yang terdiri dari setidaknya sembilan asam amino esensial dan empat macam asam amino non-esensial. Asam amino esensial ini antara lain arginin, histidin, leusin, isoleusin, valin, metionin, fenilalanin, lisin dan treonin. Sedangkan asam amino non-esensial ialah sistin, glisin, serin, dan tirosin (Palungkun, 2008). Sementara rumput laut mengandung mineral yang tinggi yang dapat berfungsi sebagai prekursor pembentukan sel darah (Renden dkk., 1990). Kandungan protein dan mineral tinggi yang terdapat dalam tepung cacing tanah dan tepung rumput laut diharapkan dapat mempertahankan, bahkan memperbaiki proses pembentukan eritrosit yang dapat mengikat oksigen ke seluruh tubuh ternak, sehingga proses metabolisme untuk pembentukan telur dapat berlangsung.

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh protein yang sangat tinggi pada tubuh cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan sumber mineral yang beragam pada tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap peningkatan nilai hematokrit dan kadar hemoglobin dalam darah ayam petelur.

MATERI DAN METODE

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah ayam ras petelur yang berumur 48 minggu yang sedang bertelur sebanyak 48 ekor, kandang produksi (*battery*), tempat pakan dan minum, ayakan, blender, alat suntik vaksin, campuran pakan komersil (tepung konsentrat dan jagung giling dengan perbandingan 50:50), tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*), tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*), tabung antikoagulan EDTA K3, pelarut Turk, pelarut Rees and Ecker, wax, alkohol 70 %, HCL 0,1 N, aquades, kertas label, kertas saring, cover glass, dan kapas. tabung reaksi, centrifuge, mikroskop, dan spoit.

Adapun kandungan nutrisi pakan campuran dan pakan butiran Gold KLK-16 disajikan dalam tabel 1. dan tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Konsentrat Gold KLK-16

Nutrisi	Jumlah Max/min	Jumlah %
Air	Max	11
Protein Kasar	Min	34
Lemak Kasar	3	7
Serat Kasar	Max	7
Abu	Max	35
Kalsium	11	12
Phospor	1.0	1.5
Antibiotika	+	

Desain penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 (enam) perlakuan dan 4 kali ulangan, dimana setiap ulangan berisi 2 (dua) ekor ayam.

Tabel 2. Kandungan Zat Gizi Pakan Campuran

Perlakuan	Keterangan	Jagung ^{*>}	Konsentrat ^{**>}	Tepung Cacing Tanah ^{***>}	Tepung Rumput Laut ^{****>}	Jumlah
P₀	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	50	0	0	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	17	0	0	21,5
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	1050	0	0	2679,15
P₁	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	30	15	5	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	10,2	9,15	0,065	23,915
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	630	551,115	15,6	2825,865
P₂	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	30	10	10	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	10,2	6,1	1,3	22,1
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	630	367,41	31,2	2657,76
P₃	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	30	5	15	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	10,2	3,05	0,195	18,245
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	630	183,705	46,8	2754,855
P₄	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	30	20	0	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	10,2	12,2	0	28,2
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	630	734,82	0	2993,97
P₅	Jumlah Bahan Pakan (%)	50	30	0	20	100
	Kandungan Protein	9	34	61	1,3	
	Jumlah Kandungan Protein Pakan (%)	4,5	10,2	0	0,26	14,96
	Kandungan Energy Metabolisme	3258,3	2100	3674,1	312	
	Jumlah Kandungan Energy Metabolisme Pakan (kkal/kg)	1629,15	630	0	62,4	2321,55

Sumber:

- *> = Berdasarkan Rasyaf (2007).
- **> = Berdasarkan Perhitungan kandungan Bahan Pakan dari PT Japfa Comfeed Indonesia, Tbk. (2017).
- ***> = Berdasarkan Palungkun (2008).
- ****> = Berdasarkan Smit (2004).

Penentuan dosis perlakuan mengacu pada hasil penelitian Hasyim, dkk., (2015) yang menunjukkan bahwa penggunaan tepung cacing tanah dan tepung rumput laut sampai 30% dalam pakan masih berpengaruh positif terhadap peningkatan kualitas dan kuantitas telur ayam. Perlakuan pakan yang digunakan sebagai berikut :

- P₀ = Campuran pakan basal 100% (Kontrol)
- P₁ = Campuran pakan basal 80% + 15% tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) + 5% tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*).

- P₂ = Campuran pakan basal 80% + 10% tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) + 10% tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*).
 P₃ = Campuran pakan basal 80% + 5% tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) + 15% tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*).
 P₄ = Campuran pakan basal 80% + 20% tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*).
 P₅ = Campuran pakan basal 80% + 20% tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*).

Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah kadar nilai Hematokrit dan kadar Hemoglobin dalam darah ayam petelur yang dilaksanakan di laboratorium Hematologi dan Virologi Balai Besar Veteriner, kabupaten Maros.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data nilai Hematokrit dan kadar Hemoglobin selama penelitian disajikan pada tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Rata-rata nilai Hematokrit dan kadar Hemoglobin Ayam Petelur dengan intake tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Euceuma cottonii*).

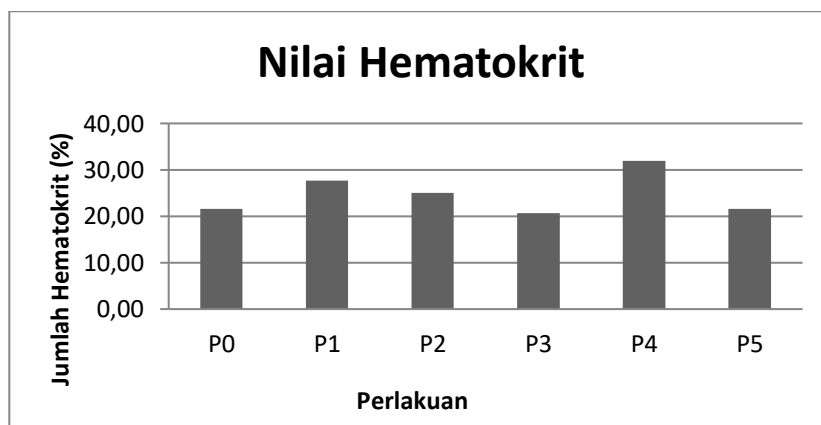
Parameter Penelitian	Ulangan					
	P ₀	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
Nilai Hematokrit (%)	21.54±0.222 ^d	27.66±0.310 ^b	25.08±0.157 ^c	20.66±0.541 ^e	31.96±0.731 ^a	21.54±0.182 ^d
Kadar Hemoglobin (mg/dL)	7,54±0,077 ^e	7,81±0,078 ^b	7,78±0,119 ^c	7,65±0,209 ^d	8,75±0,080 ^a	7,63±0,186 ^d

Keterangan: Superskript yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Nilai Hematokrit

Hematokrit atau *Packed Cell Volume* (PCV) adalah persentase (%) sel darah merah dalam 100 ml darah. Hasil pengukuran sidik ragam (*anova*) memperlihatkan bahwa pemberian tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dalam campuran pakan basal dengan komposisi yang berbeda, memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap persentase nilai hematokrit.

Berdasarkan persentase nilai hematokrit pada Tabel 3. berada pada kisaran normal yaitu antara 21.54-31.96%. Hasil ini sesuai dengan pendapat Mangkoewidjojo dan Smith (1988), yang menyatakan bahwa nilai hematokrit normal pada ayam berkisar antara 24%-43%. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Favlik dan Lichovnikova (2011), menilai bahwa nilai hematokrit pada ayam strain Isa Brown yang berumur 52 sampai 75 minggu berkisar antara 27,00 – 32,00%. Dan hasil penelitian ini juga tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian Suchý et al. (2004), yang melaporkan bahwa hasil pengukuran nilai hematokrit yang dilakukan pada ayam petelur strain Moravia BSL dari umur 25 minggu sampai 50 minggu cenderung menunjukkan peningkatan dari 26% menjadi 36%. Perbedaan dari variasi berat badan yang tinggi dalam satu kelompok ayam merupakan penyebab hasil yang berbeda. Perbandingan nilai Hematokrit pada tiap perlakuan yang berbeda dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Nilai Hematokrit darah ayam ras petelur penelitian.

Nilai hematokrit pada dasarnya dapat menggambarkan kondisi sel eritrosit dalam darah, sehingga nilai Hematokrit dapat dijadikan salah satu indikator penentuan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen (O_2) yang biasa dikenal dengan istilah *Oxygen Carrying Capacity*. Ternak pada saat bertelur memiliki nilai hematokrit yang cenderung mengalami penurunan, hal ini merupakan dampak tubuh ternak untuk mempertahankan homeostatis. Nilai hematokrit yang rendah pada saat bertelur ini diakibatkan oleh peningkatan volume plasma darah yang disebut proses Haemodilusi. Swenson (1993), mengungkapkan pada tingkat produksi telur yang tinggi, jumlah prekursor yolk dalam darah juga meningkat, akibatnya volume plasma meningkat untuk menjaga agar tekanan osmotik dalam tubuh tetap stabil.

Peningkatan volume plasma pada kondisi ini, tidak berpengaruh terhadap jumlah maupun ukuran sel darah merah, akibatnya pada saat pengukuran, nilai hematokrit cenderung lebih rendah seiring dengan produksi telur yang meningkat. Namun, konsentrasi plasma akan kembali normal ketika folikel terakhir telah mengalami ovulasi (Challenger et al., 2001). Volume plasma yang meningkat akan berakibat menurunnya kapasitas pengangkutan oksigen (O_2) dalam darah meskipun pada dasarnya jumlah eritrosit tidak berkurang.

Salah satu asumsi bahwa nilai hematokrit yang rendah pada unggas yang sedang berproduksi adalah akibat tingginya kadar estrogen dalam darah. Hormon estrogen diketahui memiliki sifat menghambat proses pembentukan sel darah merah (*eritropoietic*). Bertambahnya jumlah folikel yang sedang berkembang selama produksi telur akan meningkatkan kadar estrogen dalam darah, yang diiringi dengan meningkatnya jumlah komponen-komponen penyusun kuning telur dalam darah. Estrogen dibutuhkan untuk penyesuaian terhadap perubahan metabolisme lemak dan peningkatan komponen-komponen kuning telur dalam darah (Challenger et al., 2001).

Penurunan nilai hematokrit selama fase produksi juga disebabkan oleh beberapa faktor lain, yakni: tingkat stres oleh pengaruh nutrisi dan temperatur, dehidrasi, maupun parasit dalam darah (Challenger et al., 2001). Tingginya level prekursor yolk dan akibat meningkatnya konsentrasi hormon estrogen dalam darah merupakan asumsi yang lebih sesuai dalam menggambarkan penurunan nilai hematokrit pada ayam dengan tingkat produksi telur yang lebih tinggi (Frandsen, 1996).

Kadar estrogen dalam darah akan mengakibatkan bertambahnya volume plasma, disamping itu estrogen yang meningkat akan menghambat proses eritropoiesis (pembentukan sel darah merah). Pengurangan jumlah eritrosit akan mengurangi kapasitas pengangkutan oksigen, yang berakibat pada lambatnya proses pengangkutan komponen-komponen telur menuju oviduk (Gunnarson, 2012).

Kadar Hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul yang berbentuk bulat dan terdiri dari empat subunit. Tiap subunit mengandung satu gugus heme yang terkonjugasi oleh suatu polipeptida (globin). Heme merupakan suatu derivat porfirin yang mengandung besi. Hemoglobin berfungsi untuk membawa oksigen dalam sel darah merah untuk ditranspor ke seluruh bagian tubuh (Ganong, 2008).

Hasil pengukuran sidik ragam (*anova*) memperlihatkan bahwa pemberian tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dalam campuran pakan basal dengan komposisi yang berbeda, memberikan pengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar hemoglobin.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 3, rata-rata kadar hemoglobin ayam petelur penelitian ini tertinggi pada perlakuan dengan penambahan 20% tepung cacing tanah (P4) yaitu 8,75 mg/dL. Hasil penghitungan ini menunjukkan bahwa kadar hemoglobin dari ayam masih dalam keadaan normal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Schalm, (2010), bahwa kadar normal hemoglobin ayam berkisar antara 7,0-13 g/dl.

Kadar hemoglobin yang relatif tinggi pada penelitian juga diduga dipengaruhi oleh faktor pakan. Pakan yang diberikan pada setiap perlakuan pada saat penelitian adalah jenis pakan yang sama dengan komposisi pakan yang berbeda. Jenis pakan yang berbeda inilah diduga mempengaruhi proses sintesis hemoglobin sehingga kadar hemoglobin setiap perlakuan menjadi juga berbeda. Hal ini sesuai dengan Murray, et.al., (2009) yang menyatakan sintesis hemoglobin dipengaruhi oleh keberadaan zat gizi dalam pakan, seperti keberadaan zat besi dan protein.

Kandungan zat besi dan asam amino esensial yang terdapat pada tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sangat mempengaruhi proses sintesis hemoglobin. Hal ini sesuai dengan pernyataan Guyton dan Hall (2010), bahwa produksi hemoglobin dipengaruhi oleh kadar besi (Fe) dalam tubuh karena besi merupakan komponen penting dalam pembentukan molekul heme. Besi diangkut oleh transferin ke mitokondria, tempat dimana heme di sintesis. Jika tidak terdapat transferin dalam jumlah cukup, maka kegagalan pengangkutan besi menuju eritoblas dapat menyebabkan anemia hipokromik yang berat, yaitu penurunan jumlah eritrosit yang mengandung lebih sedikit hemoglobin. Sintesis hemoglobin diawali dari dalam proeritoblast kemudian dilanjutkan dalam fase retikulosit dalam sumsum tulang. Tahap dasar kimiawi pembentukan hemoglobin yaitu suksinil KoA yang dibentuk dalam siklus Krebs berikatan dengan glisin untuk membentuk senyawa pirol yang menyatu membentuk senyawa protoporfirin. Kemudian senyawa tersebut berikatan dengan besi menggunakan bantuan enzim ferokelatase

membentuk molekul heme. Setiap molekul heme bergabung dengan rantai polipeptida panjang (globin) membentuk suatu subunit hemoglobin. Praseno (2005) juga menyatakan bahwa Fe berperan dalam pembentukan senyawa heme dan Zn berperan dalam pembentukan protein pada umumnya.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin adalah gangguan dalam pembentukan eritrosit. Kadar hemoglobin berjalan sejajar dengan jumlah eritrosit (Schalm, 2010).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat nyata ($p < 0,01$) pemberian tepung cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dan tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) terhadap persentase nilai Hematokrit dan kadar hemoglobin darah ayam petelur penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bell, D.D. 2002. *Anatomy of The Chicken*. In: Bell, D.D and W. D. Weaver Jr., Editor. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. Fifth edition. USA: Springer Science Business Media, Inc.
- Colville T, and J. M. Bassert. 2008. *Clinical Anatomy & Physiology for Veterinary Technician*. Missouri: Elsevier.
- Challenger, W. O., T. D. Williams, J. K. Christians, and F. Vezina. 2001. Follicular development and plasma yolk precursor dynamics through the laying cycle in the European starling (*Sturnus vulgaris*). *Physiol. Biochem. Zool.* 74, 356-365.
- Favlík, A., M. Pokludová, D. Zapletal, and P. Jelínek. 2007. Effects of housing system on biochemical of blood plasma in laying hens. *Acta Vet. Brno* 2007, 76:339-347.
- Franson, R. D. 1996. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Edisi Keempat. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ganong, W. F. 2008. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Review of Medical Physiology)*. Edisi 17. Terjemahan : P. Andianto. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Gunnarson, M. 2012. *Avian hematology*. Institute for Clinical Chemistry Swedish Agricultural University. Swedish.
- Guyton A. C. & Hall J. E. 2010. *Textbook of Medical Physiology*. 12th Edition. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Hasyim, Z. Djide, Natsir. dan Syamsuddin. 2015. Potensi Pemanfaatan Cacing Tanah *Lumbricus rubellus* dalam Mengantisipasi Flu Burung melalui Deteksi Protein Imunoglobulin Y (IG/Y) Ternak Ayam Ras. Makassar. *Jurnal Alam dan Lingkungan*, Vol. 6.
- Mangkoewidjojo, S, & J. B. Smith. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. UI Press, Jakarta.
- Murray R.K, D. A. Bender dan V. W. Rodwell. 2009. *Biokimia Harper*. Penerbit Buku Kedokteran EGC : Jakarta. Hal 174–183 ; 304-321
- Palungkun. R. 2008. *Sukses Beternak Cacing Tanah Lumbricus rubellus*. Jakarta: Penebar Swadaya. Pp: 5-15.
- Praseno, K. 2005. Respon eritrosit terhadap perlakuan mikromineral Cu, Fe dan Zn pada ayam (*Gallus gallus domesticus*). *J. Indo. Trop. Anim. Agric.* 30 (3): 179-185.
- Rasyaf, M. 2007. *Manajemen Peternakan Ayam*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Renden, J. A., F. H. Benoff, J. C. Williams, and R. D. Bushong. 1990. Examination of the Physical Characteristics in a Diverse Group of Dwarf White Leghorn Pullets Before and After First Oviposition. *J. Poult. Sci.* 69:16- 26.
- Schalm. 2010. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th Ed. Editor: Douglas J, Weiss, K., Jane W. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Smit, A. J. 2004. Medicinal and pharmaceutical uses of seaweed natural products: A review. *Journal of Applied Phycology*;16(1) 245–262.
- Suchý,P., E. Straková, B. Jarka, J. Thiemel, and V. Večerak. 2004. Different between metabolic profiles of egg-type and meat-type hybrid hens. *Czech J. Anim. Sci.* 8: 323-328.
- Swenson, M.J. 1993. *Physiological Properties and Celluler and Chemical Constituent of Blood in Dukes Physiology of Domestic Animals*. 11th ed. Comstock Publishing Associates a division of Cornell University Press Ithaca and London.

Wijayakusuma, R. and S. H. S. Sikar. 1986. Fisiologi Hewan Jilid II. Kumpulan Materi Kuliah. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor.