

Performa Ayam Ras Petelur pada Letak *Cage* Berbeda dalam Sistem *Closed House* di Global Buwana Farm

Performance of Laying Hens on Different Cage Position in Closed House System at Global Buwana Farm

D. T. Amijaya¹, A. Yani¹, & Rukmiasih¹

¹Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan,
Institut Pertanian Bogor Jln. Agatis, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
Email koresponden author: doditisna28@gmail.com

ABSTRACT

Air flow distribution, temperature, and humidity in the cage will differ from the inlet to the outlet. Microclimate difference in the cage at the inlet to the outlet can affect the production and quality of the eggs produced. The purpose of this research was to study the performance of laying hens on different location of cage (inlet, middle and outlet) in closed house system. In total 36 Lohmann hens were placed in each treatment including cage inlet, middle, and outlet. Traits measured were productive performance (hen day performance and egg weight) and egg qualities (haugh unit and egg shell thickness). The data were analyzed using anova, tukey test, pearson correlation coefficient and completely randomized design. Result showed that there was very significant difference on different location cage between temperature, relative humidity, and wind velocity. Cage inlet resulted better performance of laying hens compared to the middle and outlet cage.

Keywords: closed house, egg quality, microclimate, production performance

PENDAHULUAN

Ayam petelur merupakan salah satu ternak unggas yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Menurut Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (2017), perkembangan populasi ayam ras petelur di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 166 723 000 ekor sedangkan jumlah produksi telur yang dihasilkan adalah sebesar 1 527 100 ton. Peningkatan populasi ayam petelur saat ini belum diiringi dengan peningkatan produktivitas ayam petelur.

Perbaikan sistem pemeliharaan dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ayam petelur. Perandangan menjadi salah satu aspek pokok yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan ayam petelur yang intensif dan efisien. Faktor perandangan pun menjadi faktor yang memegang peranan penting dalam budidaya ayam. Hal ini dikarenakan kandang menjadi tempat aktivitas produksi bagi ternak, sehingga diperlukan lingkungan yang sesuai dan nyaman agar ternak dapat berproduksi dengan baik dan tidak terganggu. Sistem perandangan tertutup (*closed house*) merupakan tipe kandang yang mempunyai pengaturan ventilasi udara yang baik dengan bantuan *control panel* otomatis. Sistem *closed house* memiliki ventilasi yang menggunakan tekanan yang dihasilkan oleh kipas (*exhaust fan*) dan *cooling pad* sebagai sistem pendinginnya.

Distribusi aliran udara, suhu, dan kelembaban dalam kandang akan berbeda dari titik *inlet* hingga *outlet* (*exhaust fan*). Menurut Yani (2014), Udara dingin dari *cooling pad* yang masuk ke kandang memiliki massa yang lebih besar sehingga pada saat didistribusikan sampai ke arah kipas (*outlet*), udara dingin semakin berkurang karena digunakan untuk mereduksi udara panas dalam kandang yang berasal dari tirai, dinding dan plafon.

Perbedaan lingkungan kandang yang meliputi suhu, kelembaban, dan kecepatan udara mengakibatkan perbedaan suhu efektif pada ayam petelur di titik *inlet* hingga *outlet*. Suhu yang berbeda akan mempengaruhi aktivitas produksi dan kualitas telur yang dihasilkan. Produksi telur sangat rentan terhadap masalah *heat stress* karena terkonsentrasi pemberian pakan dan ayam petelur kebanyakan dibesarkan pada *cage* yang ditumpuk dengan kepadatan penebaran yang tinggi (Tong *et al.* 2018). Killic dan Simsek (2013) menyebutkan bahwa, *heat stress* secara signifikan mengurangi produktivitas karena berkurangnya asupan pakan, menurunkan pakan konversi, kematian yang lebih tinggi, produksi telur berkurang, kualitas kerabang telur yang rendah, dan ukuran telur yang lebih kecil. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji performa ayam ras petelur pada letak *cage* yang berbeda dalam sistem perandangan *closed house*.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Global Buwana Farm, Cihideung Ilir, Bogor. Pengambilan data penelitian dimulai dari bulan April hingga Mei 2018 selama 32 hari.

Bahan

Ternak yang digunakan adalah ayam ras petelur strain *Lohmann Brown* sebanyak 108 ekor yang berumur 56 minggu. Sebanyak 36 ekor di tempatkan pada masing-masing perlakuan. Ayam tersebut merupakan ayam yang telah dipelihara pada sistem *closed house* di Global Buwana Farm. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial ayam petelur produksi PT Japfa Comfeed dengan komposisi nutrisi pakan tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan komersial

Nutrien	Persentase (%)
Kadar air	Maks 12
Protein kasar	Min 17
Lemak kasar	Min 3
Serat kasar	Maks 6
Abu	Maks 14
Kalsium	3,5 – 4,0
Phospor	Min 0,45

Sumber: Label pakan PT Japfa Comfeed

Alat

Kandang

Perlakuan yang diukur dalam kandang *closed house* terbagi menjadi 3 letak *cage* yang berbeda diantaranya *cage* depan yang berdekatan dengan *cooling pad* (*inlet*), *cage* berada di tengah dari panjang *closed house* (*middle*), dan *cage* belakang yang berdekatan dengan *exhaust fan* (*outlet*)

Setiap perlakuan terbagi menjadi 12 *cage* yang masing-masing *cage* berisi 3 ekor berukuran panjang × lebar × tinggi (50 cm × 35 cm × 40 cm). *Layout* ukuran kandang *closed house* dan posisi *cage* tampak atas ditampilkan pada Gambar 1 dan *layout* kandang *closed house* tampak depan ditampilkan pada Gambar 2. Letak *cage* depan (*inlet*) berjarak 5 m dari *cooling pad*. Letak *cage* di tengah berjarak 50 m dari titik *cage inlet* dan *outlet*, sedangkan letak *cage* di belakang (*outlet*) berjarak 5 m dari *exhaust fan*.

Perlengkapan dan Analisis Telur

Peralatan yang digunakan terdiri atas thermohigrometer, anemometer, *tray*, timbangan digital, jangka sorong, mikrometer kerabang telur, meja kaca, wadah, dan spatula.

Prosedur

Pengukuran Mikroklimat

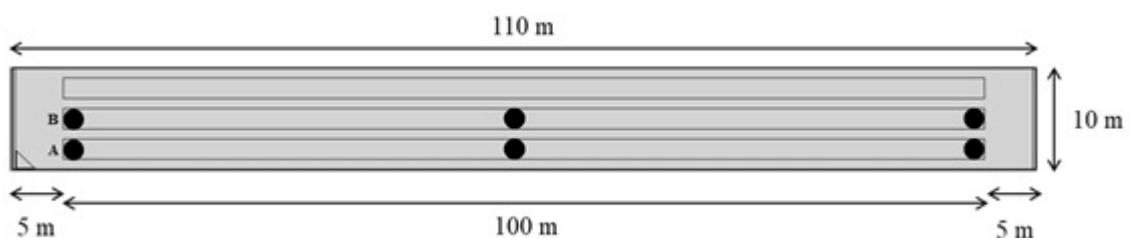
Pengukuran suhu, kelembaban, dan kecepatan angin dilakukan selama 32 hari. Suhu dan kelembaban diukur menggunakan thermohigrometer. Pengukuran dilakukan pada pagi (07.00-08.00 WIB), siang (13.00-14.00 WIB), dan sore (17.00-18.00 WIB). Pengukuran kecepatan angin diukur setiap perlakuan dengan anemometer.

Pengukuran Produksi Telur

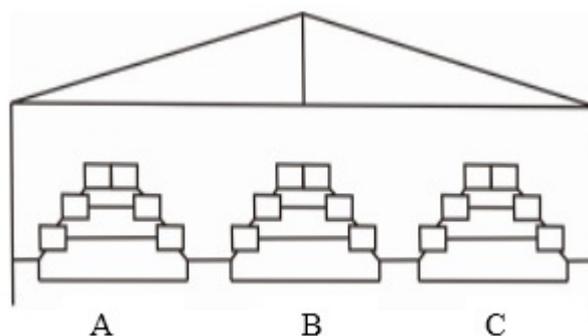
Pengukuran meliputi bobot telur dan *hen day production* dilakukan setiap hari di masing-masing letak *cage* yang berbeda. Pengukuran tersebut dilakukan selama 32 hari. Telur dikoleksi setiap harinya dari letak *cage* depan, tengah, dan belakang. Bobot telur dihitung berdasarkan hasil penimbangan telur setiap hari selama penelitian menggunakan timbangan digital. *Hen day production* dihitung berdasarkan jumlah telur yang dihasilkan dibagi dengan jumlah ayam yang ada di setiap letak *cage* dikalikan 100%.

Pengukuran Kualitas Telur

Pengukuran dilakukan setiap minggunya pada masing-masing letak *cage* pada hari Minggu. Semua



Gambar 1. Layout kandang tampak atas



Gambar 2. Layout kandang tampak depan

telur yang dihasilkan setiap hari Minggu dikoleksi untuk dilakukan pengukuran kualitas telur. Pengukuran dilakukan selama 4 minggu dengan mengukur kualitas eksterior (ketebalan kerabang) dan kualitas interior (*Haugh Unit*). Pengukuran tebal kerabang dilakukan dengan mengukur tebal kerabang tanpa selaput telur dengan alat Mitutoyo mikrometer. Perhitungan *haugh unit* dilakukan dengan pengukuran tinggi putih telur yang telah dipecahkan dan dihitung dengan rumus:

$$HU = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$$

Keterangan:

H = tinggi putih telur kental (mm); dan
 W = bobot telur (g butir⁻¹)

Rancangan dan Analisis Data

Rancangan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan (kandang depan, tengah, dan belakang), masing-masing perlakuan sebanyak 36 ekor dengan pengukuran dilakukan selama 32 hari. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan. Model matematika yang digunakan sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya 2013):

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

Keterangan:

Y_{ij} = Nilai pengamatan performa ayam ras petelur perlakuan ke-i ulangan ke-j
 μ = Nilai rata-rata umum hasil pengamatan
 ρ_i = Pengaruh perlakuan ke-i (i= cage depan; tengah; dan belakang)
 ϵ_{ij} = Pengaruh galat pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

Jika perlakuan berpengaruh nyata, akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan. Suhu efektif diperoleh dari hubungan suhu, kelembaban, dan kecepatan angin menggunakan persamaan empiris sebagai berikut:

$$T_{ef} = 0,811 \times ((0,86T + 0,14RH) V^{0,132}) - 2,74$$

Keterangan:

T_{ef} = Suhu efektif (°C)
 T = Suhu (°C)
 RH = Kelembaban relatif (%)
 V = Kecepatan angin (m s⁻¹)

Data produksi telur (*Hen day production* dan bobot telur) dianalisis menggunakan model regresi linier berganda untuk mengetahui adanya hubungan produksi telur dengan iklim serta besar pengaruhnya. Model matematika menurut Mattjik dan Sumertajaya (2013) sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

Keterangan:

Y = Produksi telur (HDP dan bobot telur)
 β_0 = Intersep
 β_1 = Koefisien regresi produksi telur (y) terhadap suhu (X_1)

β_2 = Koefisien regresi produksi telur (y) terhadap kelembaban (X_2)

β_3 = Koefisien regresi produksi telur (y) terhadap kecepatan angin (X_3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Peternakan

Peternakan Global Buwana Farm merupakan peternakan ayam layer yang berlokasi di Desa Cihideung Udik, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor. Peternakan ini berdiri pada tahun 2014. Lokasi peternakan berjarak sekitar 700 m dari pemukiman warga yang disekitarnya dikelilingi perkebunan sayur milik masyarakat.

Luas area peternakan mencapai 3 ha dilengkapi dengan berbagai sarana dalam mendukung proses produksi. Sarana tersebut meliputi jalur sanitasi, mess karyawan, gudang pakan, gudang koleksi telur, 5 kandang ayam petelur yaitu kandang *closed house* (A) dan kandang *open house* (B, C, D, dan E), dan mobil sebagai sarana transportasi.

Kandang yang digunakan dalam penelitian adalah kandang *closed house*. Kandang tersebut dibangun dengan daya tampung 13 000 ekor. *Closed house* tersebut memiliki panjang kandang 110 m dan lebar kandang 10 m dengan ketinggian kandang 3 m dari lantai kandang. Fasilitas dalam kandang dilengkapi dengan 1 unit *cooling pad*, 7 unit *exhaust fan*, termometer, mesin pakan otomatis, dan tempat minum berupa *nipple*.

Mikroiklimat Kandang

Suhu, kelembaban, dan kecepatan angin merupakan lingkungan mikroiklimat kandang yang berperan penting dalam mempengaruhi respon ternak. Pengukuran data mikroiklimat tersebut dilakukan setiap hari selama 32 hari di setiap perlakuan yang berbeda di dalam *closed house*. Rataan pengukuran mikroiklimat yang diperoleh disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan kondisi mikroiklimat di dalam *closed house* antara letak cage depan, tengah, dan belakang berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Suhu lingkungan setiap cage akan lebih rendah pada pagi dan sore hari dibandingkan siang hari. Hasil pengukuran menunjukkan suhu kandang berbeda pada setiap perlakuan. Pengukuran pada waktu pagi hingga sore menunjukkan suhu akan meningkat dari letak cage di depan (*inlet*) hingga letak cage di belakang (*outlet*). Suhu dengan nilai terendah berada pada letak cage di depan (25,6 °C, 26,8 °C, dan 25,4 °C) pada pagi, siang dan sore hari sedangkan suhu tertinggi berada pada letak cage dibelakang (28,2 °C, 31,5 °C, dan 28,8 °C) pada pagi, siang dan sore hari.

Yani et al. (2014) menyatakan bahwa posisi dekat *cooling pad* lebih dingin karena merupakan daerah yang pertama menerima udara dingin yang masuk melalui *cooling pad*. Udara dingin yang masuk melalui *cooling pad* akibat dihisap oleh kipas pada ujung kandang menyebabkan udara tersebut langsung bergerak menuju kipas karena memiliki tekanan yang lebih besar. Kondisi ini menyebabkan udara dingin yang masuk melalui *cooling pad* bergerak terus ke arah kipas dan mendinginkan kandang sehingga semakin mendekati kipas, suhu

Tabel 2. Rataan hasil pengukuran mikroklimat pada kandang *closed house*

Letak cage	Waktu	Parameter			
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Kecepatan angin (m s ⁻¹)	Suhu Efektif (°C)
Depan	Pagi	25,60±0,56	91,00±2,13	0,60±0,11	27,00
	Siang	26,80±0,88	86,00±3,94	0,60±0,11	
	Sore	25,40±0,71	90,00±3,40	0,60±0,11	
	Rataan	25,80±0,45c	89,00±3,14a	0,60±0,11c	
Tengah	Pagi	27,60±0,67	87,00±3,87	0,80±0,07	27,50
	Siang	30,20±0,79	79,00±5,46	0,80±0,07	
	Sore	27,90±0,79	86,00±4,27	0,80±0,06	
	Rataan	28,30±0,49b	84,00±3,36c	0,80±0,06b	
Belakang	Pagi	28,20±0,82	90,00±3,98	1,30±0,19	26,40
	Siang	31,50±0,90	80,00±5,24	1,30±0,20	
	Sore	28,80±0,66	89,00±4,42	1,30±0,20	
	Rataan	29,20±0,57a	87,00±3,32b	1,30±0,19a	

Keterangan: angka yang disertai huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

udaranya semakin lebih tinggi dibandingkan dengan posisi dekat *cooling pad*. Menurut Primaditya (2015), kandang tipe *closed house* mempunyai kelebihan seperti ternak tidak mudah stress akibat perubahan suhu yang ekstrim dari luar kandang dan kelembaban dan suhu dalam kandang yang dapat diatur. Kelembaban pada pagi dan sore hari lebih tinggi dibanding siang hari. Kelembaban yang ideal bagi ayam petelur menurut Yuwanta (2010) berkisar 60-70%.

Tabel 2 menunjukkan letak *cage* di depan memiliki nilai kelembaban tertinggi (91%, 86%, dan 90%) pada pagi, siang dan sore hari sedangkan kelembaban terendah pada letak *cage* di tengah (87%, 79%, dan 86%) pada pagi, siang dan sore hari. Secara keseluruhan kelembaban pada *closed house* tergolong tinggi bila dibandingkan dengan kelembaban yang dianjurkan. Tingginya kelembaban tersebut diakibatkan beberapa faktor diantaranya beroperasinya *cooling pad*, penguapan pada tubuh dan pernapasan ayam, dan penguapan bahan cair seperti air minum dalam kandang. Kondisi *closed house* dengan manajemen limbah feses ayam yang belum tepat menyebabkan kondisi kotoran basah dengan jumlah yang banyak. Hal tersebut diduga menjadi salah satu faktor penyebab tingginya kelembaban.

Kecepatan angin pada *closed house* berdasarkan Tabel 2 menunjukkan semakin jauh dari titik *inlet* kecepatannya semakin besar. Tong *et al.* (2018) menyatakan bahwa, kecepatan angin meningkat secara signifikan dari titik *inlet* menuju *outlet* pada sistem ventilasi *tunnel*. Letak *cage* di belakang memiliki kecepatan angin dengan rata-rata 1,3 m s⁻¹ sedangkan letak *cage* di depan memiliki kecepatan dengan rata-rata 0,6 m s⁻¹. Tingginya kecepatan angin disebabkan beroperasinya *exhaust fan* yang bekerja dengan menghisap udara sehingga udara bergerak menuju ke tekanan yang lebih besar. Menurut Kecepatan angin berperan dalam proses pindah panas ayam ke udara dan upaya untuk membuang panas dalam kandang secara lebih

cepat agar tidak terjadi penumpukan panas yang dapat menyebabkan kenaikan suhu kandang. Pengeluaran panas tubuh pada ayam melalui radiasi, konduksi, dan konveksi dengan pengeluaran terbesar melalui konveksi dan radiasi (Yani *et al.* 2014).

Suhu efektif terdiri dari faktor suhu lingkungan, kelembaban, dan kecepatan angin merupakan indeks yang dikembangkan untuk memperkirakan tekanan panas hewan dengan efek kecepatan udara (Bjerg *et al.* 2017). Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan suhu efektif pada *cage* depan, tengah, dan belakang memiliki nilai sebesar 27, 27,5 dan 26,4 °C. Suhu efektif pada *cage* tengah memiliki nilai yang lebih besar dibanding lainnya, sedangkan pada *cage* belakang memiliki nilai yang lebih rendah. Adanya kecepatan aliran udara yang tinggi pada titik *outlet* mampu menurunkan suhu dan *heat stress* pada titik tersebut (Tong *et al.* 2018). Kecepatan aliran udara akan membantu ayam untuk melepaskan panas tubuhnya melalui konveksi yang ditimbulkan dari efek aliran udara.

Produksi Telur

Produksi yang diukur meliputi *hen day production* dan bobot telur. Hasil rata-rata pengaruh letak *cage* yang berbeda terhadap performa produksi telur disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata pada letak *cage* terhadap *hen day production* dan bobot telur (P<0,01). Berdasarkan standar Lohmann Tierzucht (2010) ayam petelur strain *Lohmann Brown* umur 56-60 minggu memiliki produksi telur rata-rata sebesar 86,12%.

Hen day production merupakan salah satu peubah yang diukur untuk mengetahui ukuran tingkat produksi telur ayam. Hasil analisis statistik menunjukkan HDP pada letak masing-masing letak *cage* berbeda sangat nyata. Rataan produksi telur pada letaks *cage* depan sebesar 86,15 ± 1,80% memiliki nilai yang sesuai dengan standar Lohmann, namun dibandingkan dengan perlakuan lainnya nilai produksi telur lebih rendah pada *cage* tengah sebesar 70,70 ± 4,09%.

Tabel 3. Rataan pengaruh perlakuan terhadap performa produksi

Peubah	Letak Cage		
	Depan	Tengah	Belakang
Hen day production (%)	86,15±1,80a	70,70±4,09c	81,85±4,07b
Bobot telur (g butir ⁻¹)	66,42±2,38a	64,15±2,18b	64,46±2,73b

Keterangan: angka yang disertai huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01)

Hal ini disebabkan oleh faktor suhu yang tinggi pada *cage* tengah menyebabkan konsumsi pakan menjadi rendah yang berakibat pada produksi telur yang dihasilkan menjadi rendah. Setiawati (2014) menyatakan HDP yang tinggi umumnya diiringi dengan konsumsi pakan yang mencukupi kebutuhan hidup pokok dan produksi.

Hasil analisis statistik menunjukkan bobot telur pada letak *cage* depan berbeda sangat nyata dengan letak *cage* tengah dan belakang. Rataan bobot telur pada masing-masing letak *cage* baik pada *cage* depan memiliki nilai 66,42 ± 2,38 g butir⁻¹, *cage* tengah memiliki nilai 64,15 ± 2,18 g butir⁻¹, dan *cage* belakang memiliki nilai 64,46 ± 2,73 g butir⁻¹. Nilai bobot telur pada *cage* depan memiliki nilai yang sesuai dengan standar Lohmann Tierzucht (2010) dengan bobot telur rata-rata sebesar 66,9 g butir⁻¹.

Hasil statistik menunjukkan nilai bobot telur pada *cage* tengah dan belakang berbeda dari bobot telur pada *cage* depan yang lebih besar bobotnya. Poultry Hub (2017) menyatakan bahwa, ketika suhu meningkat di atas 24 °C, kualitas cangkang dan berat telur akan berkurang. Menurut Yuwanta (2010) bobot telur dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya genetik, umur ternak, dan suhu lingkungan.

Kualitas Telur

Lingkungan mikroklimat kandang dapat mempengaruhi kualitas telur yang dihasilkan. Hasil rataan pengaruh letak *cage* yang berbeda terhadap kualitas telur disajikan pada Tabel 4. Pengujian kualitas telur secara visual akan menunjukkan interaksi antara perlakuan terhadap tinggi putih telur, *haugh unit*, dan tebal kerabang (Komalasari 2014).

Haugh unit (HU) merupakan salah satu parameter kualitas interior telur yang dihitung berdasarkan tinggi albumen dan bobot telur (Keener *et al.* 2006). Semakin tinggi nilai HU menunjukkan semakin tinggi kualitas telur dan semakin baik kualitas albuminnya. Perbedaan mikroklimat kandang masing-masing letak *cage* yang berbeda tidak mempengaruhi nilai *haugh unit*. Nilai HU pada masing-masing letak *cage* baik pada bagian depan,

Tabel 4. Rataan pengaruh perlakuan terhadap kualitas telur

Peubah	Letak Cage		
	Depan	Tengah	Belakang
Haugh unit (HU)	95,62±7,76	90,63±14,03	87,48±13,79
Kualitas HU	AA	AA	AA
Tebal kerabang (mm)	0,36±0,02	0,35±0,03	0,35±0,03

tengah, dan belakang dikategorikan ke dalam kualitas AA yaitu >72 menurut USDA (1964). USDA mengelompokkan nilai *Haugh unit* menjadi beberapa kategori yaitu AA untuk nilai HU >72, A untuk nilai HU 60-72, B untuk nilai HU 31-60 dan C untuk nilai HU <31. Waktu penyimpanan dan kondisi penyimpanan merupakan faktor yang mempengaruhi tinggi albumen pada telur (Silverside dan Scott 2001).

Terbentuknya kerabang telur diakibatkan karena adanya ion kalsium dan ion karbonat. Tebal kerabang erat kaitannya dengan konsentrasi kalsium dalam pakan karena kerabang telur didominasi oleh komponen kalsit (CaCO₃) dan sedikit sodium, potasium, serta magnesium (Suprijatna *et al.* 2005). Nilai rataan tebal kerabang pada masing-masing *cage* depan, tengah, dan belakang kisaran 0,35-0,36 mm, nilai tersebut masih tergolong normal yang berada pada kisaran 0,33-0,38 mm (Yuwanta 2010). Setiawati (2014) menyatakan, suhu tinggi dapat menyebabkan ayam melakukan *panting* sehingga terjadi penurunan konsentrasi CO₂ di dalam darah yang dapat mempengaruhi proses pembentukan kerabang. Hasil penelitian Komalasari (2014) menunjukkan pada ayam ras petelur strain *Lohmann* pada suhu 28 °C mulai banyak mengalami *panting*.

KESIMPULAN

Suhu, kelembaban, dan kecepatan angin pada kandang *closed house* tidak sama dari titik *inlet* hingga *outlet*. Ayam ras petelur pada letak *cage* di depan (*inlet*) memiliki performa produksi yang lebih baik dan kualitas telur yang sesuai dengan standar bila dibandingkan dengan letak *cage* lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- USDA (United States Department of Agriculture). 1964. Egg Grading Manual. Federal Crop Insurance Corporation, Washington DC.
- Ditjennak (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan). 2017. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Jakarta (ID) : Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Bjerg, B., L. Rong, & G. Zhang. 2017. Computational prediction of the effective temperature in the lying area of pig pens. *Computers and Electronics in Agriculture*. 149: 71-79.
- Keener, KM., J. B. McAvoy Foegeding, P. A. Curtis, K. E. Anderson, & J. A. Osborne. 2006. Effect of testing temperature on internal egg quality measurement. *Poultry Science Association*. 85:550-555.
- Killic, I., E. Simsek. 2013. The effect of heat stress on egg production and quality of laying hens. *Journal of Animal Veterinary Advances*. 12(1):42-47.
- Komalasari, L. 2014. Dampak suhu tinggi terhadap respons fisiologi, profil darah dan performa produksi dua bangsa ayam berbeda. Tesis. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Lohman Tierzucht. 2010. Lohmann brown-classic layers product performance. [Internet]. [diunduh 2017 November 28]. Tersedia pada: <http://www.ltz.de/>.

- Mattjik, A. A.,** Sumertajaya IM. 2013. Perancangan Percobaan dan Aplikasi SAS dan Minitab. Cetakan ke-4. IPB Pr, Bogor.
- Primaditya, F. M.,** Hidanah S, & Soeharsono. 2015. Analisis pendapatan dan produktivitas ayam petelur sistem “close house” dengan penggunaan mesin pakan otomatis dan manual di Kuwik Farm Kecamatan Badas Pare. *Agroveteriner*. 3(2):99-106.
- Poultry Hub.** 2017. Climate in poultry house [Internet]. [diunduh 2018 Desember 03]. Tersedia pada: <http://www.poultryhub.org>.
- Setiawati, T.** 2014. Performa produksi dan kualitas telur ayam petelur pada sistem *litter* dan *cage* dengan suhu kandang berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan*. 4(1):197-203.
- Silverside, D.,** G. B. Scott. 2001. House, husbandry and welfare of poultry. National Agricultural Library, United State of America.
- Suprijatna, E. U.,** R. Atmomarsono, & Kartasudjana. 2005. Ilmu Dasar Ternak Unggas. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Tong, X.,** S. W. Hong, & L. Zhao. 2018. CFD modelling of airflow pattern and thermal environment in commercial manure-belt layer house with tunnel ventilation. *Biosystems engineering*. 30(1):1-19.
- Tong, X.,** S. W. Hong, & L. Zhao. 2018. Using CFD simulations to develop an upward airflow displacement ventilation system for manure-belt layer house to improve the indoor environmet. *Biosystems engineering*. 30(1):1-15.
- Yani, A.** 2014. Pemodelan pindah panas pada budidaya ayam broiler menggunakan kandang sistem tertutup di daerah brriklim tropika basah. Disertasi. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Yani, A.,** H. Suhardiyanto, Erizal, & B. P. Purwanto. 2014. Analysis of air temperature distribution in a closed house forbroiler in wet tropical climate. *Med Pet*. 37(2):87-94.
- Yani, A.,** H. Suhardiyanto, Erizal, & B. P. Purwanto. 2014. Design of stocking density of broilers for closed house in wet tropical climates. *Med Pet*. 37(1):17-23.
- Yuwanta, T.** 2010. Telur dan Kualitas Telur. Universitas Gajah Mada Pr, Yogyakarta.