

PENGARUH ISOFLAVON KACANG KORO PEDANG FERMENTASI DAN IMPLIKASINYA TERHADAP ANTIOKSIDAN DAN RASIO KOLESTEROL LDL/HDL DARAH PUYUH (*Coturnix-coturnix japonica* L)

Effect of Isoflavon Fermented Jack Bean and its Implication on the Antioxidant and LDL/HDL Cholesterol Ratio in Coturnix-Coturnix Japonica L Blood

Sri Utami, Sri Lestari

Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun
Jl. Yusuf Abdurahman, Kampus II Unkhair kel. Gambesi, Kota Ternate Selatan

KORESPONDENSI DAN RIWAYAT ARTIKEL

Sri Utami

Program Studi Peternakan,
Fakultas Pertanian,
Universitas Khairun.
Jl. Yusuf Abdurahman,
Kampus II Unkhair kel.
Gambesi, Kota Ternate
Selatan

email :
usri57727@gmail.com

Dikirim : Agustus 2020
Diterima : November 2020

ABSTRAK

Bioaktivitas fisiologis senyawa isoflavon berpotensi terhadap dua hal yaitu sebagai antioksidan dan aspek kesehatan manusia dan hewan. Fermentasi kacang koro pedang menyebabkan perubahan struktur kimia isoflavon komponen fungsional biologis yang lebih baik. Isoflavon kacang koro pedang adalah produk fermentasi dari kacang koro pedang. Tiga ratus puyuh berumur empat minggu telah digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh isoflavon kacang koro pedang terhadap kandungan antioksidan SOD dan rasio kolesterol LDL/HDL serum puyuh petelur. Perlakuan pakan yang dicoba terdiri 5 kelompok kandungan isoflavon kacang koro pedang fermentasi: T-0 (pakan kontrol tidak mengandung isoflavon), T-1, T-2, T₃, dan T₄ masing-masing mengandung isoflavon kacang koro pedang fermentasi 5,896; 11,792; 17,688; 23,584 mg/100g pakan. Rancangan percobaan yang digunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diulang 6 kali dan setiap ulangan berisi 10 ekor. Data dianalisis dengan menggunakan analisis variansi dan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan isoflavon kacang koro pedang fermentasi di dalam pakan menyebabkan SOD meningkat nyata ($p < 0.05$) dan rasio kolesterol LDL/HDL serum puyuh petelur turun secara nyata ($p < 0.01$). penggunaan isoflavon sebanyak 17,688mg/100 g pakan memberikan kandungan antioksidan SOD dan rasio LDL/HDL darah paling optimal.

Kata kunci : isoflavon, antioksidan, kolesterol, puyuh

ABSTRACT

Isoflavones are a class of compounds isoflavonoids, bioactivity fisiologis isoflavone compounds have the potential function of two things: as an antioxidant and human and animal health. Fermented soy isoflavones cause changes in the chemical structure and can improve the functional components of biological better. Jack bean Isoflavones is fermented jack bean products from jack bean processing. This study aims to determine the effect of jack bean isoflavones on the pulp content of antioxidants SOD and LDL/HDL cholesterol ratio blood laying hens. The material used is laying hens 300, age of 4 weeks. Treatment of feed is tested comprises 5 groups isoflavone content dregs of ketchup: T-0 (feed control does not contain isoflavones), T₁, T₂, T₃ dan T₄ each contain isoflavones pulp sauce 5,896; 11,792; 17,688; 23,584 mg / 100 g of feed. The experimental design used completely randomized design (CRD) and repeated 6 times and each repeat contains 10 laying hens. Data were analyzed using analysis of variance and the test continued Duncant. The results showed that soy isoflavones in the soy pulp feed more and more causes SOD increased ($p < 0.05$) and the ratio of LDL / HDL cholesterol blood of laying hens fell significantly ($p < 0.01$). Conclusion: the use of isoflavones 17,688 mg/100g feed delivers SOD content and ratio of LDL/HDL most optimal blood.

Key words: isoflavones, antioxidants, cholesterol, quail

PENDAHULUAN

Ternak puyuh merupakan salah satu komoditas yang terpedam mempunyai peran dan prospek yang cukup cerah sebagai alternatif ketersediaan protein hewani penghasil daging dan telur. Dari segi ekonomi sangat menguntungkan serta mampu mensuplai pemenuhan gizi bagi masyarakat akan protein hewani yang berasal dari unggas. Namun dalam pemeliharaan selalu mengalami permasalahan khususnya di Indonesia yang merupakan Negara beriklim tropis dengan suhu lingkungan yang tinggi. Hal ini akan memicu timbulnya stress oksidatif (ketidakseimbangan antara antioksidan dengan radikal bebas) pada puyuh.

Proses stres oksidatif menghasilkan radikal bebas di dalam tubuh puyuh, sehingga puyuh mudah terserang penyakit, daya tahan tubuh menurun dan produktivitasnya juga semakin menurun. Hal ini dapat diatasi dengan manajemen pemberian pakan yang sesuai untuk mengurangi faktor penyebab tersebut. Salah satunya dengan pemberian produk kacang koro pedang terfermentasi

yang memiliki kandungan isoflavon. Isoflavon adalah senyawa aditif yang potensial dalam meningkatkan produktivitas dan kualitas produksi puyuh petelur. Bioaktivitas fungsi biologis senyawa isoflavon mempunyai peranan terhadap dua hal penting yaitu sebagai antioksidan dan berperan pada aspek kesehatan ternak.

Isoflavon mempunyai potensi sebagai antioksidan didasarkan pada kemampuan mendonasikan hydrogen dalam menangkap radikal bebas. Sedangkan isoflavon pada aspek kesehatan didasarkan pada kesamaan struktur dan fungsi biologis dengan phytoestrogen. Fitoestrogen adalah senyawa isoflavon yang mirip dengan estrogen dalam struktur dan aktivitas biologis. Karena mengandung isoflavon yang terdiri atas genistein, daidzein dan glicitein, isoflavon kacang koro pedang dapat menurunkan resiko penyakit kardiovaskular dengan cara mengikatkan profil lemak darah, kolesterol LDH dan trigliserida meningkatkan kolesterol HDL. Karena estrogen telah terbukti menurunkan kolesterol LDL, peranan isoflavon dapat diduga mirip

estrogen (estrogen like), menghasilkan efek yang sama.

Tingginya kadar trigliserida berpotensi meningkatkan kadar Low Density Lipoprotein (LDL) dalam tubuh, karena LDL merupakan sisa dari pengemasan trigliserida dihepar (Tsalissavrina, dkk., 2006). Peningkatan kadar LDL dalam tubuh sebanding dengan peningkatan reactive oxygen species (ROS) karena peningkatan LDL darah dapat memicu terjadinya ROS. ROS akan berikatan dengan lipoprotein pada LDL karena lipoprotein LDL sangat mudah teroksidasi. Radikal bebas yang mengoksidasi lipid secara terus menerus dapat mengakibatkan stres oksidatif pada sel. Proses terjadinya peroksidasi lipid menghasilkan produk berupa MDA, menurunkan kandungan melanolaldehid (MDA) serum dan hati puyuh lebih rendah, menjaga glutathione peroksida, SOD serum dan hati puyuh tetap tinggi.

Peningkatan ROS sebanding dengan peningkatan kadar LDL darah, apabila pembentukan lipid peroksida ini berlanjut mengakibatkan kerusakan sistem membran sel dan kematian sel (Ismawati, dkk., 2012). Tujuan dari penelitian ini adalah apakah penggunaan isoflavon kacang koro pedang fermentasi di dalam pakan terhadap antioksidan dan rasio kolesterol LDL/HDL serum puyuh petelur.

METODE PENELITIAN

Manajemen Pakan

Kacang koro pedang fermentasi. Tahap pertama (Utami, 2018). Tempe kacang koro pedang hasil fermentasi yang sudah jadi dikeringkan sampai kadar air 16% kemudian digiling menjadi tepung untuk dilakukan analisa kandungan nutrisi dan isoflavon.

Bahan pakan terdiri dari tepung ikan, tepung daging, dedak, jagung, bekatul, minyak, tepung kerang, asam amino lisin, methionin dan tepung tempe kacang koro pedang (Tabel 1). Untuk mengedalikan jumlah kandungan isoflavon dalam pakan perlakuan, maka bahan pakan yang

digunakan didalam formula pakan tidak menggunakan bahan pakan dari kacang-kacangan seperti bungkil kacang kedelai. Pakan untuk T0 tidak mengandung kacang koro pedang fermentasi, T1 mengandung isoflavon 5,896 mg/100g setara kacang koro pedang fermentasi 7,5%, T2 mengandung isoflavon 11,792 mg/100 setara dengan kacang koro pedang fermentasi 15%, T3 mengandung isoflavon 17,688 mg/100g setara kacang koro pedang fermentasi 22,5% dan T4 mengandung isoflavon 23,584 mg/100g setara kacang koro pedang fermentasi 30%.

Manajemen Pemeliharaan

Penelitian ini dilakukan di kandang percobaan system cages, terbuat dari kawat ukuran 45 x 45 x 25cm untuk 10 ekor sebanyak 30 unit. Pemberian pakan secara terukur disesuaikan dengan kebutuhan. Tabel 2 menyajikan kandungan nutrisi pakan penelitian. Pakan diberikan dua kali pada jam 06.00 dan jam 13.00. Air minum diberikan secara bebas. Tambahan lampu penerangan diberikan selama 4 jam per hari.

Pengambilan sampel

Setelah Puyuh mendapatkan pakan perlakuan selama 13 minggu, pada hari ke 60 penelitian dilakukan pengambilan sampel darah untuk analisa Superoksida dismutase (SOD) sebanyak 3 ml, dan kolesterol LDL dan HDL sebanyak 3 ml. Setiap ulangan diambil sebanyak 3 ekor, darah diambil melalui vena sayap yang ditampung pada tabung reaksi yang mengandung EDTA. Aktivitas SOD (Metode Misra dan Fridovich (1971). Sedangkan kadar HDL dan LDL menggunakan metode Kit, DSI (2005).

Analisa Statistik

Data hasil penelitian dianalisis dengan menggunakan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap materi percobaan.. Apabila

terdapat pengaruh nyata pada perlakuan, maka dilanjutkan dengan uji Duncant (Steel and Torrie, 1994)

sebagai scavenger radikal bebas yang terbentuk selama terjadi peroksidasi lipid (Nijveldt, 2001). Mekanisme kerja antioksidan menurut Firuzi *et al* 2005 yaitu

Tabel 1. Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan penelitian

Nutrisi	Unit	Kandungan
Energi Metabolis	kcal/kg	2923,90
Protein kasar	%	19,99
Arginin	%	0,86
Glicine + Serin	%	1,75
Histidin	%	0,46
Isoleucin	%	0,57
Leucine	%	1,49
Lysine	%	0,96
Methionine	%	0,53
Methionine+cysteine	%	0,85
Kalsium	%	2,61
Nonphytate	%	0,58

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kacang koro pedang fermentasi mengandung senyawa aktif isoflavon yang memiliki efek antioksidan, sehingga efek ini mempunyai hubungan langsung dengan peningkatan. Pada tabel diatas menunjukkan bahwa penggunaan isoflavon sampai 17,688 mg/100 g pakan memberi pengaruh yang nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan SOD darah puyuh petelur. Karena kandungan antioksidan dari kacang koro pedang hasil fermentasi mampu berperan sebagai pencegah atau penghambat terjadinya peroksidasi lipid, mampu menetralkan atau menghancurkan radikal bebas sehingga tidak berbahaya bagi tubuh puyuh (Repetto *et al*, 2012; Sahara dkk., 2019; Tanuwiria dkk., 2020), juga dipengaruhi glukosa darah (Adriani dan Mushawwir, 2008). Selanjutnya didukung pendapat lain enzim SOD adalah antioksidan enzimatis yang memiliki fungsi menetralkan radikal bebas menjadi H_2O_2 dan O^2 (Haliwed, *et al.*, 1988). Peningkatan SOD sel darah merah pada puyuh disebabkan adanya senyawa aktif dari isoflavon yang mempunyai efek antioksidan. Dengan cara mendonorkan ion hydrogen dan

dengan cara menghambat kerja enzim pembentuk radikal bebas, sehingga mampu meningkatkan kadar SOD darah serta menurunkan kadar MDA.

Penambahan kacang koro pedang fermentasi sebagai antioksidan enzimatis ini dapat meningkatkan fungsi kerja dari enzim SOD. Flavanoid bekerja sebagai antioksidan dengan cara mendonorkan ion hydrogen juga sebagai scavenger radikal bebas yang terbentuk selama terjadi peroksidasi lipid.

Semua puyuh yang mendapatkan pakan mengandung isoflavon kacang koro pedang fermentasi kandungan SOD darahnya lebih tinggi dibandingkan dengan puyuh yang mendapat pakan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa isoflavon kacang koro pedang mempunyai fungsi antioksidan yang baik bagi tubuh puyuh. Penelitian ini sesuai dengan penelitian pada ayam broiler, Ni *et al.* (2013) pada ayam layer periode akhir bahwa isoflavon dalam pakan dapat meningkatkan status antioksidan SOD darah, edan Malik *et al.* (2015) isoflavon ampas kecap dapat meningkatkan SOD darah ayam petelur. SOD adalah salah satu antioksidan enzimatis yang memiliki fungsi menetralkan radikal bebas menjadi H_2O_2 dan O_2 (Haliwed, *et al.*, 1998). Efek peningkatan

kadar SOD sel darah merah, hal ini disebabkan senyawa aktif dari isoflavon yang memiliki efek antioksidan. Arora *et al.*, (1998)

Hasil analisis terhadap rasio kolesterol LDL/HDL puyuh petelur (Tabel 2) menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata $P < 0.01$) antara kelompok kontrol (T0) dengan kelompok puyuh yang mendapatkan perlakuan isoflavon kacang koro pedang fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian isoflavon kacang koro pedang terbukti dapat menurunkan rasio kolesterol LDL/HDL darah puyuh petelur. Semakin rendah rasio kolesterol LDL/HDL semakin baik dalam arti resiko untuk mengalami penyakit akibat kolesterol semakin kecil (Mayes, 1999). Penurunan terjadi karena isoflavon dapat menurunkan kadar LDL serta meningkatkan kadar HDL (Mushawwir *et al.*, 2017; Kamil *et al.*, 2020; Mushawwir dkk., 2020; Siregar dkk., 2020).

enzim lipase hepatic dengan menekan transkripsi gen untuk lipase hepatic. Peningkatan produksi apolipoprotein A-1 memberikan kontribusi pada peningkatan HDL nascent dimana dalam perjalanannya akan berubah menjadi HDL2. Hidrolisis fosfolipid HDL dan triasilgliserol memungkinkan HDL2 melepaskan muatan ester kolesterilnya ke dalam hati (Adriani *et al.*, 2014; Dinana dkk., 2019, Tanuwuria and Mushawwir, 2020) dimana partikel tersebut menjadi lebih padat dengan membentuk kembali HDL3 yang memasuki kembali siklus HDL sehingga penurunan aktivitas lipase hepatic dapat meningkatkan HDL2, sehingga jumlah kolesterol HDL dalam darah meningkat (Wilson *et al.*, 1998).

Pemberian isoflavon kacang koro pedang fermentasi melebihi 17,688 mg/100g (pada perlakuan (P₅) ternyata berdampak terjadi penurunan tetapi tidak lebih rendah dari perlakuan pertama, ini ditunjukan puyuh yang mendapat isoflavon 17,688mg/100 g

Tabel 2. Pengaruh isoflavon kacang koro pedang terhadap SOD dan rasio kolesterol LDL/HDL

Perlakuan	SOD (IU/mg)	Rasio LDL/HDL (mg/dL)
T0	1,433	40,97
T1	2,567	30.65
T2	2,866	30.15
T3	3,245	30,11
T4	2,672	33,16

^{a,b} abjad yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

T-0 : pakan control tidak mengandung kacang koro pedang fermentasi

T-1: Isoflavon 5,896 mg/100 g pakan setara dengan kacang koro pedang fermentasi 7,5%

T-2 : Isoflavon 11,792 mg/100 g pakan setara dengan kacang koro pedang fermentasi 15%

T-3 : Isoflavon 17,688 mg/100 g pakan setara dengan kacang koro pedang fermentasi 22,5%

T-4 : Isoflavon 23,584 mg/100 g pakan setara dengan kacang koro pedang fermentasi 30%

Penelitian sebelumnya melaporkan bahwa isoflavon mempunyai kesamaan struktural dengan estrogen, dan hal ini yang memungkinkan isoflavon untuk mengikat reseptor estrogen berbagai jenis sel (Chen *et al.*, 2002 ; Kostelac *et al.*, 2003). Estrogen dapat meningkatkan kadar dan produksi apolipoprotein A-1 dan menurunkan aktivitas

kandungan SOD nya menurun. dikarenakan adanya kandungan isoflavon pada kacang koro pedang, sehingga senyawa isoflavon dapat menghambat absorpsi dari kolesterol yang menyebabkan pembentukan VLDL terhambat dan menurunkan kadar LDL. Begitu juga rasio kolesterol LDL/HDL mengalami peningkatan. Kondisi ini

menunjukkan bahwa isoflavon mempunyai sifat anagonis dan antagonis (Cassidy, A. 2003). Isoflavon sebagai fitoestrogen dapat berikatan dengan reseptor estrogen sebagai bagian dari aktivitas hormonal, menyebabkan serangkaian reaksi yang menguntungkan tubuh (Sadiah dkk., 2015), meskipun kadar yang tinggi tidak selalu menguntungkan (Mushawwir *et al.*, 2020) Pada saat kadar estrogen menurun, akan terdapat banyak kelebihan reseptor estrogen yang tidak terikat, walaupun aktfinitasnya rendah, isoflavon dapat berikatan dengan reseptor tersebut. Jika tubuh mendapatkan suplai isoflavon, maka akan terjadi pengaruh pengikatan isoflavon dengan reseptor estrogen yang menghasilkan efek menguntungkan. Namun pada saat isoflavon berlebihan maka akan terjadi penurunan aktivitas isoflavon itu sendiri sehingga efeknya menjadi berkurang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penggunaan isoflavon kacang koro pedang fermentasi dalam pakan puyuh mampu meningkatkan kandungan antioksidan SOD darah puyuh petelur dan pemberian sebanyak 17,688 mg/100 g pakan memberikan kandungan antioksidan SOD dan rasio LDL/HDL darah puyuh petelur yang paling optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada LPPM universitas Khairun dan Fakultas Pertanian yang telah membiayai dan mengikutkan penulis dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.

- Adriani, L. dan Mushawwir, A., 2008. Kadar Glukosa Darah, Laktosa Dan Produksi Susu Sapi Perah Pada Berbagai Tingkat Suplementasi Mineral Makro. Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.
- Adriani, L., A. Rochana. A.A. Yulianti, A. Mushawwir, and N. Indrayani. 2014. Profil serum glutamate oxaloacetat transaminase (SGOT) and glutamate pyruvate transaminase (SGPT) level of broiler that was given noni juice (*Morinda citrifolia*) and palm sugar (*Arenga piata*). *Lucrări Ştiinţifice - Seria Zootehnie*. 62:101-105.
- Anderson JW, Johnstone BM and Cook-Newell ME. 1995. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *The New England J. of Medicine*. 333:276-282.
- Arora, A., M. G. Nair, and G. M. Strasburg. 1998. Antioxidant activities of isoflavones and their biological metabolites in a liposomal system. *Arch. Biochem. Biophys*. 356 : 133-141.
- Cassidy, A. 2003. Potential risks and benefits of phytoestrogen rich diets . *Int. J. Vitam. Nutr. Res.*, 73:120-126.
- Chen, T.R. and Q.K. Wei. 2002. Analysis of bioactive aglycone isoflavones in soybean and soybean products. *Nutrition and Food Sci*. 38:540–547.
- Dinana, A., D. Latipudin, D. Darwis dan A. Mushawwir. 2019. Profil enzim transaminase ayam ras petelur yang diberi kitosan iradiasi. *J. Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*. 1:6-15.
- Halliwell B, Gutteridge JMC. (1998). *Free radical in biology and medicine Third edition*. New York: Oxford University Press
- Ismawati, I., E. Asni, E. And M.Y. Hamidy. 2012. Pengaruh air perasan umbi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap malondialdehid (MDA) plasma mencit yang diinduksi hiperkolesterolemia. *Jurnal Natur Indonesia*. 14:150-154.
- Kamil, K.A., D. Latipudin, I. Hernaman, T. Dhalika, D. Rahmat, N.P. Indriani and

- A. Rochana. 2020. Effects of Protein and Energy Balance in Ration on Physiological and Hematological Status of Garut Sheep. *J. Biol. Sci.* 20:7–12.
- Mayes, P.A. 1999. Pengangkutan dan Penyimpanan Lipid. In (Murray RK, Ganner DK, Mayes PA, Rodwell VW). *Bokimia Harper* edisi 24. Lange EGC.
- Mushawwir, A., U. H. Tanuwiria, K.A. Kamil, L. Adriani and R. Wiradimadja. 2017. Effects of Volatile Oil of Garlic on Feed Utilization, Blood Biochemistry and Performance of Heat-stressed Japanese Quail. *Asian J. of Poultry Science.* 11:83-89.
- Mushawwir, A. dan D. Latipudin. 2011. Beberapa Parameter Biokimia Darah Ayam Ras Petelur Fase Grower dan Layer dalam Lingkungan Upper Zonathermoneutral. *Jurnal Peternakan Indonesia.* 13:191-198.
- Mushawwir, A. Y.K. Yong, L. Adriani, E. Hernawan, and K.A. Kamil. 2010. The Fluctuation Effect of Atmospheric ammonia (NH₃) Exposure and Microclimate on Hereford Bulls Hematochemical. *J. of the Indon Tropical Anim Agric.* 35:232-238.
- Mushawwir, A., A.A. Yulianti, dan N. Suwarno. 2020. Histologi liver burung puyuh dengan pemberian minyak atsiri bawang putih. *J. Ilmu dan Teknologi Peternakan.* 8:1-7.
- Mushawwir, A., A.A. Yulianti, N. Suwarno, dan R. Permana. 2020. Profil metabolit plasma darah dan aktivitas kreatin kinase sapi perah berdasarkan fluktuasi mikroklimat lingkungan kandangnya. *J. Veteriner.* 21:24-30.
- Mushawwir, A., N. Suwarno dan A.A. Yulianti. 2019. Profil malondialdehyde (MDA) dan kreatinin itik fase layer yang diberi minyak atsiri garlic dalam kondisi cekaman panas. *J. Ilmu dan Industri Peternakan.* 5:1-11.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, dan D. Latipudin. 2020. 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., J. Arifin, D. Darwis, T. Puspitasari, D.S. Pengerteni, N. Nuryanthi and R. Permana. 2020. Liver metabolic activities of Pasundan cattle induced by irradiated chitosan. *Biodiversitas.* 21:5571-5578.
- Ni, Y.D., J. Wu, H.Y. Tong, Y.B. Huang, L.Z. Lu, R. Gosmann and R.Q. Zhao. 2012. Effect of dietary isoflavon daidzein supplementation on egg laying rate was associated with the change of hepatic VTG-II mRNA expression and higher antioxidant activities during the post-peak egg laying period of broiler breeders. *Animal Feed Sci. and Tech.* 177 : 116-123.
- Repetto, M. J. Semprine and A. Boveris. 2012. Lipid Peroxidation : Chemical Mechanism, Biological Implications and Analytical Determination. 20:23-30.
- Sadiah, I. N., dan A. Mushawwir. 2015. Mortalitas embrio dan daya tetas itik lokal (Anas sp.) berdasarkan pola pengaturan temperatur mesin tetas. *Students e-Journal.* 4:32-39.
- Sahara, E. S. Sandi dan M.L. Sari. 2019. Dampak pemberian tepung bawah putih terhadap profil lipid liver dan plasma darah puyuh yang mengalami cekaman panas. *J. Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan.* 1:16-24.
- Silalahi, J. 2000. Fats, Oils and Fat substitutes in Human Nutrition. *Indonesian Food and Nutrition Process.* 7(2): 56-66.
- Siregar, R.H., D. Latipudin dan A. Mushawwir. 2020. Profil lipid darah ayam ras petelur yang di beri kitosan iradiasi. *J. Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan.* 2:1-8.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1994, *Principles and Procedures of Statistics*, Mc Graw-Hill Book Co. Inc. Pub. Ltd, London.

- Tanuwiria, U.H., D. Tasrifin, dan A. Mushawwir. 2020. 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.
- Tanuwiria, U.H. and A. Mushawwir. 2020. 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*. 21:4741-4746.
- Tsalissavrina, I., D. Wahono dan D. Handayani. 2006. Pengaruh pemberian diet tinggi karbohidrat dibandingkan diet tinggi lemak terhadap kadar trigliserida dan hdl darah pada *rattus novergicus* galur wistar. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*. 12:80-9.
- Utami, S., D. Rusmana, R. Wiradimadja, and A. Rochana. 2018. Modify the chemical composition of jack bean to be used as alternative feedstuff in poultry diets. *Int. J. Poult. Sci.*, 17:160-166.
- Wilson, J.D., D.W. Foster, H.M. Kronenberg and P.R.L. Larsen 1998. *Williams Text Book of Endocrinology*, Philadelphia:W.B. Saunders Company.