

Peningkatan Hidrogen Sulfida, Partikel Debu 10 μm dan Diferensiasi Leukosit pada Pemeliharaan Ayam Broiler dengan Suhu Ruang Berbeda

Improvement of Hydrogen Sulfide, Particulate Matter 10 μm and Differential Leukocytes on Different Rearing Temperatures of Broilers

Asmaul Fitriana Nurhidayah^{1*}, Ulupi Niken², & Salundik²

¹ Program studi Teknologi Produksi Ternak, Fakultas Vokasi, Universitas Hasanuddin Jl Perintis Kemerdekaan KM 10 Makassar 90245 Sulawesi Selatan, Indonesia

² Departemen Teknologi dan Produksi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680 Jawa Barat, Indonesia

*corresponding email: asmaulfitriana@unhas.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dampak perbedaan suhu pemeliharaan ayam broiler terhadap Hidrogen Sulfida, partikel debu 10 μm , dan diferensiasi leukosit. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, sebagai perlakuan suhu berbeda pada dua unit kandang yaitu suhu 20°C (KS20) dan suhu 30°C (KS30). Percobaan diulang sebanyak empat kali dan tiap ulangan diisi 10 ekor ayam. Parameter yang diamati adalah hidrogen sulfida, partikel debu 10 μm , monosit, basofil, dan eosinofil pada ayam broiler dengan suhu ruang berbeda. Data dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi hidrogen sulfida pada kedua perlakuan pada minggu ke-4 sebesar 0.0010-0.0013 ppm dan minggu ke-5 meningkat (0.0019-0.0023 ppm). Partikel debu 10 μm pada suhu tinggi lebih tinggi pada minggu ke-4 (84.84 $\mu\text{g m}^{-3}$) dan minggu ke-5 (156.42 $\mu\text{g m}^{-3}$). diferensiasi leukosit baik pada suhu rendah maupun suhu tinggi berada dalam kisaran normal

Kata kunci: Broiler, Darah, Debu, Kualitas Udara, Suhu.

ABSTRACT

This study aimed to study the impact of temperature difference of Hydrogen sulphide, particle matter 10 μm , and differential leukocytes. A completely randomized design was used in the experiment design, with a temperature of 20 °C (KS20) and a temperature of 30 °C (KS30). The experiment was repeated four times and each replication contained 10 chickens. The data analysis used in this study was descriptive. The result showed that the concentration of hydrogen sulphide in both treatments in the 4th week was 0.0010-0.0013 ppm and in the 5th week it increased (0.0019-0.0023 ppm). The particle matter of 10 μm at high temperatures were higher in 4th week (84.84 $\mu\text{g m}^{-3}$) and 5th week (156.42 $\mu\text{g m}^{-3}$). leukocyte differentiation both at low temperatures and high temperatures is within the normal range.

Keywords: Air Quality, Blood, Broiler, Dust, Temperature.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis. Suhu rata-rata berkisar antara 23.5-28.5°C dan ada wilayah yang memiliki suhu berkisar

39.5°C, sedangkan kelembaban berkisar 60-95% (BMKG 2022). Suhu lingkungan merupakan faktor penting dalam pemeliharaan unggas khususnya ayam broiler (Junior et al.,

2020). Ayam merupakan kelompok hewan homeothermis yang memiliki suhu tubuh yang relative tetap walaupun kondisi lingkungannya berubah-ubah. Suhu tubuh ayam berkisara antara 39.9-40.5°C (Brugaletta et al., 2022). Suhu lingkungan ayam broiler yang dipelihara diatas umur tiga minggu berada pada 21-24°C (Scanes & Christensen, 2020). Pada kondisi ini ayam menghasilkan produktivitas yang optimal (Almeida et al., 2018).

Saat kondisi lingkungan di atas suhu nyaman, ayam dapat mengalami stres panas (Rostagno, 2020). kondisi lingkungan yang tinggi menyebabkan proses dekomposisi feses y sangat cepat oleh mikroorganisme sehingga dapat berdampak pada menurunnya kualitas udara (Hidayat et al., 2021). Kualitas udara yang buruk menyebabkan terkontaminasinya udara segar yang dapat menimbulkan munculnya seperti virus, bakteri, jamur, gas dan debu (Al-Nasseri et al., 2021). Kualitas udara yang buruk menyebabkan tingginya hidrogen sulfida dan partikle debu yang mengakibatkan masalah lingkungan pada kandang ayam. Hidrogen sulfida merupakan gas beracun yang dihasilkan oleh bakteri dalam limbah organik yang berasal dari feses ayam (Saksrithai & King, 2018). Partikel debu berasal dari sisa paka, kotoran ayam dan bahan bangunan yang ada dalam kandang (Ulupi dan Afnan, 2016). Meningkatnya hidrogen sulfida dan partikel debu di dalam kandang dapat mengganggu kesehatan ayam dan berpengaruh pada produktivitas ternak (Van Harn et al., 2010; Ulupi et al., 2015).

Dampak kualitas udara yang buruk menyebabkan terjadinya gangguan fisiologis ternak (Soliman et al., 2021). Gangguan fisiologis tersebut dapat dilihat dari gambaran

darahnya dan juga menyebabkan gangguan sistem metabolisme (Ogunleye et al., 2022). Kondisi lingkungan yang buruk dapat mempengaruhi proses diferensiasi leukosit dan mengurangi kemampuan sistem kekebalan tubuh ternak untuk melawan penyakit (Ajakaiye et al., 2010). Diferensiasi leukosit merupakan proses pembentukan sel darah putih yang berfungsi dalam sistem kekebalan tubuh (Osman et al., 2015). Berdasarkan uraian diatas, Penelitian ini yaitu mengkaji dampak dari suhu lingkungan tinggi terhadap hidrogen sulfida, partikel debu 10 µm dan diferensiasi leukosit pada ayam broiler.

BAHAN DAN METODE

Materi Penelitian

Kandang yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan dua unit kandang close haouse. Setiap kandang dilengkapi dengan tempat makan dan tempat minum. Kandang menggunakan sistem litter dan memasuki minggu ke-4 dilakukan penambahan sekam padi. Ayam diberi pakan komersial, jenis pakan starter sampai minggu ke-3 dan pakan finisher memasuki minggu ke-4 dan ke -5 yang diberi secara ad libitum dan air minum. Sebanyak 80 DOC ayam broiler dipelihara selama lima minggu dan dibagi kedalam dua unit kandang. Setiap unit kandang terdiri dari 4 petak dengan ukuran 1 x 1 m². setiap petak berisi sepuluh ekor ayam. Suhu lingkungan ayam pada minggu ke-3 berkisar 28°C. Perlakuan suhu lingkungan pada ayam dilakukan pada minggu ke-4 dan minggu ke-5. Suhu pada dua unit kandang di atur dengan suhu 20°C dengan Air

conditioner dan suhu 30°C dengan heater. Pengukuran suhu menggunakan termohyrometer yang dipasang didalam kandang. Suhu lingkungan diambil tiga kali sehari pada pukul 07.00 WIB, 12.00 WIB, dan 17.00 WIB..

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap, di mana perbedaan suhu pemeliharaan pada dua kandang yaitu suhu 20°C (KT20) dan suhu 30°C (KT30). Penelitian ini di ulag sebanyak 4 ulangan dan setiap ulangan tersiri dari 10 ekor ayam. Pengujian kualitas udara yaitu hydrogen sulfida dan partikel debu 10µm. Pengujian kualitas udara dilaukan di kandang closed house. Pengambilan kualitas udara dlakukan tiga kali minggu ke-3, minggu ke -4 dan minggu ke-5. Pengambilan darah dilakukan diakhir perlakuan atau minggu ke-5. Satu ekor ayam diambil darahnya pada Setiap petak sebagai sampel. Darah diambil melaui vena brachialis menggunakan spuit. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung vakum dengan antikoagulan EDTA (Ethylene Diamine Tetra acetic Acid). Tabung vakum yang berisi darah dimasukkan ke dalam kotak pendingin untuk dianalisis..

Metode Penelitian

Pengujian hidrogen sulfida dilakukan dengan cara mengambil contoh udara gas hidrogen sulfida yang dialirkan ke dalam larutan penjerap (ZnSO₄, NaOH, (NH₄)₂SO₄, aquades) dengan menggunakan pompa hisap. Hidrogen sulfida direaksikan dengan p-amino dimetilanilin dan besi (III) dalam suasana asam kuat yang membentuk senyawa metilen

biru. Serapan diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 670 nm (SNI, 2005).

Pengujian partikel debu berukuran 10 µm, dilakukan dengan mengambil debu berukuran 10 µm di udara yang diambil melalui inlet selektif PM₁₀ yang dilewatkan pada filter dengan ukuran 20.3 cm x 25.4 cm, selanjutnya efisiensi penyaringan minimum 98.5% setara dengan porositas 0.3 µm pada kecepatan aliran 1.1 m³ menit-1 sampai 1.7 m³ menit-1 selama 1 jam. Jumlah partikel yang terakumulasi dalam filter dianalisis secara gravimetri. Hasil ditampilkan dalam bentuk satuan massa partikulat yang terkumpul per satuan volume contoh uji udara yang diambil sebagai µg Nm⁻³ (SNI, 2016).

Penghitungan diferensiasi leukosit, dilakukan dengan cara preparat ulas darah diwarnai dengan pewarna giemsa dan dikeringkan selama 30 menit. Preparat yang telah diwarnai diperiksa di bawah mikroskop pada pembesaran 1 000 kali dan ditambahkan minyak emersi. Penghitungan diferensial sel darah putih didasarkan pada hasil pengamatan dengan menghitung limfosit, monosit, heterofil, eosinofil dan basofil dalam 100 butir sel darah putih. Hasil yang diperoleh dinyatakan dalam persentase masing-masing jenis sel darah putih dengan jumlah sel darah putih total (Sastradipradja *et al.*, 1989).

Analisis Data

Hasil pengamatan pengujian kualitas udara hidrogen sulfida dan partikel debu 10 um, pengujian diferensiasi leukosit di analisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hidrogen Sulfida

Konsentrasi H₂S pada periode brooding tinggi (<0.0028 ppm) dibandingkan dengan konsentrasi H₂S pada perlakuan (Tabel 1). Hal tersebut karena pakan yang diberikan mengandung protein kasar tinggi 21-23% dari perlakuan 19-21%. Hal ini di dukung oleh penelitian Ulupi et al., (2015) menyatakan bahwa konsentrasi H₂S yang dianalisis dengan metode Nessler terendahnya 1.24 ppm dan tertinggi 1.37 ppm dengan kandungan protein kasar dalam pakan sebesar 22.66% dan 22.72%. Konsentrasi H₂S pada minggu ke-4 mengalami penurunan pada suhu rendah dan suhu tinggi. Rendahnya H₂S tersebut disebabkan penambahan sekam padi sebelum perlakuan. Salah satu fungsi sekam adalah menyerap kotoran (Garces et al., 2013). Konsentrasi H₂S pada suhu rendah lebih tinggi dari suhu tinggi pada minggu ke-4 dan minggu

ke-5. Perbedaan konsentrasi H₂S disebabkan perbedaan jumlah feses yang keluar seiring dengan bobot badan ternak (Reddy et al., 2007).

Kehadiran mikroba dapat mengurai protein menjadi asam amino. Asam amino yang mengandung sulfur seperti sistin dan metionin akan dipecah menjadi komponen sederhana oleh mikroba sehingga sulfur terlepas sebagai gas H₂S. Hidrogen sulfida merupakan gas yang tidak berwarna, memiliki bau seperti telur busuk, lebih berat dari udara, larut dalam air, dan terakumulasi di kotoran ternak (Chi et al., 2019). Hidrogen Sulfida yang ada di peternakan berasal dari penguraian feses yang mengandung sulfur oleh bakteri sulfat dalam kondisi anaerob. Sulfur merupakan bagian dari protein yang mengandung asam amino sistin dan metionin (Najibulloh et al., 2020). Batas ambang bau H₂S di dalam kandang peternakan yaitu 0.01 ppm (Saksrithai & King, 2018).

Tabel 1. Hidrogen sulfide and partikel debu 10 um di dalam kandang pada pemeliharaan ayam broiler

Kualitas Udara	Minggu ke-3	Minggu ke-4		Minggu ke-5	
	Brooding	KT ₂₀	KT ₃₀	KT ₂₀	KT ₃₀
H ₂ S (ppm)	<0.0028	0.0013	0.0010	0.0023	0.0019
PM ₁₀ (ug m ⁻³)	179.540	23.390	84.840	91.400	156.420

H₂S = Hydrogen sulfide; PM₁₀ = Particulate matter 10 um; KT= Kandang Temperatur

Partikel debu atau perticulat matter

Partikel debu 10 µm (PM₁₀) pada periode brooding lebih tinggi 179.540 µg m⁻³ dibandingkan minggu ke-4 dan minggu ke-5 (Tabel 1). Tingginya PM₁₀ yang terakumulasi selama 3 minggu di dalam kandang berhubungan dengan aktivitas ternak. Hidayat et al. (2021) menyatakan bahwa debu di dalam kandang

unggas dipengaruhi oleh aktivitas ternak, kelembaban, dan kepadatan hewan. Debu di dalam kandang unggas berasal dari litter, bulu halus, mikroorganisme, pakan, urin yang mengkristal, dan kotoran.

Partikel debu 10 µm pada suhu tinggi terlihat lebih tinggi di bandingkan suhu rendah pada minggu ke-4 dan minggu ke-5. Pada suhu tinggi, debu akan mudah kering dan mudah pecah

menjadi partikel-partikel kecil sehingga lebih mudah terbang ke udara. Ulupi et al., (2016) melaporkan bahwa keberadaan partikel debu yang berukuran kecil disebabkan karena adanya gesekan antara ayam dengan litter secara terus menerus seiring dengan bertambahnya waktu pemeliharaan. Ayam yang dipelihara dengan sistem litter lebih bebas bergerak dan bebas beraktivitas. PM₁₀ yang di dalam kandang optimalnya sebesar 3.4 mg m⁻³ (Wathes et al., 1998). Konsentrasi PM₁₀ pada penelitian ini berada dalam batas normal.

Differential Leukosit

Diferensiasi leukosit meliputi limfosit, monosit, heterofil, eosinofil dan basofil. Sel darah

putih yang bergranula terdiri atas heterofil, eosinofil, dan basofil, sedangkan yang tidak bergranula terdiri atas limfosit dan monosit (Scanes & Christensen, 2020). Persentase diferensiasi leukosit pada ayam broiler yang dipelihara pada suhu rendah dan suhu tinggi pada penelitian ini dalam kisaran normal. Diferensiasi leukosit yang diamati dalam penelitian ini adalah heterofil, monosit, limfosit, eosinofil dan basofil. Basofil merupakan sel darah putih yang mempunyai peranan dalam reaksi alergi dan melepaskan heparin ke dalam darah yang menghambat terjadinya pembekuan darah (Frandsen et al., 2009).

Tabel 2 Rataan diferensiasi leukosit ayam broiler di suhu ruang berbeda

Parameter	KT ₂₀	KT ₃₀	Normal
Heterofil (%)	24.25 ± 2.36	35.50 ± 7.05	9.00 - 56.00 ¹
Limfosit (%)	72.75 ± 2.75	61.75 ± 7.46	28.00 - 84.00 ¹
Monosit (%)	2.50 ± 1.00	2.25 ± 0.50	0.00 - 30.00 ¹
Eosinofil (%)	0.50 ± 0.57	0.50 ± 1.00	0.00 - 7.00 ¹
Basofil (%)	Tidak ditemukan	Tidak ditemukan	Tidakditemukan ¹

¹ Mangkoewidjojo dan Smith (1988)

Hasil penelitian menunjukkan jumlah heterofil dan jumlah limfosit berada pada kisaran normal. akan tetapi jika di lihat nilainya, peningkatan pada heterofil dan penurunan limfosit pada KT₃₀ bisa menjadi indikasi bahwa ayam terpapar cekaman panas. Suhu lingkungan tinggi dapat meningkatkan jumlah heterofil dan menurunkan jumlah limfosit yang dapat mengakibatkan ayam mengalami stres panas. Hal ini sejalan dengan penelitian (Osman et al., 2015) pada ayam kalkun putih yang terpapar suhu

lingkungan diatas suhu 30°C mampu meningkatkan jumlah heterofil dan menyebabkan ternak mengalami stress panas. Peningkatan jumlah heterofil terjadi karena adanya induksi hormon kortikosteron dan terjadi pelepasan heterofil cadangan pada sumsum tulang (Mahmoud et al., 2016). Heterofil merupakan sel fagosit, memfagositosis kuman dan virus yang menginfeksi (Anwar et al., 2021). Abioja et al., (2013) menyatakan bahwa stress panas pada ayam jantan menyebabkan penurunan limfosit

yang dipelihara pada musim panas dan kering dengan suhu harian 19.4 - 35°C. Penurunan jumlah limfosit disebabkan adanya pelepasan hormon kortikosteron dan kerusakan jaringan limfoid (Olfati *et al.*, 2018). Limfosit merupakan sel yang berfungsi dalam pembentukan antibodi (Ulupi & Ihwantoro, 2014).

Stres panas pada ayam dapat terjadi akibat peningkatan jumlah heterofil dan penurunan jumlah limfosit (Raeisi-Zeydabad *et al.*, 2017). Ayam yang dipelihara di atas suhu 27°C menyebabkan terjadinya cekaman panas pada ayam sehingga berpengaruh terhadap penurunan konsumsi pakan dan penambahan bobot badan ayam yang kurang optimal (Sugito, 2009; Osti *et al.*, 2017).

Stres menyebabkan tubuh mengaktifkan hypothalamic pituitary-adrenal cortical system. Ketika sistem ini diaktifkan, hipotalamus menghasilkan corticotrophin releasing factor (CRF). CRF merangsang pituitari untuk melepaskan Adrenocorticotropic Hormone (ACTH). Sekresi ACTH menyebabkan sel jaringan korteks adrenal menghasilkan kortikosteroid (Virden & Kidd, 2009). Kortikosteroid menyebabkan fungsi kekebalan tubuh terganggu (Olfati *et al.*, 2018).

Persentase monosit pada suhu tinggi dan suhu rendah berada dalam kondisi normal. Persentase monosit pada suhu tinggi terlihat menurun 2.25 ± 0.50 dibandingkan pada suhu rendah 2.50 ± 1.00 . Meningkatnya jumlah monosit pada suhu rendah ini berhubungan dengan fungsi sistem imun untuk menghancurkan mikroorganisme. Monosit dapat berkembang menjadi makrofag yang berfungsi sebagai sistem imun yang berguna untuk menghancurkan mikroorganisme atau benda asing yang bersifat pathogen (Frandsen *et al.*, 2009). Monosit adalah

prekursor makrofag yang ada di dalam darah sirkulasi. Persentase eosinofil pada suhu rendah dan suhu tinggi berada dalam kisaran normal. Eosinofil merupakan sel yang diproduksi saat terjadinya infeksi dan reaksi alergi (Guyton & Hall, 2011).

Persentase basofil pada penelitian ini tidak ditemukan. Basophil tidak ditemukan bukan berarti tidak terdapat dalam sirkulasi darah. Hal tersebut disebabkan basofil merupakan leukosit yang jumlahnya sedikit di dalam darah (Weiss *et al.*, 2010). Kayadoe *et al.* (2008) melaporkan bahwa basofil baru ditemukan dalam perhitungan 1 000 sel leukosit.

KESIMPULAN

Konsentrasi H₂S pada periode brooding yang rendah (<0.0028 ppm) berkaitan dengan kandungan protein kasar yang tinggi dalam pakan, serta faktor suhu dan jumlah feses ternak. Konsentrasi partikel debu 10 µm (PM₁₀) pada periode brooding lebih tinggi dibandingkan dengan minggu ke-4 dan ke-5. Suhu lingkungan yang tinggi dapat meningkatkan jumlah heterofil dan menurunkan jumlah limfosit pada ayam, sehingga dapat menimbulkan stres panas pada ayam.

DAFTAR PUSTAKA

- Abioja, M. O., Osinowo, O. A., Smith, O. F., Eruvbetine, D. 2013. Physiological and haematological responses of broiler chickens offered cold water and vitamin C during hot-dry season. *Nigerian Journal of animal production*. 40 (1):24-36. <https://doi.org/10.51791/njap.v40i1.611>.
- Ajakaiye, J.J., Ayo, J.O., Ojo, S.A., 2010. Effects of heat stress on some blood parameters

- and egg production of Shika Brown layer chickens transported by road. *Biology Research*. 43: 183-189. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-97602010000200006>.
- Al-Nasser, Ahmad N. I., Ahmed T. Taha, and Aljumaily Tareq Khalaf Hasan. 2021. Effects of different broiler flooring systems on surface temperature, air quality and carcass characters of broilers. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 735. IOP Publishing Ltd, Boston. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/735/1/012011>.
- Almeida, E.A., Sant'Anna, A.C., Crowe, T. G., MacAri, M., Furlan, R. L. 2018. Poultry rearing on perforated plastic floors and the effect on air quality, growth performance, and carcass injuries - Experiment 2: Heat Stress Situation. *Poultry Science* 97(6):1954–60. <https://doi.org/10.3382/ps/pey048>.
- Anwar, K., Smark, N., Khan, S., Ullah, K., Rashid, HU., Siddiqui, H.S. 2021. Clinicopathological effects of heat stress on blood picture of Japanese quails. *International journal of advanced research* 9 (5): 913-16. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/12923>.
- Brugaletta, G., Jean Rémi Teyssier, Samuel J. R^oChell, Sami Dridi, and Federico Sirri. 2022. A Review of Heat Stress in Chickens. Part I: Insights into Physiology and Gut Health. *Frontiers in Physiology* <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.934381>.
- Chi, Q., Wang, D., Hu, X., Li, S. 2019. Hydrogen sulfide gas exposure induces necroptosis and promotes inflammation through the MAPK/NF- κ B pathway in broiler spleen. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 13: 1-16 <https://doi.org/10.1155/2019/8061823>.
- Franson, R.D., Wilke, W.L., Fails, A.D. 2009. *Anatomy and Physiology of Farm Animals* 7th Ed. Blood and Other Body Fluids (pp. 257-266) United State of America: Wiley-Blackwell.
- Garces A, Afonso SMS, Chilundo A, Jair^oCe CTS. 2013. Evaluation of different litter materials for broiler production in a hot and humid environment: 1. Litter characteristics and quality. *Journal of applied poultry research*. 22: 168-176. <https://doi.org/10.3382/japr.2012-00547>.
- Guyton, A.C., Hall, J.E. 2011. *Textbook of Medical Physiology*. Ed. 11. Blood Cells, Immunity, and Blood Coagulation (pp. 413-422). Philadelphia, USA : Elsevier Inc.
- Hidayat, C., Purwanti, S., Komarudin., Rahman. 2021. Reducing Air Pollution from Broiler Farms. in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 788. IOP Publishing Ltd, Boston. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/788/1/012150>.
- Junior, C.G., Teles, S., Souza, C.F., Tinôco, I.F.F., Vilela, M.O., and Gates, R.S. 2020. Characterization of the thermal environment in broiler houses with different climate control systems. *Engenharia Agrícola*. 40(5):571–80. <https://doi.org/10.1590/1809-4430>.
- Kayadoe MP, Sambodo, Aronggear Y. 2008. Perbandingan gambaran darah burung maleo gunung (*Aepodius Arfakianus*) betina dan unggas yang telah didomestikasi. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner, Manokwari.
- Mahmoud, U. T., Abdel-Rahman, M. A., Darwish, M. H. A., & Mosaad, G. M. 2013. The Effect of Heat Stress on Blood Picture of Japanese Quail. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 3(2), 69-76.
- Mangkoewidjojo S, Smith. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta (ID): UI Pr.
- Modini, R.L., Agranovski, V., Meyer, N. K. , Gallagher E., Dunlop, Zoran, M. , Ristovski, D. 2010. Dust emissions from a tunnel-ventilated broiler poultry shed with fresh and partially reused litter. *Animal*

- Production Science 50(6):552–56.
<https://doi.org/10.1071/AN09207>.
- Najibulloh, M., Ulupi, N., Salundik. Pengaruh daur ulang litter terhadap kualitas litter dan udara dalam pemeliharaan broiler. *Livestock and Animal Research*. 18(2): 107-115.
<https://doi.org/10.20961/lar.v18i2.42932>.
- Ogunleye, T.J., Taiwo, A.M. Akinhanmi, T.F., Oyediran, L.O., Arowolo, T.A., 2022. Assessment of air quality, health status and lung function of workers from selected poultry management systems in Ogun State, Nigeria. *Clinical epidemiology and global health*. 18:101159.
<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101159>.
- Olfati, A., Mojtahedin, A., Sadeghi, T., Akbari, M., Martínez-Pastor, F. 2018. Comparison of growth performance and immune responses of broiler chicks reared under heat stress, Cold Stress and Thermoneutral Conditions. *Spanish journal of agricultural research* 16(2).
<https://doi.org/10.5424/sjar/2018162-12753>.
- Osman, M.M., El Bayomi, K.H.M.E., El Nabtiti, A.A.S., Kasem, H.H.A., 2015. Effects of heat stress on productive performance and some blood parameters in commercial white nicholas and black baladi turkey breeds. *20 (2): 229-249*. *Suez Canal Veterinary Medicine Journal SCVMJ*.
<https://doi.org/10.21608/SCVMJ.2015.64636>.
- Osti, R., Bhattarai, D., Zhou, D. 2017. Climatic variation: effects on stress levels, feed intake, and bodyweight of broilers. *Revista brasileira de ciencia avicola* 19(3):489–96.
<https://doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0494>.
- Raeisi-Zeydabad, S., Mirmahmoudi, R., Esmaeilipour, O., Mazhari, M. 2017. Effects of coenzyme Q10 and vitamin C on growth performance and blood components in broiler chickens under heat stress. *Poultry science journal*. 5 (2):63-70.
<https://doi.org/10.22069/psj.2017.13733.1272>.
- Reddy AR, Praveen P, Prasadini P, Anuradha. 2007. Assessment of air quality in a poultry house. *Journal of Industrial Pollution Control*. 23 (2): 369-372.
- Rostagno, M.H. 2020. Effects of heat stress on the gut health of poultry. *Journal of animal science*. 98(4).
<https://doi.org/10.1093/jas/skaa090>.
- Saksrithai, K., King, A.J. 2018. Controlling hydrogen sulfide emissions during poultry productions. *Journal of animal research and nutrition* 03 (01).
<https://doi.org/10.21767/2572-5459.100040>.
- Scanes, C. G., Christensen. K.D. 2020. *Poultry science (5 edition)*. Poultry house and equipment Pp (273-294). USA: Waveland Press.
- Soliman, E.S., Ali, A.A., Gafaar. R.E.M. 2021. Impact of heating systems on air and litter quality in broiler houses, performance, behavior, and immunity in broiler chickens. *Advances in animal and veterinary sciences* 9 (2):301-14.
<https://doi.org/10.17582/JOURNAL.AAVS/2021/9.2.301.314>.
- Standar Nasional Indonesia. 2005. Emisi Gas Buang-Sumber Tidak Bergerak-Bagian 7: Cara uji kadar hidrogen sulfida (H₂S) dengan metoda biru metilen menggunakan spektrofotometer Badan Standardisasi Nasional.
- Sugito. 2009. Profil hematologi dan penambahan bobot badan harian ayam broiler yang diberi cekaman panas pada suhu kandang yang berbeda. *AgriPet* 9: 1014.
- Tamzil, M. 2014. Heat stress on poultry: metabolism, effects and efforts to overcome. *Indonesian bulletin of animal and veterinary sciences* 24(2):57-66.
<https://doi.org/10.14334/wartazoa.v24i2.1049>.
- Ulupi, N., Afnan, R., Rukmiasih. 2016. Level of ammonia, dust, production performance, and egg quality of laying hens on cage and litter system in tropical area. *International*

- journal of sciences: basic and applied research (IJSBAR). 30(5):339–48.
- Ulupi, N., Ihwantoro, T.T. 2014. Gambaran darah ayam kampung dan ayam petelur komersial pada kandang terbuka di daerah tropis. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 02(1):219–23.
- Ulupi, N., Salundik, S., Margisuci, D., Hidayatun, R., Sugiarto, B. 2015. Growth Performance and Production of Ammonia and Hydrogen Sulfide in Excreta of Broiler Chickens Fed Basil (*Cimum Basilicum*) Flour in Feed. *International journal of poultry science* 14(2):112–16. <https://doi.org/10.3923/ijps.2015.112.116>.
- Van Harn, J., Aarnink, A.J.A., Mosquera, J., Van Riel, J., Effect of bedding material on dust and ammonia emission from broiler houses. *American Society of Agricultural and Biological Engineers* 55(1): 219-226. <https://doi.org/10.13031/2013.41249>.
- Viriden, W.S., Kidd, M.T. 2009. Physiological stress in broilers: ramifications on nutrient digestibility and responses. *Journal of applied poultry research* 18(2):338-47. <https://doi.org/10.3382/japr.2007-00093>.
- Wathes, C.M., Phillips, V.R., Holden, M.R., Sneath, R.W., Short, J.L., White, R.P., Hartung, J., Seedorf, J., Schroder, M., Linkert, K.H., Pedersen, S., Takai, H., Johnsen, J.O., Groot Koerkamp, P.W.G., Uenk, G.H., Metz, J.H.M., Hinz, T., Caspary, V., Linke, S., 1998. Emissions of aerial pollutants in livestock buildings in northern Europe: overview of a multinational project. *journal of agricultural engineering research*. 70: 3-9. <https://doi.org/10.1006/jaer.1998.0278>.
- Weiss, D.J., Wardrop, K.J. 2010. Schalm's Veterinary Hematology. Pohlman, L.M., (6th edition). Basophils, Mast cell, and Their Disorders (pp. 290-297). USA: Blackwell Publishing