

RESPON FISILOGIS AYAM JANTAN TIPE MEDIUM YANG DIBERI RANSUM DENGAN KADAR SERAT KASAR BERBEDA

Physiological Responses of The Rooster Medium Type Which Were Given Rations in Different Levels of Crude Fiber

Retno Dwi Sundari^a, Erwanto^b, Purnama Edy Santosa^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 objective of this experiment was to find out the physiological responses of roosters medium type which were given rations in different levels of crude fiber (4, 6, 8, or 10% of dietary dry matter). This research was conducted for 60 days at cage trial installations in PT. Rama Jaya, Fajar Baru Village, Jati Agung Subdistrict, South Lampung Regency. There are forty eight of roosters medium type that have been used and divided into 12 cages, so that each cage consisted of four roosters. The roosters were divided into four treatments. The treatment were levels of crude fiber 4, 6, 8, and 10% of dietary dry matter. Each treatment was repeated three times. The design used Completely Randomized Design (CRD) with Nested Data. Result of the experiment should that different levels of crude fiber 4, 6, 8, or 10% had no significant effect ($P > 0.05$) on the physiological response of rooster medium type and there was no physiological responses of the best rooster medium type in the giving of rations in levels of crude fiber 4, 6, 8, or 10%.

(Keywords: Rooster medium type, Rations, Crude fiber, Physiological response).

PENDAHULUAN

Ayam jantan tipe medium merupakan ayam yang dipelihara dan dipromosikan sebagai ayam potong. Dahulu ayam ini tidak memiliki nilai jual, dan hanya dijadikan sebagai produk sampingan di industri *breeding* ayam petelur. Berbagai kondisi ini menggambarkan besarnya peluang yang bisa diraih apabila ayam jantan tipe medium dimanfaatkan sebagai penghasil protein hewani.

Produktivitas yang dimiliki oleh ayam jantan tipe medium akan mencapai titik optimal apabila disertai dengan manajemen yang baik. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam usaha meningkatkan produktivitas ini adalah melalui manajemen ransum. Manajemen ransum yang meliputi jenis ransum, jumlah ransum, frekuensi pemberian ransum, dan bentuk ransum.

Jenis ransum yang diberikan akan memengaruhi produksi yang dihasilkan karena penggunaan jenis ransum yang berbeda memiliki kandungan nutrisi yang berbeda pula sehingga akan berpengaruh terhadap produksi yang dihasilkan. Kandungan nutrisi ransum yang diberikan harus diperhatikan terutama

kandungan serat kasarnya. Serat kasar merupakan polisakarida yang memiliki susunan yang kompleks dan unggas tidak memiliki kemampuan yang cukup baik untuk mencernanya.

Serat kasar dapat dimanfaatkan oleh ayam dalam jumlah yang sangat kecil, sehingga kandungannya dalam ransum perlu dibatasi. Kandungan serat kasar yang terlalu tinggi dalam ransum dapat menurunkan absorpsi zat pakan lainnya seperti lemak dan protein. Kandungan serat kasar tersebut juga menyebabkan pencernaan nutrisi akan semakin lama dan nilai energi produktifnya semakin rendah. Akibatnya proses metabolisme di dalam tubuh semakin lama dan ternak dapat mengalami *stress*. Parameter yang tampak dan dapat diukur apabila ternak mengalami *stress* yaitu respon fisiologis tubuh yang meliputi frekuensi pernapasan, frekuensi denyut jantung, dan suhu rektal.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada September hingga Oktober 2014 di kandang instalasi percobaan milik PT. Rama Jaya di

Desa Fajar Baru, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian meliputi petak kandang sebanyak 12 buah; *thermometer digital*; *stetoscope*; *counter number*; gasolek dan tabung gas; tempat ransum sebanyak 12 buah; tempat air minum berbentuk tabung 12 buah; dan *thermohygrometer*.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah ayam jantan tipe medium sebanyak 48 ekor; ransum BR-1; ransum perlakuan dengan kandungan kadar serat kasar (SK) 4, 6, 8, dan 10% dari bahan kering (BK) ransum; air minum; vaksin; probiotik; dan vitamin.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan masing-masing terdiri dari tiga ulangan. Perlakuan tersebut terdiri dari:

P0 : ransum berkadar SK 4%;

P1 : ransum berkadar SK 6%;

P2 : ransum berkadar SK 8% ; dan

P3 : ransum berkadar SK 10% dari BK ransum.

Pengambilan data frekuensi pernapasan, frekuensi denyut jantung, dan suhu rektal dilakukan pada seluruh jumlah ayam yang ada pada setiap perlakuan. Data yang diperoleh dianalisis ragam secara statistik (Steel dan Torrie, 1991).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Frekuensi Pernapasan

Frekuensi pernapasan merupakan parameter yang dapat digunakan sebagai pedoman untuk mengetahui fungsi organ-organ tubuh ayam jantan tipe medium bekerja secara normal. Rata-rata frekuensi pernapasan pada ayam jantan tipe medium selama penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata frekuensi pernapasan ayam jantan tipe medium

Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
	-----kali/menit-----			
24	56,67±5,16	49,33±6,30	52,00±7,45	50,00±5,72
31	45,33±1,82	47,33±2,87	51,50±4,68	50,00±4,59
39	44,67±1,67	44,00±2,27	45,33±3,34	45,67±5,68
52	46,50±3,63	45,00±4,24	45,67±3,50	45,67±3,60

Keterangan : P0 : ransum berkadar SK 4%

P1 : ransum berkadar SK 6%

P2 : ransum berkadar SK 8%

P3 : ransum berkadar SK 10%

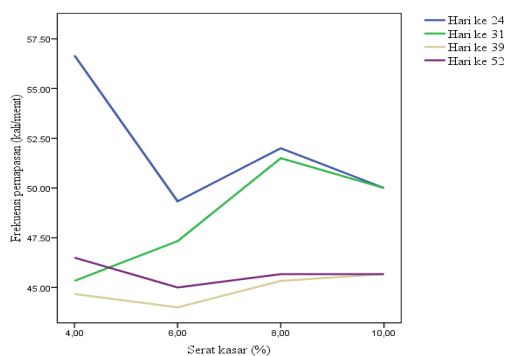
Kadar serat kasar ransum tidak memengaruhi ($P>0,05$) frekuensi pernapasan ayam jantan tipe medium. Hasil tersebut mencerminkan bahwa proses pencernaan, penyerapan, dan metabolisme energi pada tubuh ayam tidak dipengaruhi oleh kadar serat kasar dalam ransum perlakuan. Ayam tersebut mampu mencerna ransum perlakuan dengan kandungan kadar serat kasar 4—10%, hal ini sesuai dengan pendapat Sastroamidjojo (1971) bahwa serat kasar yang dapat dicerna ayam rata-rata sebesar 5—10 % dalam ransum.

Sumber serat kasar yang digunakan dalam ransum perlakuan sebagian besar berasal dari dedak padi dan jagung, berdasarkan penelitian Sutrisna (2010) dedak padi dan jagung dari hasil analisis Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Unila

(2009) mengandung selulosa (6,44%) dan hemiselulosa (54,50%). Selanjutnya Sutrisna (2010) menyatakan bahwa senyawa penyusun serat kasar hanya selulosa, lignin, dan silika yang tidak dapat dicerna oleh unggas, sedangkan hemiselulosa masih dapat dihidrolisis oleh kondisi asam di dalam *proventrikulus* dan *gizzard*. Selain itu hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah (50--200 unit glukosa) dan dapat larut dalam alkali (Tensiska, 2008), sedangkan selulosa mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi (1.000--10.000 unit glukosa) (Sutrisna, 2010). Diduga karena kandungan serat kasar yang berupa hemiselulosa tersebut, ayam jantan tipe medium mampu mencerna ransum perlakuan.

Rata-rata frekuensi pernapasan pada setiap perlakuan ayam jantan tipe medium ini

cukup tinggi berkisar antara 44—57 kali per menit (Gambar 1), menurut Frandson (1992) bahwa frekuensi pernapasan normal ayam kisaran 18—23 kali per menit. Salah satu hal yang memengaruhi tingginya frekuensi pernapasan adalah suhu dan kelembapan lingkungan. Rata-rata suhu lingkungan pada saat pengamatan merupakan suhu kritis bagi ayam yaitu 31,5°C dan kelembapan sebesar 48,26%. Menurut *Rural Chemical Industries* (1957), pada suhu dan kelembapan lebih dari 30°C dan 40% akan terjadi kematian, apabila kelembapan meningkat maka resiko kematianpun akan meningkat. Zona suhu kenyamanan (*comfort zone*) pada ternak di daerah tropik antara 15 sampai 25°C (El Boushy dan Morle, 1978).



Gambar 1. Rata-rata frekuensi pernapasan ayam jantan tipe medium

Pada Gambar 1 terlihat bahwa frekuensi pernapasan ayam jantan tipe medium umur 24 hingga umur 52 hari pemeliharaan semakin menurun, hal ini diduga bahwa ayam akan mengarah ke titik homeostasis (pengaturan suhu tubuh) baru yang berbeda dari sebelumnya. Kregel (2002) menyatakan bahwa apabila *stress* tetap ada, akan terjadi perubahan ekspresi gen yang mengarah ke perubahan sistem fisiologis yang lazim disebut aklimatisasi, yaitu suatu proses yang sebagian besar dikendalikan oleh sistem endokrin. Aklimatisasi dapat didefinisikan sebagai respon fenotipik seumur hidup (*within lifetime phenotypic response*) terhadap *stress* lingkungan dan merupakan proses homeorhetik yang didorong oleh sistem endokrin (Horowitz 2001; Collier dkk., 2004).

Ayam yang ditempatkan pada suhu lingkungan yang lebih tinggi dari *comfort zone*, maka secara langsung terjadi perubahan aktivitas hormonal pada ayam. Menurut Guyton (1983), terdapat fase alarm pada perubahan aktivitas hormonal yang ditandai

dengan peningkatan tekanan darah, kandungan glukosa darah, kontraksi otot dan percepatan respirasi. Hormon yang mempunyai peranan pada fase alarm ini adalah hormon *adrenalin* yang dihasilkan pada ujung syaraf dan hormon *norepinephrin* yang dihasilkan oleh *medulla adrenal*. Lebih lanjut dinyatakan bahwa selama fase alarm, hormon yang berasal dari *hypothalamus* ikut berperan. *Hypothalamus* mensekresikan *Corticotropin Releasing Factor* (CRF) ke *hipofisa anterior*. Selanjutnya *hipofisa anterior* mensintesis *adrenocorticotropin* (ACTH) dan selanjutnya disekresikan ke seluruh pembuluh darah. Jaringan *cortiko adrenal* bertanggung jawab terhadap sintesa ACTH dengan peningkatan dan pelepasan hormon *steroid*.

Bligh (1985) menyatakan bahwa panas yang di terima ayam diteruskan ke syaraf motorik yang mengatur pengeluaran panas dan produksi panas untuk dilanjutkan ke jantung, paru-paru, dan seluruh tubuh. Setelah itu terjadi umpan balik negatif antara pelepasan panas dan produksi panas dalam tubuh. Panas tersebut diterima kembali oleh sensor panas melalui peredaran darah, lalu diedarkan oleh darah ke permukaan kulit untuk dikeluarkan secara radiasi, konveksi, dan konduksi. Setelah mekanisme di atas tidak mampu lagi dilakukan oleh ayam, maka mekanisme yang digunakan untuk mengeluarkan panas tubuh melalui evaporasi.

Pada suhu lingkungan di atas *thermoneutral*, produksi panas meningkat karena ayam tak dapat mengontrol hilangnya panas dengan menguapkan air dari pori-pori keringat, akhirnya cara yang dilakukan melalui pernafasan yang cepat, dangkal atau suara terengah-engah (*panting*). *Panting* tidak dapat digunakan sebagai alat mengontrol hilangnya panas untuk waktu tak terbatas, seandainya suhu lingkungan tidak turun atau panas tubuh yang berlebihan tidak dibuang, maka ayam akan mati karena *hyperthermy* (kelebihan suhu) (Fuller dan Rendon, 1977).

Frekuensi Denyut Jantung

Frekuensi denyut jantung merupakan salah satu cara untuk mengetahui ayam jantan tipe medium mengalami *stress* atau tidak. Apabila frekuensi denyut jantung lebih tinggi dari pada frekuensi normalnya, maka ayam tersebut dapat dikatakan *stress*. Rata-rata frekuensi denyut jantung pada ayam jantan tipe medium selama penelitian ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata frekuensi denyut jantung ayam jantan tipe medium

Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
	-----kali/menit-----			
24	293,3±14,1	298,6±27,9	293,3±29,0	306,6±29,1
31	288,0±8,70	292,3±9,7	266,7±9,80	277,3±15,2
39	316,5±19,4	306,7±28,5	304,0±30,1	312,0±31,4
52	291,0±16,3	298,7±27,7	294,0±26,5	290,7±24,4

Keterangan :

P0 : ransum berkadar SK 4%

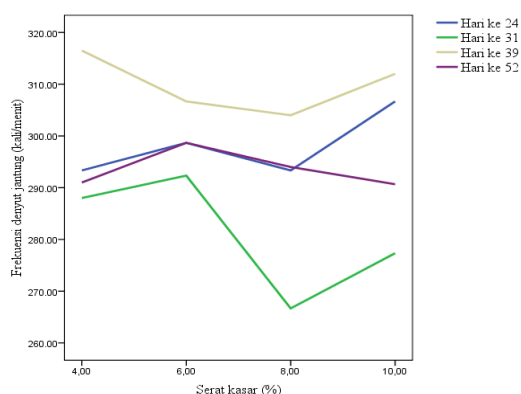
P1 : ransum berkadar SK 6%

P2 : ransum berkadar SK 8%

P3 : ransum berkadar SK 10%

Kadar serat kasar ransum tidak memengaruhi ($P>0,05$) frekuensi denyut jantung ayam jantan tipe medium. Hasil tersebut mencerminkan bahwa pemberian kadar serat kasar 4—10% belum memengaruhi proses pencernaan, penyerapan, dan metabolisme energi pada tubuh ayam. ayam jantan tipe medium mampu mencerna ransum dengan kandungan kadar serat kasar 4—10%.

Sama halnya dengan frekuensi pernapasan, diduga karena sumber serat kasar yang digunakan dalam ransum perlakuan sebagian besar berasal dari dedak padi dan jagung yang mengandung selulosa (6,44%) dan hemiselulosa (54,50%). Hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah (50--200 unit glukosa) sehingga secara parsial mudah larut dalam air dan alkali, sedangkan selulosa mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi (1.000--10.000 unit glukosa).



Gambar 2. Rata-rata frekuensi denyut jantung ayam jantan tipe medium

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, frekuensi denyut jantung ayam

jantan tipe medium berkisar antara 266—317 kali per menit (Gambar 2) pada rata-rata suhu lingkungan 31,5°C dan kelembapan 48,26% diberbagai macam umur pemeliharaan. Kisaran normal frekuensi denyut jantung pada *broiler* 250—470 kali per menit (Franson, 1992). Hasil penelitian Latipudin dan Mushawir (2011) menyatakan bahwa frekuensi denyut jantung pada ayam tipe medium di suhu lingkungan 29°C adalah 233 kali per menit pada fase *grower* dan 256 kali per menit pada fase *layer*. Perbedaan antara penelitian ini menunjukkan bahwa suhu lingkungan mampu memengaruhi frekuensi denyut jantung pada ayam jantan tipe medium, semakin tinggi suhu lingkungan maka semakin tinggi pula frekuensi denyut jantung ayam tersebut.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa frekuensi denyut jantung ayam jantan tipe medium mengalami penurunan pada umur 31 dan 52 hari, dan mengalami peningkatan pada umur ke 39 hari. Hal ini diduga merupakan proses dari aklimatisasi ayam untuk mendapatkan keseimbangan titik-titik baru homeostasis sehingga terjadi perubahan sistem fisiologis yang tahan terhadap cekaman *stress* (Noor dan Seminar, 2009).

Menurut Ridho (2013), tingginya suhu lingkungan berhubungan erat dengan peningkatan respirasi yang menyebabkan meningkatnya aktivitas otot-otot respirasi, sehingga dibutuhkan darah lebih banyak untuk mensuplai oksigen dan nutrien melalui aliran darah dengan jalan meningkatkan frekuensi denyut jantung, sehingga mempercepat pemompaan darah ke permukaan tubuh dan selanjutnya akan terjadi pelepasan panas tubuh.

Tidak berbeda dengan frekuensi pernapasan pada ayam jantan tipe medium yang mengalami *heat stress* bahwa

hypothalamus akan mensekresikan hormon CRF, hormon ini akan merangsang *hipofisa anterior* untuk mensekresikan hormon ACTH. Hormon ACTH akan merangsang jaringan *korteks adrenal* untuk meningkatkan produksi *kortikosteroid*. *Glukokortikoid* menghambat pelepasan ACTH sebagai bentuk umpan balik negatif (Siegel, 1995).

Payne (1988), memaparkan bahwa *stress* dapat memicu pengeluaran hormon adrenalin yang tinggi sehingga suplai aliran darah ke otot jantung menjadi terganggu. Fungsi jantung dipengaruhi oleh saraf otonom, yaitu saraf simpatis dan saraf parasimpatis. Saraf simpatis memengaruhi fungsi jantung

serta pembuluh darah dan pemacunya menyebabkan naiknya frekuensi denyut jantung, bertambah kuatnya kontraksi otot jantung, dan vasokonstriksi pembuluh darah persisten.

Suhu Rektal

Peningkatan suhu rektal merupakan salah satu indikator terjadinya *stress* pada ayam jantan tipe medium. Semakin tercekamnya ayam maka semakin tinggi pula suhu rektalnya. Rata-rata suhu rektal ayam jantan tipe medium selama penelitian ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata suhu rektal ayam jantan tipe medium

Hari ke-	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
	----- ⁰ C-----			
24	40,8±0,30	40,8±0,28	40,8±0,23	41,3±0,56
31	40,5±0,65	40,7±0,52	40,4±0,32	40,3±0,23
39	41,0±0,37	41,3±0,22	40,8±0,33	41,1±0,21
52	41,1±0,19	41,0±0,23	41,2±0,2	40,5±0,29

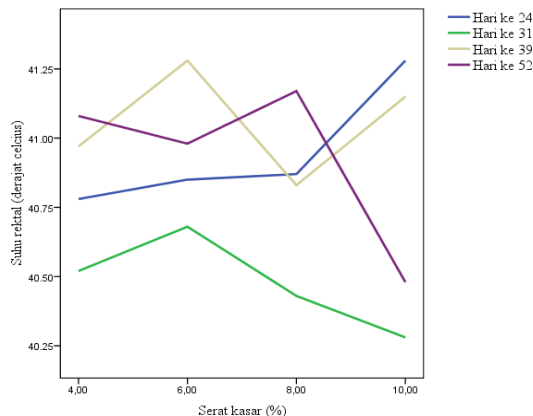
Keterangan :
 P0 : ransum berkadar SK 4%
 P1 : ransum berkadar SK 6%
 P2 : ransum berkadar SK 8%
 P3 : ransum berkadar SK 10%

Kadar serat kasar ransum tidak memengaruhi ($P>0,05$) suhu rektal ayam jantan tipe medium. Hasil tersebut mencerminkan bahwa proses pencernaan, penyerapan, dan metabolisme energi pada tubuh ayam tidak dipengaruhi oleh kadar serat kasar dalam ransum perlakuan. Sama hal dengan frekuensi pernapasan dan frekuensi denyut jantung, ayam tersebut mampu mencerna ransum dengan kandungan kadar serat kasar 4—10% dengan baik.

Sumber serat kasar yang digunakan dalam ransum perlakuan sebagian besar berasal dari dedak padi dan jagung yang mengandung selulosa (6,44%) dan hemiselulosa (54,50%). Hemiselulosa mempunyai derajat polimerisasi rendah (50--200 unit glukosa) sehingga secara parsial mudah larut dalam air dan alkali, sedangkan selulosa mempunyai derajat polimerisasi yang tinggi (1.000--10.000 unit glukosa). Diduga karena kandungan hemiselulosa tersebut, ayam jantan tipe medium mampu mencerna ransum perlakuan.

Ayam adalah hewan yang bersifat homeotermis yang berarti suhu tubuh konstan meskipun suhu lingkungan berubah-ubah sedangkan mekanisme yang mengatur suhu tubuh disebut *thermoregulasi*. Sifat homeotermis pada ayam ini menyebabkan jumlah panas yang dihasilkan oleh aktivitas otot dan metabolisme jaringan sebanding dengan kehilangan panas karena lingkungan (Sulistyoningsih, 2004).

Suhu rektal digunakan sebagai ukuran suhu tubuh karena suhu rektum merupakan pengukur suhu tubuh ayam yang akurat. Hewan homeotermis sudah mempunyai pengatur panas tubuh yang telah berkembang dengan baik. Suhu rektal pada ternak dipengaruhi beberapa faktor yaitu suhu lingkungan, aktivitas, makan, minum, dan pencernaan. Produksi panas oleh tubuh secara tidak langsung bergantung pada makanan yang diperolehnya dan banyaknya persediaan makanan dalam saluran pencernaan (Duke's 1995).



Gambar 3. Rata-rata suhu rektal ayam jantan tipe medium

Suhu rektal ayam jantan tipe medium pada saat pengamatan berkisar antara 40,28 hingga 41,28°C pada rata-rata suhu lingkungan sebesar 31,5°C dan kelembapan sebesar 48,26%, suhu rektal ayam ini dapat dikatakan normal karena berada dalam kisaran 40 hingga 42°C. Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu rektal pada pengamatan hari ke 31 lebih rendah dibandingkan dengan pengamatan di hari ke 24, 39, dan 52, tetapi hal tersebut tidak melebihi kisaran normal suhu rektal ayam. Hal ini menunjukkan bahwa ayam jantan tipe medium mampu mempertahankan suhu tubuhnya walaupun suhu lingkungan tinggi. Frekuensi pernapasan dan frekuensi denyut jantung yang tinggi merupakan hasil dari mekanisme *thermoregulasi* untuk mempertahankan suhu tubuh ayam tersebut.

Ayam yang mengalami *stress* akibat suhu lingkungan yang tinggi akan melakukan adaptasi metabolisme untuk menurunkan cekaman panas. Perubahan yang terjadi adalah fungsi hormon yang pada akhirnya memengaruhi metabolisme (Bianca dalam Isroli, 1996). Kelenjar tiroid memegang peranan di dalam metabolisme, meningkatnya metabolisme mengakibatkan kebutuhan sel-sel tubuh terhadap oksigen meningkat pula (Sulistyoningsih, 2004).

Hasil akhir aktivitas hormonal pada ayam ditandai dengan peningkatan hormon *kortikosteron* dan *kortisol* dalam darah. Hormon *kortikosteron* dan *kortisol* bertanggung jawab terhadap fase resisten, yaitu setelah fase alarm. Peranan utama *kortikosteron* dan *kortisol* terdapat pada peristiwa *glukoneogenesis*. Selain hormon *kortikosteron* dan *kortisol*, ternyata hormon *tiroksin* dan *adrenalin* sangat berperan dalam pengaturan suhu tubuh. Aktivitas kedua

hormon tersebut akan menurun apabila suhu lingkungan tinggi (Guyton, 1983).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian ransum yang berkadar serat kasar 4, 6, 8, atau 10% tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap respon fisiologis ayam jantan tipe medium.

Saran

Peternak dapat menggunakan ransum yang berkadar serat kasar sampai dengan 10% dalam pemeliharaan ayam jantan tipe medium.

DAFTAR PUSTAKA

- Bligh. 1985. Thermalphysiology. Dalam: Yousef, M. K. Stress Physiology in Livestock. Vol. III. CRC. Florida.
- Collier, R. J., L. H. Baumgard, A. L. Lock, dan D. E. Bauman. 2004. Physiological limitations, nutrient partitioning. In: Wiseman J., Sylvester R., editors. Yields farmed species constraints Oppor 21st century. Nottingham (UK) : Nottingham Univ Press. Vol III. No 17:351-378.
- Duke's. 1985. Physiology of Domestic Animal. Comstock Publishing: New York University Collage. Camel.
- El Boushy, A. R. dan A. L. Van Morle. 1978. The effect of climate on poultry physiology in the tropic and their improvement. World's Poultry Sci. Vol II. No 34:155-169.
- Frandsen, R. D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak Edisi IV. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Fuller, H. L. dan M. Rendon. 1977. Energetic efficiency of different dietary fats for growth of young chicks. Poultry Sci. Vol II. No 56:549.
- Guyton, A. C. 1983. Fisiologi Kedokteran. Ed. 5. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Horowitz, M. 2001. Heat acclimation : Phenotypic plasticity and cues to the underlying molecular mechanisms. J. Therm Biol. Vol V. No 26:357-363.
- Isroli. 1996. Pengaturan konsumsi energi pada ternak. Sainteks. Vol III. No 2:64-72.

- Kregel, K. C. 2002. Heat shock proteins: modifying factors in physiological stress responses and acquired thermotolerance. *J Appl Physiol.* Vol IV. No 92:2177-2186.
- Latipudin D., dan A. Mushawir. 2011. Regulasi Panas Tubuh Ayam Ras Petelur Fase Grower dan Layer. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* Vol. VI. No 2. Juli–Desember 2011.
- Noor, R. R., dan K. B. Seminar. 2009. *Rahasia dan Hikmah Pewarisan Sifat (Ilmu Genetika dalam Al-Qur'an)*. IPB Press. Bogor.
- Payne, R. dan Cooper, C. L. 1988. *Causes, Coping, and Consequences of Stress at Work*. Wiley. New York.
- Ridho, F. T. 2013. *Fisiologi Ternak*. www.c31120987.blogspot.com/2013/06/fisiologi-ternak.html?m=1. Diakses pada 7 Desember 2014.
- Rural Chemical Industries. 1957. *Temperature and Humidity Index Poultry*. Australia. [www.heatstress.info/heatstressinfo/TemperatureHumidityIndexPoultry/tabid/1233/Default.aspx](http://www.heatstress.info/heatstressinfo/TemperatureHumidityIndexPoultry/tabid/). Diakses pada 20 januari 2015.
- Sastroamidjojo, A. S. 1971. *Ilmu Berternak Ayam*. Edisi pertama. NV Massa Baru. Bandung.
- Siegel, H. S. 1995. Stress, strains and resistance. *Brit Poult. Sci.* Vol II. No 36:003 - 022.
- Steel, C. J. dan J. H. Torrie. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh bambang Sumantri. Gramedia. Jakarta.
- Sulistyoningsih, M. 2004. *Respon Fisiologis dan Tingkah Laku Ayam Brolier Starter Akibat Cekaman Temperatur dan Awal Pemberian Pakan yang Berbeda*. Tesis. Magister Ilmu Ternak Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang.
- Sutrisna, R. 2010. *Peranan Ransum Berserat Kasar Tinggi dalam Sistem Pencernaan Fermentatif Itik*. Disertasi. Program Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Tensiska. 2008. *Serat Makanan*. Jurusan Teknologi Industri Pangan Universitas Padjadjaran. Bandung.