

RESPON FISIOLOGIS AYAM PETELUR FASE GROWER PADA KEPADATAN KANDANG YANG BERBEDA

Physiological Response Growing Phase Laying Hens in The Different Stocking Density

Rosaliya Imelda^a, Sri Suharyati^b, Veronica Wanniatie^b

^aThe Student of Department of Animal Husbandry Faculty of Agriculture Lampung University

^b The Lecture of Department of Animal Husbandry Faculty of Agriculture Lampung University

Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture Lampung University

Soemantri Brojonegoro No.1 Gedung Meneng Bandar Lampung 35145

Telp (0721) 701583. e-mail: kajur-jptfp@unila.ac.id. Fax (0721)770347

ABSTRACT

The experiment was determine to physiological responses of laying hens grower phases at different stocking density and determine the effect of stocking density best on the physiological responses of laying hens grower phases. Research carried out for 3 weeks from 2 April to 23 April 2014, in Varia Agung Jaya Farm, Varia Agung Village, District of seputih Mataram, Lampung Tengah Regency. Chicken laying hens used were 8-10 weeks of age grower phases as much as 210. This study used a Completely Randomized Design (CRD), consisting of four treatments, replicated five times, namely P1: 6 m⁻² tail cage density, P2: 9 m⁻² tail cage density, P3: 12 m⁻² tail cage density, P4: 15 m⁻² tail cage density. The resulting data were analyzed by analysis of variance at the 5% significance level.

The results show that stocking density 6, 9, 12 and 15 m⁻² individuals per had no significant effect ($P < 0.05$) on physiological responses (respiratory rate, rectal temperature and temperature shank) chicken laying grower phases.

Keywords: laying hens grower phase, cage density, respiratory rate, rectal temperature, shank temperature

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan penduduk yang semakin pesat, permintaan produk hasil peternakan yang berupa protein hewani juga semakin meningkat. Produk hasil peternakan tersebut antara lain daging, susu dan telur. Telur merupakan produk yang paling digemari oleh konsumen. Selain karena mudah didapat, harga telur juga relatif lebih murah dibandingkan dengan produk hasil peternakan yang lain.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan telur masyarakat, peningkatan produktivitas ternak khususnya ayam petelur harus terus diupayakan. Produktivitas ayam dipengaruhi dua faktor yaitu faktor genetik dan lingkungan. Faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap produktivitas ayam petelur salah satunya adalah kepadatan kandang.

Kepadatan kandang yang sesuai dengan kebutuhan ayam petelur akan menciptakan kondisi nyaman yang menyebabkan peningkatan produktivitas, menekan kematian, menekan cekaman, dan

berkurangnya stress. Kepadatan kandang yang tinggi akan menyebabkan temperatur kandang menjadi tinggi. Menurut Armstrong (1994), temperatur yang tinggi mengakibatkan cekaman panas pada ternak, sehingga akan terjadi perubahan fisiologis berupa peningkatan suhu tubuh, konsumsi air minum, frekuensi pernapasan, evaporasi air, dan perubahan konsumsi ransum. Pada kepadatan kandang yang rendah ayam petelur cenderung berada dalam kondisi nyaman akan tetapi kurang efisien dalam segi ekonomi dan produksi.

Pengaruh kepadatan kandang yang berbeda pada ayam petelur fase grower terhadap respon fisiologis belum banyak diteliti. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang dapat mendukung dan memberikan informasi mengenai pengaruh kepadatan kandang terhadap respon fisiologis (frekuensi pernapasan, suhu rektal dan suhu shank) ayam petelur fase grower.

MATERI DAN METODE

Materi

Ternak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayam petelur tipe medium strain Isa brown umur 8--10 minggu sebanyak 210 ekor.

Ransum yang digunakan dalam penelitian ini adalah ransum komersil dan ransum yang dibuat sendiri oleh peternak. Kandungan nutrisi ransum disajikan pada Tabel 1. Air minum pada penelitian diberikan secara ad libitum.

Tabel 1. Kandungan nutrisi ransum berdasarkan analisis proksimat

Nutrisi	Kandungan (%)
Kadar Air	10,95
Protein kasar	11,63
Lemak kasar	6,09
Serat kasar	4,69
Abu	6,93

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2014)

Penelitian dilaksanakan selama 3 minggu dari 02 April--23 April 2014, di Varia Agung Jaya Farm, Desa Varia Agung, Kecamatan Seputih Mataram, Kabupaten Lampung Tengah.

Metode Penelitian

1. Rancangan perlakuan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas empat perlakuan, setiap perlakuan diulang sebanyak lima kali. Keempat perlakuan tersebut adalah

- P1 : Kepadatan 6 ekor m^{-2}
P2 : Kepadatan 9 ekor m^{-2}
P3 : Kepadatan 12 ekor m^{-2}
P4 : Kepadatan 15 ekor m^{-2}

3. Analisis Data

Data yang dihasilkan dianalisis ragam pada taraf nyata 5%. Apabila dari analisis ragam menunjukkan hasil yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel dan Torrie, 1993).

Pelaksanaan Penelitian

1. Persiapan kandang

Tahap awal yang dilakukan adalah :

- pembuatan petak kandang penelitian ayam petelur fase grower sebanyak 20 petak dengan ukuran 1 x 1 x 1,3 m;
- mencuci peralatan kandang hanging feeder dan tempat air minum;
- mengapur dinding, tiang, dan lantai kandang;
- setelah kapur mengering, dilakukan pemasangan kandang sesuai dengan petak kandang penelitian dan dilakukan penyemprotan kandang dengan desinfektan.

3. Kegiatan penelitian

Sebelum perlakuan, ayam petelur fase starter umur 8 minggu ditimbang untuk mengetahui bobot tubuhnya. Selanjutnya, secara acak 210 ekor ayam petelur fase grower dengan bobot tubuh hampir seragam ditempatkan pada petak kandang penelitian sesuai dengan pengacakan perlakuan dan ulangan. Satu petak kandang berisi 6, 9, 12, dan 15 ekor ayam petelur fase grower strain Isa Brown umur 8--10 minggu.

Pemberian ransum dilakukan 2 kali sehari, yaitu pada pukul 07.00 dan 14.00 WIB dan air minum diberikan secara ad libitum. Suhu dan kelembaban diukur setiap hari, yaitu pada pukul 06.00; 13.00; dan 18.00 WIB. Suhu dan kelembaban kandang diukur menggunakan thermohigrometer yang diletakkan pada bagian dinding kandang.

4. Tahap koleksi data

Pengamatan dilakukan terhadap respon fisiologis (frekuensi pernapasan, suhu rektal dan suhu shank) ayam petelur fase grower pada kandang panggung dengan kepadatan yang berbeda. Pengambilan sampel sebanyak 10% dari jumlah ayam per petak dilakukan 1 kali per minggu selama tiga minggu. Data pendukung yang diambil berupa suhu dan kelembaban lingkungan dilakukan setiap hari pukul 06.00, 13.00, dan 16.00 WIB berdasarkan pola suhu kandang yang telah diukur. Pengambilan data dilakukan pada suhu ekstrim yaitu pukul 13.00 – 14.30 WIB berdasarkan pola suhu ekstrim yang sudah diperoleh.

a. Frekuensi pernapasan

Pengukuran frekuensi pernafasan dilakukan pada pukul 13.00 – 14.30 WIB. Perhitungan dilihat dari jumlah gerakan thorax ayam selama 30 detik (Zhou dan Yamamoto, 1997). Pengukuran dilakukan 1 kali per minggu.

b. Suhu rektal (°C)

Suhu rektal diukur dengan thermometer digital pada pukul 13.00 – 14.30 WIB, pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan 1/3 bagian thermometer ke dalam rektal ayam sampai thermometer berbunyi yang dilakukan 1 kali per minggu.

c. Suhu shank (°C)

Suhu shank diukur dengan menggunakan thermometer digital pada pukul 13.00 – 14.00 WIB, pengukuran dilakukan dengan cara meletakkan thermometer pada bagian tengah kulit shank dengan melapisi tangan dengan sarung tangan plastik, pengukuran dilakukan 1 kali per minggu.

Keterangan ; P1: kepadatan kandang 6 ekor m⁻²
P2: kepadatan kandang 9 ekor m⁻²
P3: kepadatan kandang 12 ekor m⁻²
P4: kepadatan kandang 15 ekor m⁻²

Tabel 2. menunjukkan rata-rata suhu rektal ayam petelur fase grower pada minggu ke-8 sampai minggu ke-10. Hasil analisis ragam kepadatan kandang 6, 9, 12 dan 15 ekor m⁻² ayam petelur fase grower menunjukkan pengaruh tidak nyata ($P>0,05$) terhadap suhu rektal ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai minggu ke-10. Hal ini diduga karena temperatur kandang yang relatif sama pada masing-masing perlakuan sehingga menyebabkan ayam memberikan respon yang sama terhadap pengaruh lingkungan. Rata-rata temperatur kandang pada kepadatan 6, 9, 12, dan 15 ekor minggu ke-8 masing-masing adalah 29,6 °C; 30,4 °C; 30,3 °C; 29,7 °C. Pada minggu ke-9 masing-masing adalah 30,4 °C; 30,6 °C; 30,6 °C; dan 31,6 °C sedangkan pada minggu ke-10 temperatur kandang masing-masing perlakuan adalah 31,7 °C; 31,9 °C; 31,9 °C; dan 33,0 °C.

Suhu rektal dapat digunakan sebagai salah satu indikator respon fisiologis ayam petelur. Sumaryadi dan Budiman (1986) menyatakan bahwa suhu tubuh adalah manifestasi dalam usaha mencapai keseimbangan antara panas yang diproduksi dengan panas yang dikeluarkan. Suhu tubuh dapat diketahui dengan mengukur suhu pada rektal. Perubahan suhu rektal pada ayam merupakan salah satu pengaruh dari mekanisme thermoregulasi yang dilakukan oleh tubuh ternak dalam rangka mempertahankan suhu tubuhnya.

Menurut Frandson (1992) dan Yahav, et al., (2004), ayam petelur mempunyai variasi temperatur normal yang dipengaruhi oleh umur, kelamin, lingkungan, panjang waktu siang dan malam serta makanan yang dikonsumsi. Pada penelitian ini ayam petelur fase grower berada pada kondisi lingkungan dan suhu yang sama. Hal tersebut menyebabkan ayam memberikan respon yang sama sehingga suhu rektal pada masing-masing perlakuan relatif sama.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa suhu tubuh ayam berada pada kisaran normal. Menurut Suprijatna (2008), suhu tubuh normal ayam dewasa 40,00--40,07°C. Menurut Frandson (1992), suhu rektal normal ayam 40,6°C. Kemampuan adaptasi ayam terhadap panas juga sangat memengaruhi respon fisiologis ayam. Pada penelitian ini ayam petelur fase grower diduga memiliki kemampuan adaptasi terhadap panas yang baik sehingga meskipun berada pada

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Kepadatan Kandang terhadap Suhu Rektal

Rata-rata suhu rektal ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai ke-10 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata suhu rektal ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai ke-10

Perlakuan	Minggu ke-8	Minggu ke-9	Minggu ke-10
-----°C -----			
P1	41,11	41,17	41,62
P2	41,13	41,49	41,41
P3	40,83	41,2	41,42
P4	41,05	41,4	41,28
Rata-rata	41,03	41,32	41,43

kepadatan kandang yang berbeda, ayam yang berada pada kepadatan tinggi tetap dapat mempertahankan suhu tubuhnya pada keadaan normal. Hal ini disebabkan pada saat ayam menghadapi cekaman panas, tubuh beradaptasi melalui proses thermoregulasi, sehingga panas yang dilepaskan sebanding dengan panas yang diterima dan yang dibentuk dalam tubuh (Lin et al., 2005).

Ayam merupakan hewan berdarah panas (homeoterm) yang cenderung akan selalu mempertahankan suhu tubuhnya pada kondisi normal dengan mekanisme termoregulasi. Menurut Bilgh (1985), thermoregulasi merupakan hasil kerja dari beberapa organ tubuh yang saling berhubungan. Melalui mekanisme thermoregulasi, hypothalamus akan menghambat pembentukan TRH (thyroid releasing hormon) dan TSH (thyroid stimulating hormon) sehingga hormon-hormon tiroid tidak banyak dihasilkan. Hal tersebut menyebabkan metabolisme menurun yang berdampak pada penurunan produksi panas.

B. Pengaruh Kepadatan Kandang terhadap Suhu Shank

Suhu shank dapat digunakan sebagai salah satu indikator respon fisiologis. Suhu shank akan meningkat seiring dengan peningkatan temperatur lingkungan. Peningkatan suhu shank diakibatkan adanya perubahan volume darah yang mengalir menuju pembuluh darah kapiler. Perubahan ini antara lain dipengaruhi oleh temperatur sebagai mekanisme rangsangan syaraf symphatetik untuk mengeluarkan panas tubuh dalam rangka mempertahankan suhu tubuh ternak (Yanagi, et al., 2002; Mutaf, et al., 2008 dan Yahav, et al., 2008).

Suhu shank ayam petelur fase grower pada minggu ke-8 sampai ke-10 dapat dilihat pada Tabel 3.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kepadatan kandang 6, 9, 12 dan 15 ekor per m² berpengaruh tidak nyata (P>0,05) terhadap suhu shank ayam petelur fase grower pada minggu ke-8 sampai minggu ke-10. Hal ini dapat terjadi karena temperatur di dalam kandang ayam petelur fase grower relatif sama pada masing-masing perlakuan sehingga menyebabkan ayam memberikan respon yang sama terhadap pengaruh lingkungan. Rata-rata temperatur kandang pada kepadatan 6, 9, 12 dan 15 ekor per m² minggu ke-8 masing-masing adalah 29,6 °C; 30,4 °C; 30,3 °C; 29,7

°C. Pada minggu ke-9 masing-masing adalah 30,4 °C; 30,6 °C; 30,6 °C; dan 31,6 °C sedangkan pada minggu ke-10 temperatur kandang masing-masing perlakuan adalah 31,7 °C; 31,9 °C; 31,9 °C; dan 33,0 °C.

Tabel 3. Rata-rata suhu shank ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai ke-10

Perlakuan	Minggu ke-8	Minggu ke-9	Minggu ke-10
-----°C-----			
P1	36,87	37,84	38,15
P2	38,11	37,87	38,31
P3	37,09	37,57	38,27
P4	35,85	37,86	37,86
Rata-rata	36,98	37,79	38,15

Keterangan : P1: kepadatan kandang 6 ekor m²
P2: kepadatan kandang 9 ekor m²
P3: kepadatan kandang 12 ekorm²
P4: kepadatan kandang 15 ekorm²

Tabel 3 menunjukkan suhu shank pada ayam petelur fase grower relatif tinggi. Berdasarkan hasil penelitian Mushawir dan Latipudin (2011), suhu shank ayam petelur fase grower sebesar 27,6 °C. Tingginya suhu shank ayam pada penelitian ini dapat diakibatkan oleh tingginya suhu lingkungan di dalam kandang.

Priyatno (1994) menyatakan, suhu lingkungan untuk ayam petelur berkisar antara 21--27 °C. kelembaban di lingkungan kandang 60%. Peningkatan suhu shank ini diakibatkan adanya perubahan volume darah yang mengalir menuju pembuluh darah kapiler. Perubahan ini antara lain dipengaruhi oleh temperatur sebagai mekanisme rangsangan syaraf symphatetik untuk mengeluarkan panas tubuh dalam rangka mempertahankan suhu tubuh ternak (Yanagi, et al., 2002; Mutaf, et al., 2008 dan Yahav, et al., 2008). Hal ini menyebabkan organ-organ yang memiliki pembuluh darah kapiler yang banyak (termasuk kaki) akan efektif sebagai organ yang mengevaporasikan panas lebih tinggi, dengan meningkatkan laju alir dan volume darah ke organ-organ tersebut (Havenstein, et al., 2007; Shinder, et al., 2007).

Pada saat suhu lingkungan tinggi, tubuh akan mendistribusikan darah ke pembuluh darah permukaan untuk menghilangkan panas. Semakin banyak darah dari bagian tengah tubuh yang mencapai kulit, semakin dekat suhu kulit dengan suhu inti. Pembuluh darah kulit melenyapkan efektivitas kulit sebagai isolator dengan mengangkut panas ke permukaan, tempat panas tersebut dapat dikeluarkan dari tubuh melalui radiasi,

konduksi dan konveksi. Dengan demikian vasodilatasi pembuluh darah kulit, yang menyebabkan peningkatan aliran darah ke kulit, meningkatkan pengurangan panas dan mengurangi pertambahan panas dari lingkungan ke tubuh ayam.

Meskipun rata-rata suhu shank ayam berada di atas kondisi normal, hasil analisis ragam menunjukkan tidak adanya pengaruh nyata perlakuan terhadap suhu shank ayam petelur fase grower pada kepadatan 6, 9, 12, dan 15 ekor m^{-2} . Hal ini diduga karena pada kondisi tersebut, ayam masih dapat mentolerir dan beradaptasi terhadap suhu lingkungan sekitarnya.

C. Pengaruh Kepadatan Kandang terhadap Frekuensi Pernapasan

Rata-rata frekuensi pernafasan ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai ke-10 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata frekuensi pernafasan ayam petelur fase grower minggu ke-8 sampai ke-10

Perlakuan	Minggu ke-8	Minggu ke-9	Minggu ke-10
-----kali/menit-----			
P1	34,00	41,40	34,20
P2	33,80	37,20	33,40
P3	33,30	37,60	33,20
P4	33,20	37,60	35,30
Rata-rata	33,32	38,46	34,02

Keterangan ; P1: kepadatan kandang 6 ekor m^{-2}
P2: kepadatan kandang 9 ekor m^{-2}
P3: kepadatan kandang 12 ekor m^{-2}
P4: kepadatan kandang 15 ekor m^{-2}

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa frekuensi respirasi ayam petelur fase grower minggu ke-8, ke-9, dan ke-10 pada kepadatan kandang 6, 9, 12 dan 15 ekor per m^{-2} berada diatas kisaran normal. Hal ini disebabkan oleh temperatur kandang yang tinggi. Rata-rata temperatur kandang pada kepadatan 6, 9, 12, dan 15 ekor minggu ke-8 masing-masing adalah 29,6 °C; 30,4 °C; 30,3 °C; 29,7 °C. Pada minggu ke-9 masing-masing adalah 30,4 °C; 30,6 °C; 30,6 °C; dan 31,6 °C sedangkan pada minggu ke-10 temperatur kandang masing-masing perlakuan adalah 31,7 °C; 31,9 °C; 31,9 °C; dan 33,0 °C. Menurut Abioja et al. (2012), frekuensi pernafasan ayam pada kondisi normal sebanyak 20--30 kali per menit, tetapi saat temperatur 30,2 °C dan kelembaban 89,0%, frekuensi pernafasan

meningkat menjadi 39 kali per menit. Ditambahkan oleh Priyatno (1994), suhu lingkungan normal untuk ayam petelur berkisar antara 21--27 °C. Peningkatan frekuensi respirasi ayam ini diakibatkan adanya mekanisme thermoregulasi yang dilakukan tubuh ayam dalam rangka menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan yang tinggi.

Pada saat suhu lingkungan tinggi, tubuh ayam akan mendeteksi perubahan melalui thermoreseptor perifer yang terletak di dalam kulit (Sloane, 2013). Impuls akan di kirim ke pusat integrasi thermoregulasi tubuh hipotalamus selanjutnya hipotalamus mengirim respon kepada efektor yang berupa kelenjar keringat dan kapiler kulit agar dapat mengurangi peningkatan suhu tubuh melalui berkeringat, pelebaran pembuluh darah dan kontrol sistem metabolik tubuh (Sloane, 2013). Ayam tidak memiliki kelenjar keringat sehingga evaporasi dilakukan melalui pelepasan panas lewat mulut (panting). Menurut Amstrong (1994), temperatur yang tinggi mengakibatkan cekaman panas pada ternak, sehingga terjadi perubahan fisiologis berupa peningkatan suhu tubuh, konsumsi air minum, frekuensi pernafasan, evaporasi air, dan perubahan konsumsi ransum. McDowell (1974) juga mengatakan bahwa ekspresi ternak yang terkena cekaman panas antara lain peningkatan suhu tubuh, frekuensi pernafasan dan denyut jantung.

Kemampuan ayam dalam beradaptasi terhadap lingkungannya dipengaruhi oleh sistem ventilasi yang baik. Menurut Fadilah dan Fatkhuroji (2013), ventilasi yang baik dapat menghilangkan stres pada ayam akibat perubahan lingkungan (temperatur atau kelembaban) yang selalu berubah-ubah sehingga meskipun berada pada kepadatan yang berbeda, ayam tersebut tetap dapat mempertahankan suhu tubuhnya pada keadaan stabil. Hal ini didukung oleh pernyataan Rasyaf (1994) yang menyatakan bahwa faktor sirkulasi udara akan memengaruhi jumlah ayam didalam satuan luas lantai kandang tertentu.

Pada penelitian ini kandang yang digunakan berupa kandang panggung yang terbuat dari bambu. Dinding kandang juga terbuat dari bambu sehingga memungkinkan udara dapat masuk dari bagian samping kandang, selain itu lantai kandang yang terbuat dari bambu juga dapat mengurangi kelembaban di dalam kandang serta dapat mengurangi gas beracun seperti gas amonia, karbon dioksida dan karbon monoksida (Fadilah dan Fatkhuroji, 2013). Di sekitar

lokasi kandang juga di terdapat banyak pohon peneduh. Kondisi tersebut dapat mempermudah ayam petelur untuk mengatasi dan menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan yang tinggi. Menurut Togatorop (1979) ada beberapa cara yang dapat ditempuh untuk modifikasi iklim mikro, diantaranya mengatur kontruksi kandang dan menanam pohon-pohon peneduh di sekeliling kandang.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil penelitian dapat diambil simpulan bahwa kepadatan kandang 6, 9, 12 dan 15 ekor per m² tidak berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap respon fisiologis (frekuensi pernapasan, suhu rektal dan suhu shank) ayam petelur fase grower;

Saran

Peternak dapat menggunakan kandang dengan kepadatan sampai dengan 15 ekor per m² pada ayam petelur fase grower umur 10 minggu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abioja, M. O., K. B. Ogundimu, T. E. Akibo, K. E. Odukoya, O. O. Ajiboya, J. A. Abiona, T. J. Williams, E. O. Oke, dan O. O. Osinowo. 2012. Growth, mineral deposition, responses of broiler chickens offered honey in drinking water during hot-dry season. *Poultry Science* 82: 2701–2861.
- Amstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*. vol .77. pp . 2044-50.
- Bappenas. 2010. *Beternak Ayam Petelur*. <http://www.ristek.go.id>. Diakses tanggal 5 Januari 2014 pk. 13.57.
- Bligh. 1985. Thermal physiology". in: Yousef, M.K. *Stress physiology in livestock*. Vol. III. CRC Press. Yogyakarta.
- Fadillah, R. 2004. *Kunci Sukses Beternak Ayam Broiler di Daerah Tropis*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Fadilah, R. dan Fatkhuroji. 2013. *Memaksimalkan Produksi Ayam Ras Petelur*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Frandsen, R. D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Edisi ke-4. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Fuller, H. L. dan M. Rendon. 1977. Energetic efficiency of different dietary fats for growth of young chicks . *Poultry Science*. 56: 549.
- Guyton, A. C. and J. E. Hall. 2010. *Medical Physiology*. 12th Edition. W. B. Saunders Company. Philadelphia.
- Havenstein, G. B., P. R. Ferket, J. L. Grimes, M. A. Qureshi, and K. E. Nestor. 2007. Comparison of the performance of 1966-versus 2003-type turkeys when fed representative 1966 and 2003 turkey diet: Growth rate, livability, and feed conversion. *Poultry Science*. 86:232–240.
- Hillman, P.E., N.R. Scot, A. van Tienhoven. 2000. Physiological, responses and adaptations to hot and cold environments. *Stress Physiology in Livestock*. Volume 3, *Poultry Science*. Florida: CRC Pr. hal: 1-71.
- Hoffman, T. Y. C. M and G. E. Walsberg. 1999. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Edisi ke-4. Gadjah Mada Press. Yogyakarta.
- Isroli. 1996. Pengaturan konsumsi energi pada ternak. *Sainteks Vol ke-3 No. 2*: 64-72.
- Lin, H., H. F. Zhang, R. Du, X. H. Gu, Z. Y. Zhang, J. Buyse and E. Decuyper. 2005. Thermoregulation responses of broiler chickens to humidity at different ambient temperatures. II. Four weeks of age. *Poultry Science*. 84:1173-1178.
- McDowell, R. E. 1972. Improvement of livestock production in warm climate. W.H. Freeman and Co., San Francisco. p.1-128.
- McDowell, R. E. 1974. The environment versus man and his animals. In: H.H. Cole & M. Ronning (Eds.). *Animal Agriculture*. W.H. Freeman and Co., San Fransisco.
- Mushawwir, A dan D. Latipudin. 2011. Respon fisiologi thermoregulasi ayam ras petelur fase grower dan layer. *Jurnal Fakultas Peternakan*. Universitas Diponegoro. Bandung.
- Mutaf, S., N. Ş. Kahraman, and M. Z. Firat. 2008. Surface wetting and its effect on body and surface temperatures of domestic laying hens at different thermal conditions. *Poultry Science* 87:2441–2450.

- North, M.O. and D.D. Bell. 1990. Commercial Chicken Production Manual. 4th Edition. Publishing by Chapman and Hall One. New York.
- Ophir, E., Y. Arieli, J. Mrder, M. Horowitz. 2002. Coetaneous blood flow in pigeon columba livia: its possible relevance to coetaneous water evaporation. *J Exp Biol* 205:2627-2636.
- Priono, D. 2003. Performans Ayam Ras Petelur Tipe Medium Periode Tiga Bulan Pertama Bertelur yang Diberi Ransum Dengan Kandungan Metionin Pada Berbagai Level. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Priyatno. 2004. Membuat Kandang Ayam. Cetakan ke-8. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rasyaf, M. 1994. Beternak Ayam Ras Petelur. Penebar Swadaya. Jakarta.
- _____. 2001. Manajemen Bisnis Peternakan Ayam Petelur. Penebar Swadaya. Jakarta.
- _____. 2005. Beternak Ayam Petelur. Cetakan ke-20. Penebar Swadaya. Jakarta.
- _____. 2010. Panduan Beternak Ayam Pedaging. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Rinastiti, L. 2013. Heat Stess. <http://lintangrinastiti.blogspot.com/2013/05/he-at-stress-cekaman-panas-pada-ayam.html>. Diposkan oleh Lintang Rinastiti 29 Mei 2013. Diakses 05 Maret 2014.
- Shinder, D., M. Rusal, J. Tanny, S. Druyan, and S. Yahav. 2007. Thermoregulatory responses of chicks (*gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poultry Science*. 86: 2200–2209.
- Sinurat, A. P . 1988 . Produktivitas unggas pada suhu lingkungan yang panas. Pros . Simposium I Meteorologi Pertanian. Perhimpn, Bogor. him. 25-35.
- Sloane, Ethel. (2013). Anatomi dan fisiologi untuk pemula. <http://www.enotes.com/thermoregulation-reference/thermoregulation/> (diakses pada 14 April 2014)
- Sonjaya, H. 2012. Dasar Fisiologi Ternak. IPB Press. Bogor
- Suprijatna, E. 2008. Ilmu Dasar Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta
- Suprijatna, E., U. Atmomarsono, dan R. Kartosudjono. 2005. Ilmu Dasar Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Steel, R. G. D. dan J. Torrie. 1991, Prinsip dan Prosedur Statistik Suatu Pendekatan Biometrik. Alih Bahasa B. Sumantri. PT. Gramedia. Jakarta.
- Sturkie, P. D. 1979. Avian Phisiology. Cornell University Press. New York.
- Sumaryadi, M. Y. dan I. Budiman. 1986. Fisiologi Guna Laksana Lingkungan. Universitas Soedirman. Purwokerto.
- Togatorop, M. H . 1979. Pengaruh suhu udara terhadap produksi ayam. Lembaran LPP. No. 3-4. LPP Bogor. him. 1-10 .
- Yahav, S., A. Straschnow, D. Luger, D. Shinder, J. Tanny, and S. Cohen. 2004. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science*. 83:253–258.
- Yahav, S. 2000. Relative humidity at moderate ambient temperatures: its effect on male broiler chickens and turkeys. *British Poultry Science*. 41: 49–100.
- Yahav, S., D. Shinder, J. Tanny, dan S. Cohen. 2005. Sensible heat loss: the broilers paradox. *World's Poultry Science Journal* 61: 419-434.
- Yahav, S., M. Rusal, and D. Shinder. 2008. The effect of ventilation on performance body and surface temperature of young turkeys. *Poultry Science*. 87:133–137.
- Yanagi, T. Jr., H. Xin, and R. S. Gates. 2002. Optimization of partial surface wetting to cool caged laying hens. *Appl. Eng. Agric*. 45:1091–1100.
- Yousef, M. K. 1985. Thermoneutral Zone. In: M.K. Yousef (Ed.). *Stress physiology of livestock*. Vol.II. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. P.68-69.
- Yuliana, E. 2012. Respon fisiologis ayam jantan tipe medium dengan kepadatan kandang yang berbeda pada kandang panggung. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Zhou, W.T. and S. Yamamoto. 1997. Effect of environmentel temperatur and heat production due to food intake on abdominal temperatur, shank skin temperatur and respiration rate of broiler. *J. Diary. Science*. 38 : 107 – 114