

JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI INDUSTRI PETERNAKAN

**KORELASI ASAM URAT (URIC ACID) DENGAN INDIKATOR RADIKAL
BEBAS PADA AYAM BROILER**

Ary Rusmansyah^{a*}, Ronnie Permana^a, Andi Mushawwir^a

^aProgram Studi Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran
Jl. Ir. Soekarno KM. 21 Bandung-Sumedang, 45363

Article history:

Received: 2023-01-24

Revised: 2023-02-13

Accepted: 2023-02-24

**Corresponding Author :*

Ary Rusmansyah

Program Studi Ilmu Peternakan,

Fakultas Peternakan, Universitas

Padjadjaran, Bandung

Email: a.rusmansyah@gmail.com

ABSTRAK : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi asam urat terhadap malondialdehide (MDA) dan Transferrin pada ayam broiler. Penelitian ini dilaksanakan di kandang percobaan dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran. Objek penelitian terdiri dari 50 ekor ayam broiler yang dipelihara selama 35 hari. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu eksperimental dan dianalisis menggunakan analisis korelasi. Peubah yang diamati yaitu: asam urat, malondialdehide (MDA) dan transferrin. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa asam urat memiliki korelasi yang tinggi terhadap malondialdehide (MDA) dan transferrin. Dengan nilai korelasi masing-masing 0,853; 0,968 dan koefisien besaran masing masing 0,727; 0,936. Model regresi untuk nilai pendugaan asam urat dengan MDA yaitu $y = 11,192 - 1,794x$ dan asam urat dengan transferrin yaitu $y = 1,4348 + 0,701x$.

Kata kunci: Broiler, Asam Urat, Malondialdehide, Transferrin

ABSTRACT : This study aims to determine the correlation of uric acid to malondialdehyde (MDA) and transferrin in broiler chickens. This research was carried out in experimental cages and sample analysis was carried out at the Physiology and Biochemistry Laboratory, Faculty of Animal Husbandry, Padjadjaran University. The research object consisted of 50 broiler chickens reared for 35 days. The method used in this research is experimental and analyzed using correlation analysis. The observed variables were uric acid, malondialdehyde (MDA) and transferrin. The results of this study indicate that uric acid has a high correlation with malondialdehyde (MDA) and transferrin. With a correlation value of 0.853 each; 0.968 and the coefficient of magnitude respectively 0.727; 0.936. The regression model for the estimation value of uric acid with MDA is $y = 11.192 - 1.794x$ and for uric acid with transferrin is $y = 1.4348 + 0.701x$.

Keyword: Broiler, Uric Acid, Malondialdehyde, Transferrin

PENDAHULUAN

Ayam broiler merupakan jenis ternak unggas yang memiliki laju pertumbuhan yang cepat. Kecepatan pertumbuhan broiler didukung oleh aktivitas metabolisme, baik katabolisme maupun anabolisme nutrient dengan laju yang tinggi. Semakin tinggi aktivitas metabolisme maka kebutuhan oksigen untuk menunjang oksidasi reduksi di mitokondria juga semakin tinggi. Konsekuensi konsumsi oksigen yang tinggi di mitokondria berkorelasi positif dengan produksi oksigen bervalensi satu yang bersifat radikal atau radikal bebas (Mushawwir *et al.*, 2021a).

Radikal bebas merupakan suatu atom, gugus, molekul atau senyawa yang dapat berdiri

sendiri yang mengandung satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbit paling luar. Oksidan atau oksigen reaktif terbentuk dari proses oksidasi biologis atau metabolisme yang terjadi pada sel (jaringan) tubuh, oksidan ini juga disebut dengan radikal bebas.

Secara alami, radikal bebas terbentuk ketika oksigen menyumbangkan satu elektron pada orbital terluarnya. Oksigen yang kehilangan satu elektron dapat bereaksi dengan senyawa lain sehingga terjadi reaksi berantai yang menghasilkan radikal bebas yang baru. Reaksi ini akan terus berlanjut hingga radikal bebas dihambat oleh reaksi sistem antioksidan tubuh.

Salah satu dampak dari reaktif radikal bebas adalah peroksidasi lipid, terutama asam-asam lemak rantai panjang yang menyusun dinding bilayer pada sel-sel (Mushawwir *et al.* 2020b). Ini sebabnya kerusakan sel oleh radikal bebas dimulai dengan aktivitas peroksidasi tersebut hingga kematian sel-sel dan jaringan, begitupula terhadap protein spesifik seperti transferrin. Salah satu produk yang dapat menjadi indikator yang baik terhadap kereaktifan radikal bebas ini adalah senyawa malondialdehyde (MDA). Senyawa ini merupakan produk peroksidasi radikal bebas terhadap asam-asam lemak (Mushawwir *et al.* 2021b,c,d; 2022a,b), sehingga semakin tinggi aktivitas radikal bebas maka semakin tinggi konsentrasi MDA.

Radikal bebas dapat ditanggulangi dengan antioksidan endogen yang diproduksi oleh sel-sel hati seperti glutathione, catalase dan superoxide dismutase. Meskipun demikian, banyak hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa selain antioksidan tersebut, asam urat (uric acid) juga mampu bertindak sebagai antioksidan (Latipudin dan Mushawwir, 2011; Kim *et al.*, 2011; Kumar *et al.*, 2017; Mushawwir *et al.*, 2022a,b). Asam urat merupakan hasil akhir dari metabolisme dari katabolisme suatu zat purin (Lovita and Mushawwir, 2020; Lovita *et al.*, 2021; Mushawwir *et al.*, 2019a,b). Efektivitas asam urat sebagai antioksidan dapat ditunjukkan dengan konsentrasi transferrin yang beredar di dalam plasma. Penelitian-penelitian terdahulu menunjukkan kadar transferrin yang tinggi menunjukkan aktivitas antioksidan yang baik oleh asam urat (Mushawwir *et al.*, 2019c, 2021d,f; Dinana *et al.*, 2019).

Penelitian ini penting dilakukan untuk dapat mengkaji hubungan asam urat sebagai antioksidan terhadap kemampuannya menangguhkan aktivitas radikal bebas yang ditunjukkan oleh MDA dan efektivitasnya sebagai antioksidan yang ditunjukkan oleh transferrin.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Penelitian ini menggunakan ternak percobaan berupa DOC ayam broiler sebanyak 50 ekor yang dipelihara hingga umur 35 hari.

Sampel tersebut dipelihara dalam kandang tipe *open house*, sample dipilih secara acak pada saat pemasukan ke dalam setiap unit percobaan.

Bahan pakan penyusun ransum yang digunakan selama penelitian yaitu ransum yang diperoleh dari salah satu Poultry Shop di Bandung. Ransum disusun berdasarkan formulasi yang telah dihitung sebelumnya.

Metode

Pengambilan sampel dilakukan pada akhir pemeliharaan yaitu pada umur 35 hari. Sampel darah diambil menggunakan *syringe* yang ditusukan dari pembuluh darah vena pada bagian sayap (*vena pectoralis externa*) sebanyak 3 mL. sampel darah masuk ke dalam *vakutainer* ber-EDTA kemudian dikocok secara perlahan-lahan dan disimpan di dalam *cooling box* sebelum darah dianalisis kadar biokimianya agar terhindar dari terjadinya penggumpalan darah.

Aktivitas radikal bebas meliputi MDA, asam urat (*uric acid*) dan transferrin. Dianalisis menggunakan teknik spektrofotometer mengikuti prosedur pengukuran berdasarkan protokol analisis KIT Biolabo. Data hasil analisis dalam penelitian diuji menggunakan analisis korelasi regresi sederhana dengan menggunakan software SPSS versi IBM 21.

HASIL

Derajat korelasi dan pengaruh asam urat terhadap MDA plasma darah ayam broiler, berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

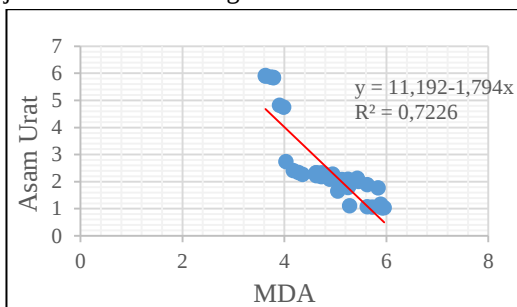
Tabel 1. Korelasi dan Pengaruh Asam Urat dengan Kadar MDA

No	Korelasi-Pengaruh	Nilai
1	r	0,853
2	R ²	0,727 = 72,70%

Berdasarkan hasil penelitian, hubungan antara kadar asam urat dengan konsentrasi MDA, yang ditunjukkan dengan koefisien korelasi asam urat terhadap malondialdehyde (MDA) yaitu sebesar 0,853. Berdasarkan analisis korelasi yang telah dilakukan juga menunjukkan bahwa penurunan kadar MDA dapat dipengaruhi oleh kenaikan kadar asam urat. Besarnya proporsi pengaruh ini ditunjukkan dengan nilai koefisien determinasi

(R^2). Koefisien determinasi hasil analisis sebesar 0,727, atau 72,70% penurunan kadar MDA dapat dipengaruhi oleh kenaikan konsentrasi asam urat.

Derajat perubahan kadar MDA dapat diestimasi melalui model prediksi dengan persamaan matematika (Gambar 1). Berdasarkan persamaan pada Gambar 1 tersebut, kadar MDA dapat diduga melalui model regresi yaitu $y = 11,192 - 1,794x$ yang berarti kadar MDA menurun sebesar 1,79 nM, jika asam urat meningkat sebesar 1 satuan.



Gambar 1. Regresi dan Model Pendugaan Kadar MDA Berdasarkan Konsentrasi Asam Urat.

Hubungan asam urat terhadap konsentrasi transferrin plasma darah ayam broiler, berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 2.

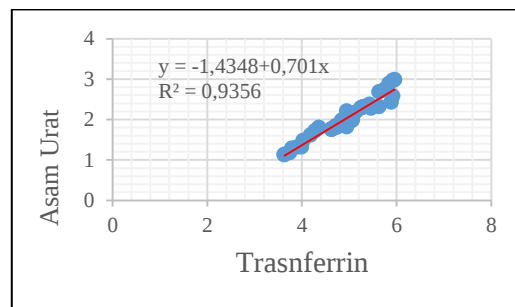
Tabel 2. Korelasi asam urat dengan kadar transferrin

No	Korelasi-Pengaruh	Nilai
1	r	R0,968
2	R^2	0,936 = 93,60%

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil korelasi atau derajat hubungan antara asam urat dengan transferrin, yaitu sebesar 0,968 (Tabel 2). Hasil ini menunjukkan bahwa kedua variabel tersebut memiliki hubungan sangat tinggi. Berarti terdapat interaksi berdasarkan aspek metabolisme diantara keduanya.

Hasil analisis regresi juga menunjukkan bahwa kenaikan kadar transferrin plasma darah broiler berdasarkan hasil ini penelitian ini, dipengaruhi oleh kenaikan konsentrasi asam urat. Besarnya pengaruh ini dinyatakan dengan koefisien determinasi, yaitu sebesar 0,936 (Tabel 2), ini berarti bahwa kenaikan konsentrasi transferrin di dalam plasma darah broiler tersebut, dapat dipengaruhi dengan

proporsi 93,69% karena peningkatan konsentrasi asam urat.



Gambar 2. Regresi dan model pendugaan kadar transferrin berdasarkan konsentrasi asam urat

Pendugaan perubahan atau peningkatan kadar transferrin dapat diprediksi melalui model regresi, dengan persamaan matematika $y = -1,4348 + 0,701x$ yang berarti kadar transferrin akan naik sebesar 0,701 mmol/L, jika asam urat meningkat 1 satuan (Gambar 2).

PEMBAHASAN

Korelasi Pengaruh Asam Urat terhadap Malondialdehyde

Metabolisme yang terus menerus berlangsung memerlukan energi, sehingga oksidasi reduksi di mitokondria terus berlangsung untuk dapat menghasilkan energi. Oksigen sebagai atom pendonor elektron dalam proses oksidasi reduksi tersebut, menghasilkan oksigen *unpair* atau oksigen dengan kehilangan satu elektron. Oksigen ini bersifat radikal dan lebih dikenal dengan istilah radikal bebas atau ROS (*Reactive Oxygen Species*).

ROS termasuk bentuk oksigen yang telah diaktivasi seperti anion radikal superoxide (O_2^-), hidroksil (OH) dan spesies radikal bebas seperti H_2O_2 dan singlet oksigen (1O_2) (Sadiyah *et al.*, 2015; Sang-Ho *et al.*, 2018; Mushawwir *et al.*, 2022c). Peningkatan ROS berdampak terhadap peningkatan peroksidasi lipid, meningkatkan mutase DNA dan kerusakan protein. Peroksidasi lipid adalah proses bersifat kompleks terhadap asam lemak tak jenuh jamak yang menyusun membran. Peningkatan aktivitas peroksidasi lipid oleh ROS ditandai dengan meningkatnya MDA (*malondialdehyde*). Senyawa produk dari peroksidasi lipid yang disebabkan oleh ROS tersebut adalah MDA (Yustika *et al.*, 2013), sehingga MDA sangat valid menjadi biomarker aktivitas ROS atau radikal bebas.

Peroksidasi lipid dapat memutuskan rantai asam lemak yang membuat senyawa bersifat toksik ke tubuh. Peroksidasi lipid ini adalah reaksi berantai yang terus menghasilkan radikal bebas sehingga akan terus terjadi reaksi peroksidasi lipid lainnya, katalase yang dapat menghilangkan atau mengurangi radikal bebas yaitu antioksidan (Tanuwiria *et al.*, 2020a,b; Nurmalia *et al.*, 2020)

Asam urat merupakan senyawa alami tubuh sebagai hasil dari sisa metabolisme yang memiliki peran sebagai antioksidan tampaknya efektif dalam menangkali peroksidasi lipid yang disebabkan oleh radikal bebas. Rahmania *et al.* (2022) mengemukakan bahwa asam urat adalah produk akhir dari metabolisme purin pada manusia dan hewan tingkat tinggi lainnya. Dua reaksi terakhir dalam rantai biokimia yang mengarah pada pembentukan asam urat, yaitu konversi hipoxanthine ke xanthine dan xanthine ke asam urat yang dikatalisis oleh enzim XOR (*Xanthine Oxidoreductase*) (Siregar *et al.*, 2020, Mushawwir *et al.*, 2020d,e).

Sebagian besar spesies hewan, asam urat dimetabolisme menjadi allantoin oleh enzim urat oksidase; allantoin kemudian diubah menjadi allantoate dan akhirnya gloxylate dan urea. Sebagian besar asam urat serum diekskresikan dalam urin selama fungsi ginjal tidak terganggu, sementara pakan yang rendah natrium (Na) memiliki efek meningkatkan penyerapan kembali asam urat di tubulus proksimal dan dengan demikian tubulus proksimal, meningkatkan konsentrasi asam urat (Zhang *et al.*, 2015; Suwarno *et al.*, 2019; Kharazi *et al.*, 2022).

Kemampuan asam urat sebagai antioksidan, mencegah ROS untuk mengkatalis peroksidasi lipid disebabkan karena kehadiran asam urat secara intraseluler dan disemua cairan tubuh tetapi biasanya pada tingkat yang lebih rendah dari pada di plasma. Pada pH fisiologis, hampir semua asam urat terionisasi menjadi *uric* (urat) (Suwarno *et al.*, 2019; Mushawwir *et al.*, 2021b,d) dan juga ionisasi asam urat memiliki satu muatan negatif tunggal (Fabbrini *et al.*, 2014; Mushawwir *et al.*, 2021a,c,e,f). Keberadaan satu muatan tunggal ini menjadi penyebab kemampuan asam urat untuk dapat bersenyawa dengan radikal bebas (ROS)

sehingga spesies oksigen yang bervalensi satu tersebut mendapat satu donor elektron dan asam urat yang terionisasi. Garg (2021) dan Tanuwirian *et al.* (2022) mengemukakan efektifitas asam urat sebagai antioksidan dengan cara mendonorkan satu elektron muatan tunggal kepada ROS. Dengan demikian, dapat dijelaskan bahwa ROS yang mendapat donor elektron dari asam urat menyebabkan aktivitasnya dalam peroksidasi lipid menurun, sehingga kadar MDA sebagai produk proksidasi lipid juga menurun.

Korelasi dan Pengaruh Asam Urat terhadap Transferrin

Berdasarkan hasil uji anova (Tabel 2), menunjukkan pengaruh peningkatan kadar asam urat dengan peningkatan kadar transferrin pada ayam broiler, ini berarti asam urat efektif sebagai antioksidan untuk mengurangi dampak dari radikal bebas. Laporan yang dipublikasikan Kamil *et al.* (2020) dan Johnson (2015) menunjukkan bahwa transferrin dapat menjadi marker atau penanda yang menunjukkan efek dari antioksidan dengan mencegah akumulasi dan perusakan oleh radikal bebas.

Transferrin merupakan 4 glikoprotein yang termasuk ke golongan serum globulin- β 1. Transferrin berfungsi sebagai transport atau pembawa ion zat besi di dalam sistem sirkulasi menuju ke beberapa jaringan, antara lain hati, limpa dan sumsum tulang (Guchu *et al.*, 2020; Mushawwir *et al.*, 2020c,f). Gen transferrin terletak pada kromosom. Sebagai gen dan juga protein transferrin sangat mudah mengalami kerusakan secara alamiah atau kerusakan sebagai dampak metabolisme normal dalam tubuh. Hasil penelitian terdahulu menyatakan bahwa salah satu faktor yang sangat berperan yang dapat menyebabkan kerusakan gen oleh karena mutasi DNA dan atau kerusakan komponen proteinnya, adalah kehadiran senyawa ROS, dari proses oksidasi reduksi di mitokondria (Gray *et al.*, 2015; Hermawan *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian ini, tampak bahwa peningkatan kadar asam urat berkorelasi dan berpengaruh nyata terhadap peningkatan kadar transferrin di dalam plasma darah. Hasil ini dapat menunjukkan atau dikaitkan dengan kemampuan asam urat sebagai antioksidan.

Kemukakan sebelumnya bahwa asam urat mampu menjadi pendonor terhadap ROS yang mengalami kekurangan satu elektron, sehingga ROS ini menjadi tidak reaktif atau tidak dapat berperan sebagai radikal bebas yang menyebabkan mutasi gen, kerusakan protein hingga kematian sel-sel (Sang-Ho *et al.*, 2018; Mushawwir *et al.*, 2019c; Jiwandini *et al.*, 2020; Lovita *et al.*, 2020). Berkurangnya aktivitas perusakan ROS ini dapat menyebabkan potensi perusakan terhadap protein spesifik seperti transferrin juga menurun, sehingga semakin meningkat kadar asam urat maka diikuti dengan peningkatan konsentrasi transferrin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa asam urat memiliki korelasi yang tinggi dengan malondialdehyde dan transferrin. Nilai korelasi asam urat dengan malondialdehyde yaitu 0,853 dan koefisien besaran yaitu 0,727 serta model regresi untuk pendugaan kadar MDA yaitu $y = 11,192 - 1,794x$. Nilai korelasi asam urat dengan transferrin yaitu 0,968 dan koefisien besaran yaitu 0,936 serta model regresi pendugaan kadar transferrin yaitu $y = -1,4348 + 0,701x$. Korelasi asam urat dengan malondialdehyde dan transferrin memiliki korelasi yang tinggi dalam aktivitas radikal bebas pada ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Febbrini, E., M. Serafini, I. C. Baric, S. Hazen, & S. Klein. 2014. Effect of Plasma Uric Acid on Antioxidant Capacity, Oxidative Stress, and Insulin Sensitivity in Obese Subjects. *Diabetes*, 63, 976-981
- 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
- Gray L.R., M.R. Sultana, A. J. Rauckhorst. 2015. Hepatic mitochondrial pyruvate carrier 1 is required for efficient regulation of gluconeogenesis and whole-body glucose homeostasis. *Cell Metabolism*. 22: 669-681.
- Guchu, B.M., A.K. Machochi, S.K. Mwihia, M.P. Ngugi. 2020. In vitro antioxidant activities of methanolic extracts of *caesalpinia volkensii* harms., *Vernonia lasiopus* 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 J. 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 J. on Advanced Sci., 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.
- Lovita, A., 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 J. of Biological Sciences*, 14: 1021-1024.
- Lovita, A., 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.
- 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 Sains 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. Aritonang. 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.
- 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.
- Sang-Ho M, K. Eun-Kyung, S.J. Se, T. Yujiao, S. Hye-Jin, S. Y. Yeong, C. Sanguk and O. Mirae. 2018. Fatty acid compositions, free radical scavenging activities, and antioxidative enzyme activities of high-preference and low-preference beef cuts of Hanwoo (*Bos taurus coreanae*) cows. Animals. 31: 1974-1979.
- 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.
- Suwarno, N., A. Mushawwir. 2019. Model prediksi metabolit melalui jalur glikogenolisis berdasarkan fluktuasi iklim 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.
- Yustika, A. R., Aulanni'am, S. Prasetyawan. 2013. Kadar malondialdehyde (MDA) dan gambaran histologi pada ginjal tikus putih (*Rattus norvegicus*) pasca Induksi Cylosprine-A. Kimia Student Journal. 1:222-228.
- Zhang, J.X., Y.P. Zhang, Q.N. Wu, B. Chen. 2015. Uric acid induces oxidative stress via an activation of the renin-angiotensin system in 3T3-L1 adipocytes, Endocrine. 48:135e142.