

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI INDUSTRI PETERNAKAN

**AKTVITAS PEROKSIDASI LIPID AYAM BROILER DENGAN DAN TANPA
PENAMBAHAN GLUTATHIONE DALAM RANSUM**

Mustika Yuliandari^{a*}, Ronnie Permana^a, Andi Mushawwir^a

^aFakultas Peternakan Universitas Padjadjaran
Kampus Jatinangor Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Sumedang

Article history:

Received: 2023-01-24

Revised: 2023-02-13

Accepted: 2023-02-24

*Corresponding Author :

Mustika Yuliandari

Fakultas Peternakan Universitas
Padjadjaran

Email:

mustika.yuliandari@gmail.com

ABSTRAK : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian glutathion 150 ppm dalam ransum terhadap peroksidasi lipid ayam broiler. Penelitian ini dilaksanakan di Kandang Produksi Ternak Unggas dan analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Objek penelitian ini terdiri dari 60 ekor ayam broiler yang dipelihara sejak doc sampai umur 35 hari. Sebanyak 60 ekor ayam broiler dibagi ke dalam dua kelompok yaitu 30 ekor ayam diberi glutathion 150 ppm dan 30 ekor ayam broiler tidak diberi glutathion. Teknik analisis telah digunakan untuk menentukan kadar aktivitas radikal bebas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan glutathion dalam ransum sebanyak 150 ppm per kg ransum mempengaruhi kadar MDA, kolesterol dan TIBC ayam broiler. Rata-rata kadar MDA, kolesterol dan TIBC ayam broiler yang diberi glutathion berturut-turut adalah $2,501 \pm 0,033 \text{ nm/M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, $196,093 \pm 2,821^b \text{ mg/dl}$, $499,759 \pm 2,730^b \text{ mg/dl}$. Glutathion 150 ppm dalam ransum mampu menekan konsentrasi MDA dan meningkatkan kadar kolesterol dan TIBC dalam plasma darah ayam broiler.

Kata kunci: Ayam Broiler, Glutathion, Peroksidasi Lipid

ABSTRACT : This study aims to determine the effect of addition 150 ppm glutathione in lipid peroxidation of broiler chickens. This research was carried out in the "Kandang Produksi Ternak Unggas" and sample analysis was carried out at the Physiology and Biochemistry Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University. The object of this study consisted of 60 broiler chickens raised from Days Old Chicken until 35 days. A total of 60 broiler chickens were divided into two groups, namely 30 chickens were given 150 ppm glutathione and 30 broiler chickens were not given glutathione. Spectrophotometric technique were used to determined of free radical activities. The results showed that the addition of glutathione in the ration as much as 150 ppm per kg ration affects the levels of MDA, cholesterol and TIBC. The mean of MDA, cholesterol and TIBC is $2,501 \pm 0,033 \text{ nm/M}^{-1}\text{cm}^{-1}$, $196,093 \pm 2,821^b \text{ mg/dl}$, $499,759 \pm 2,730^b \text{ mg/dl}$. With that result, 150 ppm glutathione is able to suppress the concentration of MDA and increase the level of cholesterol and TIBC in the blood plasma of broiler chickens.

Keywords: Broiler, Glutathione, Lipid Peroxidation

PENDAHULUAN

Kebutuhan protein hewani masyarakat Indonesia prioritasnya berasal dari sektor perunggasan terutama ayam ras atau ayam broiler. Ayam broiler memiliki keunggulan yaitu memiliki kemampuan metabolisme yang baik sehingga pertumbuhannya relatif cepat. Metabolisme yang relatif cepat menyebabkan konsumsi oksigen meningkat untuk menunjang

penyediaan energi (ATP) melalui proses oksidasi reduksi yang terjadi di mitokondria (Wen *et al.*, 2020).

Radikal bebas, secara alamiah diproduksi dalam mitokondria secara alamiah. Senyawa radikal menyebabkan peroksidasi lipid membran terutama asam lemak tidak jenuh. Peroksidasi lipid merupakan proses kimiawi yang kompleks akibat adanya reaksi PUFA

(*Polyunsaturated Fatty Acid*) penyusun fosfolipid membran sel dengan senyawa ROS (*Reactive Oxygen Species*) membentuk hidroperoksida. Produk akhir yang dihasilkan dari proses peroksidasi lipid yaitu Malonaldehida (MDA). Zat besi didalam tubuh diikat oleh transferin adanya radikal bebas menyebabkan pelepasan besi dari feritin menjadi bentuk bebas yaitu ion fero. Zat-zat reduktan seperti superoksid dan hidrogen peroksida menyebabkan besi terdapat dalam bentuk NTBI (*Non-Transferin Bound Iron*).

Radikal bebas mampu merusak kolesterol. Kolesterol merupakan komponen penting dalam tubuh yang berfungsi untuk menjaga cairan membran sel, prekursor banyak hormon seperti estrogen dan testosteron. Selain kolesterol protein spesifik seperti TIBC, juga mudah dirusak oleh aktivitas radikal bebas.

Antioksidan akan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki oleh radikal bebas sehingga menjadi stabil dan menghambat reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas. Untuk mencegah dampak buruk dari radikal bebas dapat ditambahkan antioksidan dalam pakan. Salah satunya yaitu glutathione yang memiliki fungsi sebagai antioksidan dengan mencegah atau memperlambat terjadinya kerusakan oleh radikal bebas serta meminimalisir terjadinya peroksidasi lipid. Upaya pemberian glutathione terhadap aktivitas peroksidase lipid sangat menarik untuk dievaluasi. Diharapkan dengan adanya penambahan glutathione dapat meminimalisir terjadinya peroksidasi lipid sehingga tidak akan mengganggu pertumbuhan serta terjadinya kerusakan terutama pada membran sel broiler.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Enam puluh ekor ayam broiler dipelihara sejak *Day Old Chick* (DOC) hingga berumur 35 hari. Ransum basal yang digunakan selama percobaan terdiri dari jagung kuning, dedak halus, bungkil kedelai, bungkil kelapa, tepung ikan, tepung tulang, minyak kelapa dan premix. Semua disusun dengan menjadi ransum komplet dengan kandungan protein kasar dan energi metabolis, masing-masing 22% dan 3109,61%.

Reagent dan standar untuk analisis malondialdehyde (MDA), kolesterol dan *total*

iron binding capacity (TIBC) terdiri dari enzim pengkatalis serta pelarut berdasarkan kit biolabo (untuk kolesterol) dan kit randox (untuk MD dan TIBC).

Metode

Penelitian ini telah dilakukan dengan membagi ayam broiler dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing 30 ekor tidak diberi glutathione (P1) dan 30 ekor lainnya diberi glutathione 150 ppm/kg (P2). Glutathione yang digunakan dalam penelitian merupakan hasil sintesis kimiawi berdasarkan riset dasar kompetitif nasional (Mushawwir *et al.*, 2020b,f; Tanuwiria *et al.*, 2020; 2022). Sebanyak 150 ppm glutathione ditambahkan ke dalam setiap satu kg ransum pada kelompok ayam yang mendapatkan perlakuan glutathione selama penelitian.

Pengambilan sampel darah dilakukan pada akhir pemeliharaan yaitu umur 35 hari. Sampel darah diambil menggunakan *syringe* dengan cara ditusukkan pada pembuluh vena bagian sayap (*vena pectoralis externa*) sebanyak 3 mL. Sampel darah masuk ke dalam vakutainer ber-EDTA kemudian dikocok secara perlahan-lahan dan disimpan didalam *cooling box* sebelum darah dianalisis untuk menghindari terjadinya penggumpalan pada darah. Darah yang telah dikoleksi dipisahkan plasmanya, kemudian dianalisis dengan teknik spektrofotometer berdasarkan prosedur Kit Biolabo dan Randox. Data yang telah dikalkulasi dengan menggunakan MS. Exel 2016, selanjutnya dianalisis dengan menggunakan Uji-T- Student Independet test, menggunakan SPSS Tools versi IBM 21.

HASIL

Tabel 1. Rataan Kadar MDA darah Ayam Broiler

Perlakuan	MDA (nm/M ⁻¹ cm ⁻¹)
P1	2,656 ± 0,053 ^a
P2	2,501 ± 0,033 ^b

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05). P1 = Kelompok broiler tanpa glutathione; P2 = Kelompok broiler dengan pemberian 150 ppm glutathione

Berdasarkan hasil penelitian, aktivitas peroksidasi lipid pada ayam broiler dengan dan

tanpa penambahan glutathione dalam ransum, dapat ditunjukkan dengan konsentrasi MDA dalam plasma. Kadar MDA plasma berdasarkan hasil penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1. Uji-T Tidak Berpasangan, menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$).

Indikasi kemampuan glutathione dalam mencegah aktivitas radikal bebas dapat ditunjukkan dengan kadar kolesterol dan TIBC dalam plasma. Konsentrasi kolesterol dan TIBC plasma berdasarkan hasil penelitian, ditunjukkan pada Tabel 2 berikut,

Tabel 2 menunjukkan rata-rata kadar kolesterol ayam broiler tanpa penambahan glutathione yaitu 181,556 mg/dl, berbeda nyata lebih rendah dibandingkan dengan kadar kolesterol dengan tambahan glutathione 150 ppm yaitu 196,093 mg/dL. Begitu pula terhadap kadar TIBC, pemberian glutathione pada broiler dapat meningkatkan kadar TIBC hingga 499,759 mg/dL lebih tinggi ($P < 0,05$) dibandingkan plasma darah broiler tanpa pemberian glutathione, yaitu 489,377 mg/dL.

PEMBAHASAN

Malondialdehyde (MDA)

Rata-rata kadar MDA pada penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan kadar MDA menurut Dafes *et al.* (2018) dan Rahmania *et al.* (2022) melaporkan bahwa kadar MDA ayam broiler yaitu sebesar 1,4 nm/mL, tetapi lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar MDA ayam menurut Wen *et al.* (2020) melaporkan bahwa kadar MDA ayam broiler yaitu 5 nm/mL. Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan rata-rata kadar MDA darah ayam broiler yang diberikan glutathione 150 ppm lebih rendah dari rata-rata kadar MDA ayam broiler yang tidak diberikan glutathione.

Hasil penelitian yang dipublikasi oleh Zoufres *et al.* (2013) dan Mushawwir *et al.* (2019a; 2022a,c), menunjukkan bahwa MDA merupakan radikal bebas yang dibentuk dari

proses peroksida lipid. Tingkat kerusakan sel atau jaringan tubuh akibat aktivitas radikal bebas dapat ditentukan dengan mengukur kadar MDA plasma darah. MDA adalah produk peroksida lipid yang merupakan reaksi berantai radikal bebas, yang menyerang asam lemak tidak jenuh ganda pada membran sel (Latipudin *et al.*, 2011; Hermawan *et al.*, 2017; Mushawwir *et al.*, 2021d; Tanuwiria *et al.*, 2021,2022).

MDA merupakan salah satu produk final dari lipid peroksidasi, senyawa ini terbentuk akibat degradasi dari radikal bebas hidroksil terhadap asam lemak tak jenuh, yang selanjutnya ditransformasi menjadi radikal yang sangat reaktif. Kemampuan radikal hidroksil membentuk reaksi rantai dengan abstraksi 1 atom hidrogen dari membran sel terbentuklah lipid peroksida. Guchu *et al.* (2020) dan Kumar *et al.* (2017) menunjukkan reaksi terputusnya rantai asam lemak menjadi senyawa MDA, 9-hidroksinonenal, etana dan pentana. Semua aldehid ini mempunyai daya perusak yang tinggi terhadap sel tubuh.

Laju pertumbuhan yang cepat pada ayam broiler menyebabkan peningkatan konsentrasi radikal bebas. Menurut Dinana *et al.* (2019) dan Siregar *et al.* (2020) ayam broiler lebih rentan terhadap berbagai penyakit seperti asites serta mengalami kematian mendadak. MDA sebagai salah satu indikator stres oksidatif darah dan kapasitas antioksidan plasma non-enzimatik pada ayam broiler. MDA terbentuk sebagai produk akhir dari peroksidasi lipid (Slimen *et al.*, 2016; Suwarno *et al.*, 2019; Kamil *et al.*, 2020). Glutathione berperan sebagai antioksidan dengan memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas sehingga dapat memutus reaksi berantai (Yuniastuti, 2016; Johson, 2015; Liao *et al.*, 2017). Glutathione merupakan zat yang secara alami terdapat di dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi terutama di hati.

Sistem antioksidan glutathione merupakan

Tabel 2. Rataan Kadar Kolesterol Total dan TIBC

Peubah	Rataan Perlakuan (mg/dL)	
	P1	P2
Kolesterol	181,556 ± 30,847 ^a	196,093 ± 2,821 ^b
TIBC	489,377 ± 2,488 ^a	499,759 ± 2,730 ^b

Keterangan: Notasi huruf yang berbeda dalam baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

sistem proteksi endogen utama karena glutathion terlibat langsung dalam penghancuran senyawa reaktif oksigen (ROS) serta sebagai antioksidan intraseluler. Glutathion dapat menjaga rantai DNA dan RNA pada inti sel agar tidak terjadi penguraian serta melindungi inti sel dari radikal bebas (Kim *et al.*, 2011; Jiwandini *et al.*, 2020; Garg, 2021). Glutathion berperan dalam pemeliharaan keseimbangan redoks seluler dengan cara menangkap peroksida yang membahayakan sel sehingga mengurangi aktivitas peroksidasi lipid. Semua organisme aerob secara fisiologis pasti mengalami stres oksidatif dari proses respirasi mitokondria (Yuniastuti, 2016), dalam keadaan normal untuk mencegah hal tersebut maka diproduksi hidrogen peroksida secara endogen yang direduksi oleh GSH yang keberadaannya tergantung pada Selenium atau yang dikenal sebagai *GSH peroxidase*. Seiring dengan meningkatnya umur sel kapasitas pembentukan antioksidan berkurang, maka dari itu diperlukan dengan tambahan antioksidan sebagai aditif dalam ransum salah satunya yaitu glutathion yang dapat meningkatkan pertahanan fisiologis serta dapat mengurangi aktivitas peroksidasi lipid yang ditandai dengan penurunan kadar MDA.

Kolesterol dan Total Iron Binding Capacity (TIBC)

Rataan kadar kolesterol ayam broiler yang didapat masih berada pada kisaran normal. Menurut Mushawwir *et al.* (2020e,f; 2021b,c) kadar kolesterol normal pada ayam yaitu berkisar antara 125-200 mg/dl. Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan rata-rata kadar kolesterol darah ayam broiler yang diberikan glutathion 150 ppm lebih tinggi dari rata-rata kadar kolesterol ayam broiler yang tidak diberikan glutathion.

Kemampuan glutathion dalam mencegah peroksidasi lipid bagi ternak yang tidak mengalami stres menyebabkan resiko kerusakan lipid menurun sehingga kadar lipid cenderung dipertahankan dalam keadaan normal. Hasil penelitian ini merupakan mekanisme biokimiawi normal sebagaimana dikemukakan Kharazi *et al.* (2022) dan Mushawwir *et al.* (2019a,b,c;2021a,d,e) bahwa antioksidan ekogen yang ditambahkan tetap dibutuhkan

untuk mempertahankan atau meningkatkan kondisi laju metabolisme normal. Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa pemberian glutathion dalam kondisi ternak tidak stres pada broiler justru membantu dalam mempertahankan homeostasis lipid. Hasil penelitian Dafes *et al.* (2018) dan Mushawwir *et al.* (2022) menunjukkan bahwa glutathion mendorong peningkatan ekspresi gen-gen dan protein yang berperan dalam biosintesis lipid. Lebih lanjut ditunjukkan konsentrasi kolesterol meningkat dalam fase pertumbuhan dengan pemberian glutathion.

Rata-rata kadar TIBC ayam broiler yang diberikan glutathion 150 ppm lebih tinggi dari rata-rata kadar TIBC ayam broiler yang tidak diberikan glutathion. Menurut Liao (2017) kadar TIBC pada ayam broiler yaitu 429 mg/dl. Besi merupakan unsur kimia yang penting dalam proses biologis seperti transpor oksigen, transfer elektron serta reaksi enzimatik. Besi berfungsi sebagai pembawa oksigen ke semua sel sehingga sekitar 65% terdapat pada hemoglobin, 5% pada mioglobin, 0,3% terdapat dalam enzim dan sitokrom serta 30% dalam bentuk feritin dan hemosiderin (Adriani *et al.*, 2022,2021; Nurmalia *et al.*, 2020; Ogidi *et al.*, 2021). TIBC merupakan jumlah total besi yang dapat terikat oleh protein transferin dalam darah. Sebagian besar logam transisi seperti besi terikat pada protein spesifik sehingga mencegah katalisis reaksi radikal bebas yang bergantung pada logam (Minneti, 1992).

Terkait hubungan atau interaksi antara glutathion dengan kadar TIBC, Sebagaimana hasil penelitian menunjukkan peningkatan TIBC yang berbeda nyata ($P < 0,05$) dengan pemberian glutathion. Berdasarkan hasil ini dapat dikemukakan alasan, bahwa besi yang terikat oleh transferin dapat dicegah pelepasannya sebagai dampak radikal bebas alamiah yang dihasilkan oleh mitokondria (ROS). Menurut Gutteridge (1986) radikal bebas dapat melepaskan logam transisi dari protein pengikat dalam hal ini glutathion bertindak sebagai antioksidan sehingga mencegah pelepasan besi dari transferin pada penelitian ini didapatkan hasil TIBC ayam broiler yang diberi glutathion 150 ppm lebih besar dibandingkan dengan nilai TIBC ayam broiler tanpa pemberian glutathion.

Beberapa hasil penelitian terhadulu juga menunjukkan dampak glutation terhadap TIBC, antara lain dilaporkan Sopiah *et al.* (2019) dan OnIllochi *et al.* (2021) bahwa glutation mampu berperan dalam mempertahankan homeostasis besi bagi sintesis darah (eritropoiesis). Peran homeostasis ini dipertegas melalui hasil penelitian Sadiyah *et al.* (2015) dan Mushawwir *et al.* (2019a,b;2022), ditunjukkan bahwa antioksidan (glutation) mampu meningkatkan ekspresi gen transferrin. Peningkatan produksi transferrin meningkatkan pengikatan terhadap besi (TIBC).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan glutation dalam ransum sebanyak 150 ppm per kg ransum mempengaruhi kadar MDA, kolesterol dan TIBC ayam broiler. Glutation 150 ppm dalam ransum mampu menekan konsentrasi MDA dan meningkatkan kadar kolesesterol dan TIBC dalam plasma darah ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkarimi, R and M. Daneshyar. 2012. The Effect of Thyme (*Thymus vulgaris*) Extract Supplementation in Drinking Water on Iron Metabolism in Broiler Chickens. *Journal of Medicinal Plants Research*. 6:645-650
- Adriani, L., A. Mushawwir, C. Kumalasari, L. Nurlaeni, R. Lesmana, U. Rosani. 2021. "Improving Blood Protein and Albumin Level Using Dried Probiotic Yogurt in Broiler Chicken", *Jordan Journal of Biological Sciences*, 14: 1021-1024.
- Adriani, L., A. Mushawwir. 2020. Correlation Between Blood Parameters, Physiological and Liver Gene Expression Levels in Native Laying Hens Under Heat Stress. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 466:1-7.
- Dafes, Y., D. Roiau, D. Qi, Z. Gao, J. Liu, . 2018. Growth promotion and disease suppression ability of a *Streptomyces* sp. CB-75 from banana rhizosphere soil. *Front Microbiol* 8: 2704.
- Dinana, A., D. Latipudin, D. Darwis, A. Mushawwir. 2019. Profil Enzim Transaminase Ayam Ras Petelur Yang Diberi Kitosan Iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan* 1:6-15.
- Garg, P. 2021. HPLC Estimation of Flavanoid (quercetin) of leaves and stem extracts of *Ocimum sanctum* and *Tinospora cordifolia*. *The J. of Phytopharmacology* 10:220-224
- Guchu, B.M., A.K. Machocho, S.K. Mwhia, M.P. Ngugi. 2020. In vitro antioxidant activities of methanolic extracts of *caesaloinia volkensii* harms., *Vernonia lasiopos* O. Hoffm., and *Acacia hockii* De Wild. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Hernawan, E., L. Adriani, A. Mushawwir, C. Cahyani, D. Darwis. 2017. Effect of dietary supplementation of chitosan on blood biochemical profile of laying hens. *Pakistan Journal of Nutrition*. 16(9):696-699.
- Jiwandini, A., H. Burhanudin, A. Mushawwir. 2020. Kadar enzim transaminase (SGPT, SGOT) dan gamma glutamyl transpeptidase (γ -gt) pada ayam petelur fase layer yang diberi ekstrak pegagan (*Centella asiatica*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2:112-119
- Johnson, H.D. 2015. Environmental temperature and lactation. *Int.J.Biometeorol*. 9:103-108.
- Kamil, K.A., D. Latipudin, A. Mushawwir, D. Rahmat, R. L. Balia. 2020. The Effects of Ginger Volatile Oil (GVO) on The Metabolic Profile of Glycolytic Pathway, Free Radical and Antioxidant Activities of Heat-Stressed Cihateup Duck. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*. 10:1228-1233
- Kharazi, A.Y., D. Latipudin, N. Suwarno, T. Puspitasari, N. Nuryanthi and A. Mushawwir. 2022. Lipogenesis in Sentul chickens of starter phase inhibited by irradiated chitosan. *IAP Conference Proceedings* 1001: 1-7
- Kim, S.J., W.S. Chung, S.S. Kim, S.G. Ko, J.Y. Um. 2011. Antiinflammatory effect of *Oldenlandia diffusa* and its constituent, hentriacontane, through suppression of

- caspase-1 activation in mouse peritoneal macrophages. *Phytother Res* 25: 1537-1546
- Kumar, C.G., P. Mongolla, S. Pombala, S. Bandi, K.S. Babu, K.V.S. Ramakrishna. 2017. Biological evaluation of 3-hydroxybenzyl alcohol, an extrolite produced by *Aspergillus nidulans* strain KZR -132. *J Appl Microbiol* 122 (6): 1518-1528
- Latipudin, D., Mushawwir, A. 2011. Regulasi Panas Tubuh Ayam Ras Petelur Fase Grower dan Layer, *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*. 6:77-82.
- Liao, X., C. Ma, L. Lu, L. Zhang, X. Luo. 2017. Determination of Dietary Iron Requirements by Full Expression of Iron-Containing Cytochrome Oxidase in the Heart of Broilers from 22 to 42 d of Age. *British Journal of Nutrition*. 118: 493-499
- Mushawwir, A., N. Suwarno, A.A. Yulianti, R. Permana. 2019a. Dampak Pemberian Minyak Atsiri Bawang Putih terhadap Histologi Ileum Itik Cihateup Fase Pertumbuhan yang Dipelihara Secara Ekstensif. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 8:35-44.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, A.A. Yulianti. 2019b. Thermoregulasi Domba Ekor Gemuk yang Dipelihara pada Ketinggian Tempat (Altitude) yang Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 5:77-86.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, A.A. Yulianti. 2019c. Profil Malondialdehyde (MDA) dan Kreatinin Itik Fase Layer yang Diberi Minyak Atsiri Garlic Dalam Kondisi Cekaman Panas. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan* 5:1-11.
- Mushawwir, A., A.A. Yulianti, N. Suwarno, R. Permana. 2020a. Profil metabolit plasma darah dan aktivitas kreatin kinase sapi perah berdasarkan fluktuasi iklim lingkungan kandangnya. *J. Veteriner*. 21:24-30.
- Mushawwir, A., A.A. Yulianti, N. Suwarno. 2020b. Histologi Liver Burung Puyuh dengan Pemberian Minyak Atsiri Bawang Putih. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 8:1-7.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, D. Latipudin. 2020c. Profil metabolik jalur glikogenolisis puyuh dalam kondisi stres panas dengan pemberian diallyl n-sulfida (dn-s) organik. *J. Galung Tropika*. 9:48-59.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, R. Permana. 2020d. Profil non-esterified fatty acids (NEFA) dan trigliserida ayam sentul pada sistem pemeliharaan berbeda. *J. Ilmu dan Industri Peternakan*. 6:14-24.
- Mushawwir, A., J. Arifin, D. Darwis, T. Puspitasari, D. S. Pengerteni, N. Nuryanthi, R. Permana. 2020e. Liver metabolic activities of Pasundan cattle induced by irradiated chitosan. *Biodiversitas*. 21:5571-5578.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, R. Permana. 2020f. Profil Total Lemak dan Protein Hati Puyuh Fase Grower dan Layer. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 6:65-76.
- Mushawwir, A., R Permana, D. Latipudin and N. Suwarno. 2021a. Organic Diallyl-n-Sulfide (Dn-S) inhibited the glycogenolysis pathway and heart failure of heat-stressed laying hens. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 788 : (1-7).
- Mushawwir, A., N. Suwarno, R. Permana. 2021b. Dialil n-Sulfida Organik Menurunkan Kadar Lipid Plasma Darah dan Hati Itik Cihateup Fase Grower. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan Tropis*. 8:19-25.
- Mushawwir, A., D. Latipudin, R. Permana, N. Suwarno. 2021c. Diallyl-n-Sulfide of Garlic Inhibits Glycogenolysis in Heat-Stressed Laying Sentul Chicken. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia* 16:301-307.
- Mushawwir, A., R. Permana, D. Darwin, T. Puspitasari, D.S. Pangerteni, N. Nuryanthi and N. Suwarno. 2021d. Enhancement of the liver histologic of broiler induced by irradiated chitosan (IC). *IAP Conference Proceedings* 2381: 0200461-0200467.
- Mushawwir, A., L. Adrini, N. Suwarno, T. Puspitasari. 2022a. Dampak Kitosan Iradiasi Terhadap Profil Metabolit Plasma Darah Ayam Sentul. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 8: 11-19.

- Mushawwir, A., N. Suwarno. 2022b. Kapasitas Total Antioksidan Ekstrak Brokoli (*Brassica oleracea* var.italica) dan Bawang Putih (*Allium sativum*) (In Vitro). *J. Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 2: 7-13.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, H. N. Arintonang. 2022c. Impact of Glutathione Administration on Antioxidant Levels and Ileum Histologic of Growth Phase of Cihateup Duck in Extensively Maintained. *J. Sain Peternakan Indonesia*. 17:142-148.
- Nurmalia, V.R., D. Rusmana, A. Mushawwir. 2020. Kadar Glukosa Dan Trigliserida Ayam Ras Petelur Fase Layer Yang Diberi Ransum Mengandung Ekstrak Pegagan (*Centella asiatica*). *Jurnal Ilmu Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(4):217-224.
- Ogidi, O.I., L.M.O. Oguoma, P.C. Adigwe, B.B. Anthony. 2021. Phytochemical Properties and In-vitro Antimicrobial Potency of Wild Edible Mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) obtained from Yenagoa, Nigeri. *The Journal of Phytopharmacology* 10(3):180-184.
- Oniloichi, A.N., O.J. Chuemere, F.S. Olorunfemi, Tariah. 2021. Evaluation of Pharmacognostic, Nutraceutic and Phytotherapeutic Constituents of Unripe *Musa sapientum* Hydromethanolic Extracts. *The Journal of Phytopharmacology* 10(3):156-161.
- Rahmania, H., R. Permana, D. Latipudin, N. Suwarno, T. Puspitasari, N. Nuryanthi and A. Mushawwir. 2022. Enhancement of the liver status of Sentul chickens from the starter phase induced by irradiated chitosan. *IAP Conference Proceedings* 1001: 1-7.
- Sadiah, I. N., A. Mushawwir. 2015. Mortalitas embrio dan daya tetas itik lokal (*Anas sp.*) berdasarkan pola pengaturan temperatur mesin tetas. *Students e-Journal*, 4(3), 32-39.
- Siregar, R.H., D. Latipudin, A. Mushawwir. 2020. Profil lipid darah ayam ras petelur yang di beri kitosan iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 2(1):1-8.
- Slimen, B., T. Najar, A. Ghram, M. Abdranna. 2016. Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 100: 401-412.
- Sopiah, B., H. Muliasari, E. Yuanita. 2019. Phytochemical screening and potential antioxidant activity of ethanol ekstrak of green leaves and red leaves kastuba. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia* 17(1):27-33.
- Siskos, A.P., P. Jain, W. Romisch-Margl. 2017. Interlaboratory reproducibility of a targeted metabolomics platform for analysis of human serum and plasma. *Analysis Chemistry* 89: 656-665.
- Suwarno, N., A. Mushawwir. 2019. Model Prediksi Metabolit Melalui Jalur Glikogenolisis Berdasarkan Fluktuasi Mikroklimat Lingkungan Kandang Sapi Perah. *J. Ilmu dan Industri Peternakan*. 5 (2):77-86.
- Tanuwiria, U.H., I. Susilawati, D. S. Tasrifin, L. B. Salman, A. Mushawwir. 2022. Behavioral, physiological, and blood biochemistry of Friesian Holstein dairy cattle at different altitudes in West Java, Indonesia. *Biodiversitas*. 23(1): 533-539.
- Tanuwiria, U.H., A. Mushawwir. 2020b. Hematological and antioxidants responses of dairy cow fed with a combination of feed and duckweed (*Lemna minor*) as a mixture for improving milk biosynthesis. *Biodiversitas*. 21(10):4741-4746.
- Tanuwiria, U.H., D. Tasrifin, A. Mushawwir. 2020a. Respon gamma glutamil transpeptidase (γ -gt) dan kadar glukosa sapi perah pada ketinggian tempat (altitude) yang berbeda. *J. Ilmu dan Industri Peternakan*. 6:25-34.
- Wen, C., Y. Liu, Y. Ye, Z. Tao, Z. Cheng, T. Wang, Y. Zhou. 2020. Effect of Gingerols-rich Extract of Ginger on Growth Performance, Serum Metabolites, Meat Quality and Antioxidant Activity of Heat-stressed Broilers. *Journal of Thermal Biology*. 89: 1-5
- Yuniastuti, A. 2016. Dasar Molekuler Glutation dan Perannya sebagai Antioksidan. *Fakultas Matematika dan Ilmu*

Pengetahuan Alam Universitas Negeri
Semarang. FMIPA Press

Zoufres, L.G, G.K. Weidu, M.P. Praiy. 2013.
Stress Physiology in Livestock. Vol. 1 :
Basic Principles. CRC Press, Inc. Boca
Raton, Florida.