

**PANGARUH *MICROCLIMATE* DAN *MICROCLIMATIC AMMONIA*
CLOSED HOUSE TERHADAP PROFIL SEL DARAH MERAH
AYAM BROILER**

Bil Mustaqim¹⁾, Teysar Adi Sarjana¹⁾, Hanny Indrat Wahyuni²⁾

¹⁾Laboratorium Produksi Ternak Unggas, ²⁾Laboratorium Fisiologi dan Biokimia
Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang.
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang
Email : teysaradisarjana@lecturer.undip.ac.id

**THE EFFECT OF CHANGES IN MICROCLIMATE AND
MICROCLIMATIC AMMONIA CLOSED HOUSE ON
RED BLOOD CELLS PROFILE OF BROILERS**

ABSTRACT

The research aims to evaluate the effect of changes in microclimate and microclimatic ammonia closed house on red blood cells profile of broilers. 360 broiler chicks was used with initial weight of 44.8 ± 1.66 g from a closed house with a population of 11,000. The research used a randomized block design with 4 treatments and 6 groups, each group consisted of 15 chicks. The treatment was the closed house zoning measured from the inlet, namely: zone 1 = abreast, zone 2 = 15 meters, zone 3 = 30 meters and zone 4 = 45 meters. Parameters measured were number of erythrocytes, hemoglobin levels, and percentage of hematocrit. Analyzed variance was applied to all data obtained if there was a significant effect than followed by Duncan's test. The results showed that zones further from the inlet were significantly ($P < 0.05$) the percentage of hematocrit, but it didn't affect the number erythrocytes and hemoglobin levels ($p > 0.05$). The research conclusions is that changes in microclimate and an increase in microclimatic ammonia at a position farther from the inlet causes the inlet increase the hematocrit percentage.

Key words: Ammonia , broiler, *closed house*, and red blood cells profile

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pangaruh perubahan *microclimate* dan *microclimatic ammonia closed house* terhadap profil darah merah ayam broiler. Materi yang digunakan adalah ayam broiler sebanyak 360 ekor dengan bobot awal $44,8 \pm 1,66$ g dari kandang *closed house* berpopulasi 11.000 ekor. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 6 kelompok, setiap kelompok percobaan terdiri dari 15 ekor ayam. Perlakuannya adalah penempatan ayam pada posisi tertentu dari panjang kandang yang diukur dari *inlet*, yaitu: zona 1 = sejajar dengan

Mustaqim, B. *et al.*, *Microclimatic dan Microclimatic Ammonia* terhadap Profil Darah Merah

inlet, zona 2 = 15 meter, zona 3 = 30 meter dan zona 4 = 45 meter. Parameter yang diukur yaitu total eritrosit, kadar hemoglobin, dan persentase hematokrit. Data yang diperoleh dianalisis ragam dan jika terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji beda Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zona yang semakin jauh dari *inlet* nyata ($P < 0,05$) meningkatkan persentase hematokrit, namun tidak berpengaruh terhadap jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin ($p > 0,05$). Simpulan penelitian yaitu perubahan *microclimate* dan peningkatan *microclimatic ammonia* pada posisi lebih jauh dari *inlet* menyebabkan persentase hematokrit meningkat.

Kata kunci : Amonia, broiler, *closed house*, dan profil darah merah

PENDAHULUAN

Aplikasi sistem kontrol panel dalam *closed house* broiler masih mempunyai kendala, dimana distribusi suhu, kelembaban dan pertukaran udara yang tidak merata pada zona tertentu. Distribusi suhunya cenderung meningkat pada daerah *outlet* kandang akibat ada akumulasi panas yang disebabkan hembusan aliran udara menuju *outlet* efek dari *exhaust fan* (Sarjana *et al.* 2018). Kondisi tersebut mempengaruhi *microclimate* kandang sehingga dapat berkontribusi pada volatilisasi ammonia dan berpotensi mempengaruhi kondisi fisiologis ayam broiler.

Amonia adalah gas yang tidak berwarna, berbau menyengat, dan mudah larut dalam air. Gas amonia yang dihasilkan dalam kandang berasal dari hasil fermentasi antara ekskreta dan litter kandang yang mengalami dekomposisi menjadi urea (Pereira, 2017). *Microclimatic ammonia* merupakan gas ammonia yang tervolatilisasi diudara menjadi salah satu komponen gas yang ada diudara. Emisi ammonia dalam kandang yang baik yaitu di bawah 25 ppm (Atapattu *et al.* 2017). Amonia yang terdapat dalam jumlah besar akan sangat mengganggu lingkungan sekaligus akan menurunkan produktivitas ternak (Ibrahim dan Allaily, 2012). Pada daerah mendekati zona *outlet* kadar amonia menjadi bertambah hal ini disebabkan karena udara yang membawa gas amonia sudah mulai terbuang ke lingkungan yang disebabkan oleh aliran hisap (*suction*) dari kipas yang di pasang di sisi ujung kandang (Suud, 2009).

Kondisi makroklimat di musim penghujan juga mempengaruhi kadar amonia di kandang *closed house*, karena kelembaban yang tinggi mengakibatkan peluang volatilisasi ammonia dalam kandang menjadi lebih besar sehingga kadar ammonia di udara menjadi relatif lebih tinggi. Kadar amonia yang berlebih dapat menyebabkan kerusakan sistem pernapasan diantaranya merusak silia dan produksi lendir berlebih (Medion, 2015). Terganggunya sistem pernapasan terutama pada silia yang merupakan penyaring udara yang akan masuk kedalam tubuh ayam dapat menurunkan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup dan mempengaruhi gambaran darah ayam broiler. Darah adalah salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah mempunyai fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh (Bijanti *et al.* 2009). Penelitian Olivia *et al.* (2015) pada jenis bahan litter menunjukkan kadar ammonia 4,72 ppm diperoleh total eritrosit 1,56 – 5,73 juta/mm³ dan kadar hemoglobin sebesar 4 – 9,5 g/dl. Perubahan *microclimatic ammonia* pada zona penempatan berbeda dalam kandang *closed house* akan berdampak negatif terhadap profil darah merah ayam broiler.

MATERI DAN METODE

Subjek penelitian

Subjek penelitian ini adalah ayam broiler sebanyak 360 ekor dengan bobot awal $44,8 \pm 1,66$ gram yang diambil dari kandang *closed house* dengan ukuran panjang 60 meter dan lebar 12 meter serta populasi 11.000 ekor.

Alat dan Bahan yang Digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pakan *complete feed* dengan kode S-10 (hari ke 0 – 21) dan S-12 (hari ke 22 – 30). *Ammonia Gas Detector* untuk mengukur emisi amonia, *weather meter* untuk mengukur suhu, kelembaban, dan kecepatan angin, *sun radiator measuring temperature* untuk mengukur radiasi matahari, *sputit* 3 ml untuk mengambil sampel darah, tabung yang telah berisi antikoagulan EDTA dan *cooling box* untuk menyimpan sampel darah. Peralatan dan bahan analisis total eritrosit, kadar hemoglobin, dan persentase hematokrit yaitu: mikroskop, bilik hitung

Mustaqim, B. et al., Microclimatic dan Microclimatic Ammonia terhadap Profil Darah Merah

improve neubauer, pipet eritrosit dan larutan Hayem, tabung dan blok komparator Sahli, pipet hemoglobin dan larutan HCl, mikropipet hematokrit, *sealing compound*, *centrifuge* dan tabel *haematocrit reader*.

Prosedur Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 6 kelompok dan setiap kelompok terdiri dari 15 ekor ayam broiler. Perlakuannya adalah penempatan ayam pada posisi tertentu dari panjang kandang yang diukur dari *inlet*, yaitu: zona 1 = sejajar dengan *inlet*, zona 2 = 15 meter, zona 3 = 30 meter dan zona 4 = 45 meter. Suhu, kelembaban, dan *microclimatic ammonia* dari masing-masing zona di dalam kandang diamati dan hasil rata-ratanya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Kondisi *Microklimate* dan *Microclimatic Ammonia* Kandang Selama Kegiatan Penelitian

<i>Microclimate</i>	Zona 1	Zona 2	Zona 4	Zona 4
Suhu (°C)	28,53	29,01	29,65	29,88
Kelembaban (%)	83,41	83,37	82,18	82,21
Kecepatan Angin (m/s)	1,16	0,96	0,92	0,90
<i>Heat Stress Index</i>	168,98	169,85	169,61	169,93
<i>Microclimatic ammonia</i> (ppm)	1,57	3,17	5,13	6,22

Pemeliharaan ayam broiler dilakukan selama 30 hari. Pakan yang diberikan selama pemeliharaan mempunyai kandungan nutrisi seperti disajikan pada Tabel 2, sedangkan air minum diberikan secara *ad libitum*.

Tabel 2. Kandungan Nutrien Bahan Pakan yang digunakan dalam Penelitian

Pakan	k. Air	PK	LK	SK	Ca	P	Abu	EM*
	-----%-----							-Kkal-
S-10 (Starter)	7,33	22,97	8,00	3,26	0,97	0,72	6,65	3395
S-12 (Finisher)	9,17	22,38	7,00	3,05	0,82	0,50	5,67	3328

Sumber : Hasil analisis proksimat (2017)

*Hasil perhitungan berdasarkan rumus Bolton yang disitasi Sugiharto *et al.*(2016).

Pada akhir penelitian dilakukan pengambilan sampel satu ekor secara acak dari masing-masing unit perlakuan. Ayam-ayam tersebut selanjutnya diambil darahnya melalui *vena brachialis* sebanyak 3 ml dengan menggunakan *sputit* ukuran 3 cc dan dipindahkan pada

tabung yang berisi EDTA agar darah tidak menggumpal. Total eritrosit, kadar hemoglobin dan persentase hematokrit dianalisis di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Total eritrosit dihitung dengan metode hemositometer Neubauer, kadar hemoglobin diukur dengan metode Sahli dan persentase hematokrit diukur dengan metode Van Allen.

Analisis dan Interpretasi Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan *analysis of variance* (Anova), jika hasilnya berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji beda wilayah ganda Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masing-masing zona penempatan ayam broiler dalam *closed house* memiliki *microclimatic* dan *microclimatic ammonia* yang berbeda. Kondisi *microclimatic* dan *microclimatic ammonia* tersaji di Tabel 1 , selanjutnya dianalisis profil darah merah ayam broiler . Profil darah merah ayam dilihat dari rerata eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit ayam broiler akibat zona penempatan berbeda dalam *closed house* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit Ayam Broiler Akibat Zona Penempatan Berbeda dalam Kandang *Closed house*

Parameter	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Eritrosit ($10^6/\text{mm}^3$)	1,36	1,35	1,33	1,24
Hemoglobin (g/dl)	17,45	16,48	15,91	14,71
Hematokrit (%)	31,33 ^b	32,50 ^b	32,83 ^b	34,33 ^a

Superskrip berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P \leq 0,05$)

Tabel 3 menunjukkan bahwa Rerata eritrosit pada ayam broiler hasil penelitian ini berada pada kisaran 1,24 - 1,36 $10^6/\text{mm}^3$. Total eritrosit ayam broiler tersebut relatif sama dengan yang diperoleh pada penelitian (Rini *et al.* 2013) bahwa jumlah normal rata-rata eritrosit pada ayam sekitar 1,25 - 4,50 $10^6/\text{mm}^3$. Zona penempatan berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap total eritrosit ayam broiler diduga disebabkan oleh *microclimatic ammonia* dalam kandang *closed house* yang relatif rendah pada setiap

Mustaqim, B. et al., *Microclimatic dan Microclimatic Ammonia* terhadap Profil Darah Merah

zonanya (Tabel 1). *Microclimatic ammonia* yang relatif rendah disebabkan penggunaan kandang *closed house* yang dilengkapi dengan alat-alat modern seperti *cooling pad*, *exhaust fan* dan *inlet*. Hal ini sesuai dengan pendapat Metasari *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan alat-alat modern pada kandang *closed house* menyebabkan sistem ventilasi maupun sirkulasi di dalam kandang dapat dikontrol dengan baik, sehingga emisi amonia yang terdapat di dalam kandang dapat diminimalisir.

Microclimatic ammonia pada kandang *closed house* ini berkisar antara 1,57 - 6,22 ppm (zona 1 – zona 4) belum menyebabkan terjadinya perubahan fisiologis yang ekstrem. Ayam broiler pada penelitian ini masih mampu melakukan adaptasi sehingga kondisi fisiologisnya tidak sampai mempengaruhi jumlah eritrosit. Brilianto *et al.* (2019) menyatakan bahwa emisi amonia yang tinggi dapat mengganggu fisiologis dan emisi amonia 6,56 ppm dapat mempengaruhi jumlah eritrosit ayam broiler. Indikator penyesuaian kondisi fisiologis terlihat dari tidak berubahnya jumlah sel darah merah. Hal ini sesuai dengan pendapat Sturkie (1976) dan Olivia *et al.* (2015) menyatakan bahwa apabila terjadi perubahan fisiologis pada tubuh hewan, maka gambaran total sel darah juga ikut mengalami perubahan.

Tabel 3 juga menunjukkan kadar hemoglobin berada pada kisaran 14,71 – 17,45 g/dl. Kondisi tersebut tergolong normal seperti dilaporkan Purwadi *et al.* (2018) bahwa kadar hemoglobin ayam broiler berada pada kisaran 13,94 – 18,51 g/dl. Tidak adanya pengaruh nyata kadar hemoglobin pada perlakuan yang diterapkan disebabkan oleh *microclimatic ammonia* dalam kandang *closed house* yang relatif rendah pada setiap zonanya (Tabel 1). Emisi amonia yang relatif rendah disebabkan penggunaan kandang *closed house* yang dilengkapi dengan *exhaust fan* yang berfungsi untuk menarik atau memasukan oksigen dari *inlet* dan mengeluarkan karbondioksida serta gas amonia dari dalam kandang keluar kandang (Olivia *et al.* 2015). Weiss dan Wardrop (2010) menyatakan bahwa kadar hemoglobin dipengaruhi oleh total eritrosit. Seperti telah dijelaskan di atas bahwa eritrosit merupakan salah satu faktor penentu kadar hemoglobin dalam darah. Pada penelitian ini (Tabel 3) menunjukkan bahwa total eritrosit juga tidak dipengaruhi oleh perlakuan, sehingga dimungkinkan bahwa kadar

hemoglobin juga tidak dipengaruhi oleh perlakuan. Sesuai dengan pendapat Alfian *et al.* (2017) yang menyata bahwa kadar hemoglobin berkorelasi positif dengan eritrosit.

Persentase hematokrit hasil penelitian ini berada pada kisaran 31,33 - 34,33%. Kondisi tersebut tergolong normal jika dibandingkan dengan persentase hematokrit ayam secara umum. Wientarsih *et al.* (2013) melaporkan bahwa persentase hematokrit ayam dalam kondisi normal berada pada kisaran 22 – 35%.

Persentase hematokrit ayam broiler zona 1 tidak berbeda nyata dengan zona 2 dan zona 3 yaitu 31,33%, 32,50%, dan 32,83%, sedangkan pada zona 4 berbeda nyata yaitu 34,33%. Terjadinya perbedaan nyata diduga disebabkan oleh peningkatan *microclimatic ammonia* pada zona penempatan lebih jauh dari *inlet*. Pada penelitian ini *microclimatic ammonia* yang diperoleh berkisar antara 1,57 - 6,22 ppm (zona 1 – zona 4). Rachmawati (2000) menyatakan bahwa amonia mulai tercium baunya pada kadar 5 ppm dan pada kadar 6 ppm menimbulkan iritasi pada mukosa mata dan saluran pernapasan ayam sedangkan pada kadar 11 ppm menurunkan produktivitas ayam. Pada penelitian ini pengaruh ringan dari *microclimatic ammonia* kurang dari 7 ppm sudah dapat mempengaruhi persentase hematokrit meskipun tidak mempengaruhi secara keseluruhan profil darah merah ayam broiler.

Meningkatnya persentase hematokrit pada zona 4 diduga akibat dari tingginya emisi amonia dan *heat stress index* (HSI) pada zona tersebut. Hal ini terlihat dari korelasi antara amonia dan HSI yang menunjukkan hubungan positif dan signifikan, dengan nilai kontribusi 42%, artinya emisi amonia menyumbangkan 42% pada nilai HSI (Renata *et al.* 2018). Ayam broiler pada zona 4 atau zona paling jauh dari *inlet* mendapatkan paparan amonia yang lebih banyak dan HSI yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona yang dekat dengan *inlet* sehingga menyebabkan stres panas. Kondisi tersebut akan berdampak pada *inefisiensi heat loss* dan peningkatan suhu tubuh (Yahav, 2004).

Sebagai hewan homeothermis maka ayam broiler akan melakukan termoregulasi dan mengurangi produksi panas (Al Fataftah dan Abu Diyeh, 2007). Terganggunya pelepasan panas tubuh ayam dimungkinkan menyebabkan berubahnya keseimbangan cairan dalam tubuh ayam broiler. Wahju (2004) menyatakan bahwa kehilangan air tubuh 10% dapat menyebabkan kerusakan yang hebat dan kehilangan air tubuh sampai

Mustaqim, B. et al., *Microclimatic dan Microclimatic Ammonia* terhadap Profil Darah Merah

20% dapat menyebabkan kematian pada ayam broiler. Ayam broiler yang mengalami kehilangan cairan tubuh akan menyebabkan cairan darah juga berkurang sehingga persentase hematokrit ayam broiler meningkat.

Faktor lain yang menyebabkan persentase hematokrit yang berbeda adalah ketersediaan oksigen yang lebih rendah pada zona penempatan lebih jauh dari *inlet* diduga disebabkan oleh kecepatan angin yang lebih rendah pada zona lebih jauh dari *inlet* menyebabkan volume udara segar tersedia dalam jumlah yang lebih kecil. Selain itu kandungan oksigen pada udara tersebut juga lebih rendah karena telah dimanfaatkan oleh populasi ayam yang ditempatkan pada zona penempatan lebih dekat *inlet*. Kondisi ini berdampak pada berkurangnya ketersediaan oksigen yang lebih rendah pada zona penempatan lebih jauh dari *inlet*. Ketersediaan oksigen yang menurun dapat menyebabkan ayam dalam keadaan hipoksia dengan demikian akan meningkatkan persentase hematokrit. Hal ini sesuai dengan pendapat Tarmudji (2005) yang menyatakan bahwa pada kejadian hipoksia, persentase hematokrit meningkat akibat kekurangan oksigen yang disebabkan oleh lesi paru-paru dan ventrikel kanan yang membesar karena jantung harus bekerja keras memompa darah melalui kapiler paru-paru yang rusak.

KESIMPULAN

Perbedaan *microclimate* dan *microclimatic ammonia* dalam *closed house* berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap persentase hematokrit namun tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) pada eritrosit dan hemoglobin ayam broiler. Hasil penelitian ini lebih lanjut menunjukkan bahwa posisi lebih jauh dari *inlet* dalam *closed house* menunjukkan *microclimatic*: suhu semakin tinggi (28,53 °C-29,88 °C), kelembaban semakin rendah (83,41%-82,21%), kecepatan angin semakin rendah (1,16 m/s-0,92 m/s), Heat Stress Index semakin tinggi (168,98-169,93) dan *microclimatic ammonia* semakin tinggi (1,57ppm-6,22ppm) menyebabkan secara nyata ($p < 0,05$) persentase hematokrit paling tinggi tanpa mempengaruhi jumlah eritrosit dan hemoglobin ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Fataftah, A. A. dan Abu-Dieyeh, Z. H. M. 2007. "Effect of Chronic Heat Stress on Broiler Performance in Jordan". *International Journal of Poultry Science*, 6 (1), 64–70.
- Atapattu, L. G. E., Lakmal, dan Perera, P. W. A. 2017. "Effects of Two Litter Amendments on Air NH₃ Levels in Broiler Closed Houses". *Asian-Australas J Anim Sci*, 30 (10), 1500–1506.
- Alfian, Dasrul dan Azhar. 2017. "Jumlah Eritrosit, Kadar Hemoglobin dan Nilai Hematokrit pada Ayam Bangkok, Ayam Kampung dan Ayam Peranakan". *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1 (3), 533–339.
- Bijanti, R., Retno, S. W. dan Gandul, A. Y. 2009. "Suplementasi Probiotik pada Pakan Ayam Komersial terhadap Produk Metabolik dalam Darah Ayam". *Jurnal Penelitian*, 8 (3), 178–184.
- Brilianto, I., Sarjana, T. A. dan Murwani, R. 2019. "Pengaruh Zonasi dalam Kandang Closed House terhadap Profil Darah Merah Ayam Broiler". *Jurnal Peternakan Indonesia*, 21 (2), 59–63.
- Ibrahim, S. dan Allaily. 2012. "Pengaruh Berbagai Bahan Litter terhadap Konsentrasi Ammonia Udara Ambient Kandang dan Performan Ayam Broiler". *Agripet*, 12 (1), 47–52.
- Medion. 2015. "Menyelesaikan Masalah Amonia Di Kandang". *Info.Medion.Co.Id*, Info Medion.
- Metasari, T., Septinova, D. dan Wanniatie, V. 2014. "Pengaruh Berbagai Jenis Bahan Litter terhadap Kualitas Litter Broiler Fase Finisher di Closed House". *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 2 (3), 23–29.
- Olivia, M., Hartono, M. dan Wanniatie, V. 2015. "Pengaruh Jenis Bahan Litter terhadap Gambaran Darah Broiler yang Dipelihara di Closed House". *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3 (1), 23–28.
- Pereira, J.L.S. 2017. "Assessment of Ammonia and Greenhouse Gas Emissions from Broiler Houses in Portugal". *Atmospheric Pollution Research*, 8 (5), 949–955.
- Purwadi, B. A., Sarjana, T. A. dan Murwani, R. 2018. "Pengaruh Jarak Transportasi terhadap Biokimia Darah Ayam Broiler". *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 28 (2), 129–133.
- Rachmawati, S. 2000. "Upaya Pengelolaan Lingkungan Usaha Peternakan Ayam". *Wartazoa*, 9 (2), 73 – 80.
- Renata, Sarjana, T. A. dan Kismiati, S. 2018. "Pengaruh Zonasi dalam Kandang Closed House terhadap Kadar Amonia dan Dampaknya pada Kualitas Daging Broiler di Musim Penghujan". *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan* 28 (3), 183–191.
- Rini, P.L., Isroli dan Widiastuti, E 2013. "Pengaruh Penambahan Ekskreta walet dalam Ransum terhadap Kadar Hemoglobin, Hematokrit dan Jumlah Eritrosit Darah

Mustaqim, B. et al., Microclimatic dan Microclimatic Ammonia terhadap Profil Darah Merah

- Ayam Broiler”. *Animal Agriculture Journal*, 2 (3), 14–20.
- Sarjana, T. A., Mahfudz, L. D., Sunarti, D., Sarengat, W., Huda, N. K. F., Rahma, N. A., Renata, Suryani, D. A., Arfianta., W. F. dan Mustaqim, B. 2018. “Microclimate Condition Changes Due to Zone Placement in Closed House”. *Prosiding Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan III. 3 Mei 2018. Semarang, Indonesia*.
- Sturkie, P. D. 1976. *Avian Physiology. Springer Advanced Texts in Life Sciences*. Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Sugiharto, Yudiarti, T. dan Isroli. 2016. “Haematological and Biochemical Parameters of Broilers Fed Cassava Pulp Fermented with Filamentous Fungi Isolated from the Indonesian Fermented Dried Cassava”. *Livestock Research for Rural Development*, 28 (4), 1–6.
- Suud, H.M. 2009. “Simulasi Pola Aliran Udara dan Distribusi Suhu pada Kandang Closed House Menggunakan Computational Fluid Dynamics”. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, *Skripsi*.
- Tarmudji. 2002. “Asites pada Ayam Pedaging”. *Balai Penelitian Veteriner*, 15 (1), 38–48.
- Wahju, J. 2004. *Ilmu Nutrisi Unggas. Cetakan Ke- 5*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Weiss D.J. dan Wardrop, J.K. 2010. *Schalm’s Veterinary Hematology*. 6th Edition. Iowa: Blackwell Publishing.
- Wientarsih, I., Widhyari, S.D. dan Aryanti, T. 2013. “Kombinasi Imbuhan Herbal Kunyit dan Zink dalam Pakan Sebagai Alternatif Pengobatan Kolibasilosis pada Ayam Pedaging”. *Jurnal Veteriner*, 14 (3), 327–334.
- Yahav, S. 2004. “Ammonia Affects Performance and Thermoregulation of Male Broiler Chickens”. *Animal Research EDP Sciences*, 53 (4), 289–293.