

## **Profil Non-Esterified Fatty Acids (NEFA) dan Triglicerida Ayam Sentul pada Sistem Pemeliharaan Berbeda**

*Profile of Non-Esterified Fatty Acids (Nefa) and Triglyceride in Sentul Chickens of Different Maintainance System*

**A. Mushawwir\*, N. Suwarno, R. Permana**

Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran  
Kampus Jatinangor Jl. Raya Bandung-Sumedang Km. 21, Sumedang,  
Jawa Barat, 45363

\*Korespondensi E-mail : [mushawwir.unpad@gmail.com](mailto:mushawwir.unpad@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Seratus lima puluh ekor ayam Sentul berumur 3-4 bulan telah digunakan dalam penelitian ini untuk mengkaji dampak pola pemeliharaan terhadap kadar NEFA dan TAG ayam Sentul. Pola pemeliharaan terdiri dari pola pemeliharaan tanpa dikandangkan dan tanpa konsentrat; pola pemeliharaan dikandangkan di malam hari dan diberi konsentrat; dan pola pemeliharaan full dikandangkan dan pakan konsentrat. Sampel darah dikoleksi sebanyak tiga kali dan dianalisis kagar NEFA dan TAG dengan menggunakan Teknik spektrofotometer, menggunakan kit randox dan biolabo. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemeliharaan ayam Sentul tanpa dikandangkan dan tanpa pakan konsentrat menyebabkan lipolisis yang tinggi dengan ditandai kadar NEFA dalam plasma yang lebih tinggi dan kadar TAG yang lebih rendah. Sebaliknya pembentukan lipid meningkat dengan system pemeliharaan intensif dan penguraian TAG yang rendah, ditandai dengan rendahnya kadar NEFA.

**Kata kunci:** Ayam Sentul, NEFA, TAG

### **ABSTRACT**

One hundred and fifty Sentul chickens aged 3-4 months were used in this study to study the impact of maintenance patterns on levels of NEFA and TAG of Sentul chickens. Maintenance patterns consist of maintenance patterns without barriers and without concentrates; maintenance patterns are lodged at night and concentrated; and the full maintenance pattern is caged and the concentrate feed. Blood samples were collected three times and analyzed by NEFA and TAG fences using spectrophotometer techniques, using randox and biolabo kits. Based on the results of the study it was concluded that the maintenance of Sentul chickens without caged and without concentrated feed causes high lipolysis with a higher level of NEFA in plasma and lower TAG levels. Conversely, lipid formation increases with intensive maintenance systems and low TAG breakdown, characterized by low NEFA levels.

**Keywords :** Sentul chicken; NEFA; TAG

## PENDAHULUAN

Sekarang ini, pengembangan dan pemurnian ayam lokal Indonesia terus ditingkatkan oleh berbagai lembaga pemerintahan. Salah satu plasma nutfah ayam yang sedang dan terus dimurnikan adalah ayam Sentul. Pemurnian ayam Sentul sedang dilakukan oleh pemerintah Jawa Barat dan Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.

Keturunan-keturunan hasil pemurniannya telah banyak beredar di peternakan rakyat di Jawa Barat. Evaluasi terhadap performans ayam ini dilakukan secara terus menerus guna mendapatkan dan mengumpulkan informasi ilmiah. Data ilmiah ini dapat digunakan untuk sebagai bahan analisis dalam rangka pengembangan dan budidayanya.

Salah aspek yang sangat berpengaruh adalah sistem pemeliharaannya. System pemeliharaan merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting dievaluasi untuk mendapatkan gambaran ilmiah terkait interaksi antara lingkungan dan faktor genetic ayam Sentul tersebut. Diketahui bahwa penyebaran ayam Sentul selama ini telah mendapat respon masyarakat yang berbeda-beda dalam hal pemeliharaan ayam tersebut. Sistem pemeliharaan yang diterapkan tampak beragam dari sangat ekstensif hingga sangat intensif.

Sistem pemeliharaan sangat mempengaruhi performans ayam Sentul, karena system pemeliharaan juga terkait dengan pakan yang konsumsinya. Kualitas pakan terutama kandungan kuantitas dan proporsi zat-zat nutrient yang dikandungnya secara langsung akan mendapatkan respon gen dalam tubuh ayam Sentul (Mushawwir dan Latipudin, 2013). Respon gen dapat menentukan laju katabolisme (Latipudin dan Mushawwir, 2011) dan anabolisme (Mistiani dkk., 2020) dalam sel-sel ayam tersebut. Kemampuan genetic yang dimanifestasikan dengan respon gen tersebut sekaligus mampu menentukan performa ayam Sentul, meskipun pakan rendah kualitas tapi dapat direspon dengan baik sehingga memungkinkan performa tetap optimal.

Terkait dengan pola pemeliharaan ini dengan respon gen ayam Sentul terhadap metabolisme, maka beberapa parameter penting yang dapat menjadi ukuran laju katabolisme dan anabolisme yaitu *non-esterified fatty acid* (NEFA) dan kadar trigliserida. Kedua parameter ini mampu menggambarkan hubungan kualitas pakan, misalnya konsentrat (Tanuwiria dkk., 2011; 2007a,b; Ramadhina dkk., 2019) dan serat kasar (Pangestu dkk., 2003; Tanuwirian dkk., 2007; Mushawwir, 2015; Mushawwir dan Latipudin, 2011) kondisi pemeliharaan terhadap jalur katalisasi dan sintesis molekul dalam sel-sel (Adriani dan Mushawwir, 2008; Dinana dkk., 2019;). Fenomena ini pada akhirnya dapat menjadi tolak

ukur dalam menentukan laju pertumbuhan dan performans ayam Sentul (Azizah dkk., 2020; Nurazizah dkk, 2020; Sahara dkk., 2020) serta respon genetiknya, terkait dengan kondisi pemeliharaan (Abdullah dkk., 2020).

Penelitian dilakukan guna mengkaji respon genetik terkait dengan non-esterified fatty acid (NEFA) dan kadat trigleserida pada ayam Sentul dengan fenomena keragaman system pemeliharaan oleh masyarakat di beberapa lokasi di Jawa Barat.

## METODE

### **Ternak Sampel dan Lokasi Percobaan**

Seratus lima puluh ekor ayam Sentul berumur 3 -4 bulan, dengan rata-rata bobot badan  $1173 \pm 17,52$  g, telah digunakan dalam penelitian ini. Sampel-sampel ayam tersebut merupakan ternak milik masyarakat yang bergabung dalam kelompok tani ternak, yang mendapatkan bantuan ayam Sentul dari Pemda Jawa Barat.

Penelitian telah dilakukan di tiga lokasi penyebaran ayam Sentul di Kabupaten Sukabumi dan Kota Sukabumi, dengan kondisi pemeliharaan (sebagai perlakuan) sebagai berikut :

Lokasi I : Ayam Sentul disebar (tanpa kandang) bebas di pekarangan dengan pakan lapangan seadanya

Lokasi II : Ayam Sentul disebar dan dikandangkan di malam hari, ditambah pakan konsentrat setengah dari kebutuhannya

Lokasi III : Ayam Sentul dikandangkan sepanjang hari dengan pakan konsentrat sesuai kebutuhannya

### **Pengambilan sampel**

Pengamatan telah dilakukan terhadap ayam percobaan ditiga lokasi yang berbeda selama dua bulan. Pengambilan sampel darah dilakukan pada akhir minggu pertama, keempat dan minggu ke delapan pengamatan. Koleksi darah dilakukan dengan menggunakan 150 syringe (spuit) dan tabung EDTA dengan ukuran 5 mL. Satu unit syringe hanya digunakan sekali kepada satu ekor ayam sampel untuk mencegah kontaminasi metabolit antarsample ayam. Darah ditampung dari vena pectoralis externa yang terdapat pada bagian sayap.

Darah diisap dengan pelan-pelan menggunakan syringe lalu dimasukkan ke dalam tabung ber-EDTA, kemudian tabung dibolak balik dengan pelan agar zat antikoagulan dengan darah bercampur merata untuk mencegah koagulasi atau pembekuan darah. Tiap-tiap tabung telah diberi label sesuai dengan kode perlakuan dan urutan sampel. Selama pengambilan sampel di lapangan, tabung yang telah berisi sampel darah, disimpan di dalam box sampel yang berisi es gel, dengan temperatur box 4-5°C.

Sampel darah yang telah dikoleksi, selanjutnya disentrifuge dengan kecepatan 1500 rpm selama 5 menit. Plasma darah yang diperoleh dipindahkan ke dalam *samples tube* berukuran 2 mL. Plasma darah kemudian disimpan di dalam freezer bertemperatur -21°C sebelum dilakukan analisis.

### **Analisis Sampel Darah**

Plasma darah telah dianalisis dengan teknik spektrofotometer untuk mengetahui kadar NEFA dan trigliserida. Kadar NEFA telah dikuantifikasi berdasarkan metode dan protokol berdasarkan pada petunjuk kit randox. Secara umum metode ini menggunakan prinsip reaksi enzimatik, dengan system katalis bertingkat. Kadar trigliserida telah dianalisis menggunakan petunjuk dan protokol berdasarkan kit biolabo.

Kadar NEFA dan trigliserida ditetapkan berdasarkan serapan (absorbans) dengan panjang gelombang masing-masing serta dengan menggunakan formula yang tertera dalam protokol masing-masing.

### **Analisis Data**

Analisis statistika terhadap data yang diperoleh dalam penelitian ini, dilakukan dengan menggunakan Uji Perbandingan Kruskal Wallis. Analisis dan interpretasi data telah dilakukan menggunakan software SPSS IBM 21. Analisis dilakukan dengan derajat kesalahan atau ketidakterimaan respon sampel sebesar 5%.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Non-esterified fatty acid (NEFA) dalam plasma terutama sebagai substrat energi penting bagi sejumlah organ atau jaringan. NEFA juga merupakan prekursor untuk pembentukan triacylglycerol/trigelserida (TAG) di jaringan adiposa, hati dan otot melalui esterifikasi. Selain itu, muncul bahwa NEFA mungkin terlibat dalam pengaturan sejumlah proses metabolisme dalam tubuh; misalnya, NEFA telah terbukti mengendalikan ekspresi

gen yang mengkodekan protein 3 yang tidak berpasangan pada otot rangka (Khalfallah et al. 2000) dan otot karnitin palmitoil-transferase 1 pada miosit jantung (Brandt et al. 1998). Berbagai faktor ikut berperan dalam kehadiran NEFA dan TAG dalam plasma antara lain pakan (Adawiah dkk., 2007), zat bioaktif dalam ransum (Mushawwir dkk., 2017; Mushawwir dkk., 2018; Mushawwir dkk., 2019, Nurazizah dkk., 2020), hormonal (Mushawwir dkk., 2010; Mushawwir dkk., 2011) dan stress panas dan lingkungan (Mushawwir dan Latipudin, 2012; Saidah dan Mushawwir, 2015; Sahara dkk., 2019).

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa pola pemeliharaan memberikan kontribusi terhadap kadar NEFA dan TAG secara signifikan ( $P < 0,05$ ) meningkat dengan pola pemeliharaan yang semakin intensif. Hasil ini menunjukkan bahwa keterlibatan sinyal hormonal dalam metabolisme sangat berperan dalam lipolysis dan lipogenesis terkait dengan ketersediaan pakan dan stress lingkungan.

Tabel 1. Profil NEFA dan Kadar Trigliserida (TAG) Ayam Sentul dengan Sistem Pemeliharaan Berbeda

Minggu	Respon	Sistem Pemeliharaan		
		A	B	C
I	NEFA (mM)	2,37±0,05 <sup>a</sup>	1,94±0,14 <sup>ab</sup>	0,14±0,01 <sup>b</sup>
	TAG (mg/dL)	6,01±0,55 <sup>a</sup>	7,04±1,157 <sup>a</sup>	7,89±0,25 <sup>a</sup>
IV	NEFA (mM)	2,52±0,13 <sup>a</sup>	1,37±0,03 <sup>ab</sup>	0,52±0,02 <sup>b</sup>
	TAG (mg/dL)	6,73±0,54 <sup>a</sup>	8,25±0,83 <sup>b</sup>	8,87±1,06 <sup>b</sup>
VIII	NEFA (mM)	2,86±0,04 <sup>a</sup>	1,36±0,03 <sup>ab</sup>	0,46±0,04 <sup>b</sup>
	TAG (mg/dL)	6,39±0,19 <sup>a</sup>	7,37±1,06 <sup>a</sup>	8,73±0,16 <sup>b</sup>

Keterangan : - NEFA=Non-Esterified Fatty Acid; TAG=Trigliserida

- Nilai rata-rata pada baris yang sama, yang diikuti abjad kecil yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ )
- A = Tanpa dikandangkan + pakan lapangan
- B = Dikandangkan pada malam hari + Konsentrat
- C = Dikandangkan sepanjang hari + konsentrat

Jika NEFA terdapat dalam plasma secara berlebihan, NEFA terlibat langsung dalam patogenesis gangguan metabolisme yang menyebabkan resistensi insulin dan sindrom

metabolik, dan mereka juga dapat memberikan efek buruk pada fungsi kronotropik jantung (Sengenes dkk., 2000). Hasil penelitian Stallknecht dkk. (2001) menunjukkan ketersediaan NEFA untuk semua proses ini diatur terutama oleh pelepasan mereka dari TAGstore utama dalam tubuh, jaringan adiposa. NEFA dibebaskan dari TAG intraseluler dengan proses lipolisis dan dikeluarkan dari sel-sel adiposa ke dalam ruang interstisial dan, pada akhirnya, ke dalam sirkulasi. Proporsi NEFA yang dilarutkan dari TAG selama lipolisis dapat diesterifikasi ulang dan dengan demikian membentuk TAG dalam adiposit. Konsekuensinya, kemudian pelepasan NEFA dari jaringan adiposa adalah hasil dari kontribusi lipolisis dan re-esterifikasi NEFA, karena pelipolisis, dalam sebagian besar situasi fisiologis, mendominasi kontrol pelepasan NEFA.

Terkait dengan system pemeliharaan tampak bahwa kadar NEFA sejak awal penelitian hingga akhir penelitian pada system pemeliharaan yang "ekstensif", dimana ayam dilepas sepanjang hari tanpa ada pakan konsentra tambahan, memiliki kadar lebih tinggi ( $P < 0,05$ ) yaitu 2,37mM pada minggu I dan 2,86 pada akhir penelitian, dibanding dengan pemeliharaan sangat intensif yaitu 0,14 - 0,46 mM, atau sebaliknya dengan kadar TAG (Tabel 1). Kadar NEFA yang tinggi menunjukkan upaya fisiobiokimia ayam Sentul dalam mempertahankan ketersediaan energi. Beberapa penelitian terdahulu telah ditunjukkan bahwa beberapa fungsi metabolik NEFA, bahwa regulasi lipolisis yang baik penting untuk pemeliharaan homeostasis energi tubuh (Shinder dkk., 2007; Slimen dkk., 2016 dan juga untuk pencegahan gangguan metabolisme sistemik (Rhoads dkk., 2019), terutama meningkat dalam keadaan stress (Puvadolpirod dan Tahxton, 2000; Siregar dkk., 2020). Dalam proses lipolisis, TAG dalam adiposit dihidrolisis menjadi tiga molekul NEFA dan satu molekul gliserol. Karena NEFA yang dibebaskan dapat digunakan dalam proses re-esterifikasi sedangkan gliserol nampaknya tidak digunakan (karena gliserol kinase, enzim yang mengendalikan esterifikasi NEFA dan gliserol menjadi TAG, merupakan kadar dalam adiposit), ini adalah laju gliserol yang dikeluarkan yang telah diambil sebagai indeks tingkat lipolisis.

Namun, validitas indeks ini telah diragukan oleh beberapa penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa ada pemanfaatan gliserol dalam jaringan adiposa (Kurpadet dkk., 1994; Samraet dkk., 1999; Blaak, 2003 ), tetapi tingkat penggunaannya tidak melebihi sekitar 10-20% dari gliserol yang dilepaskan. Enzim pembatas laju reaksi adalah lipase sensitif hormon atau *hormone sensitive lipase* (HSL). Aktivasi HSL, seperti yang disarankan dengan

nama enzim, dikaitkan dengan spektrum luas sinyal hormon (Langinet al. 1996; Lafontanet al. 1997). Hormon utama yang terlibat dalam regulasi aktivitas HSL adalah katekolamin dan insulin. Katekolamin merangsang lipolisis melalui aktivasi adrenoreseptor  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  dan menghambat lipo-lisis melalui aktivasi adrenoreseptor  $\alpha_2$ . Aktivasi HS dimediasi oleh kaskade yang diawali dengan penggabungan protein  $G_s$  atau  $G_i$  dan pembentukan cAMP selanjutnya melalui sistem adenylilase dan selanjutnya aktivasi protein kinase A dan fosforilasi HSL.

Peran hormone telah ditunjukkan oleh beberapa peneliti, antara lain bahwa insulin adalah penghambat lipolisis yang kuat dan bertindak secara khusus melalui pengaruhnya terhadap fosfodiesterase dan penindasan setelah pembentukan cAMP (Mujahid dkk., 2007). Saat ini, telah ditunjukkan dalam vivo and in vitro that atrial natriuretic peptide memiliki efek stimulasi yang kuat pada lipolisis dalam jaringan adiposa (Sengenest dkk., 2000; Khalfallah dkk., 2000). berbeda dengan efek katekolamin dan insulin, efek ini dimediasi oleh jalur yang bergantung pada cGMP, juga diduga melalui protein kinase G, hingga fosforilasi HSL. Lipolisis pada manusia juga distimulasi oleh hormon pertumbuhan, walaupun aksi lipolitiknya tertunda dan tidak dipahami dengan baik, dan dimodulasi oleh sejumlah sinyal yang memiliki karakteristik autokrin atau parakrin, seperti proses re-esterifikasi sedangkan gliserol tampaknya tidak digunakan (karena gliserol kinase, enzim yang mengendalikan esterifikasi NEFA dan gliserol ke dalam TAG, tidak ada dalam adiposit), itu adalah tingkat rilis gliserol yang telah diambil sebagai indeks tingkat lipolisis. Namun, validitas indeks ini telah diragukan oleh beberapa penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa ada penggunaan gliserol dalam jaringan adiposa (Blaak, 2003), tetapi tingkat penggunaannya tidak melebihi sekitar 10-20% dari gliserol yang dilepaskan (Khalfallah dkk., 2000; Ippito dkk., 2014) .

Enzim pembatas laju reaksi adalah lipase sensitif hormon (HSL). Aktivasi HSL dikaitkan dengan spektrum luas sinyal hormon (Sengenes dkk., 2000). Hormon utama yang terlibat dalam regulasi aktivitas HSL adalah katekolamin dan insulin. Terkait dengan hasil penelitian, bahwa peningkatan NEFA boleh jadi sebagai mekanisme menurunnya kadar insulin dalam pemeliharaan tanpa kendang dan pakan konsentrat (Tabel 1). Ini sebabnya peran yang rendah terhadap katekolamin dan insulin dalam merangsang lipolisis melalui aktivasi adrenoreseptor  $\beta_1$  dan  $\beta_2$  dan menghambat lipo-lisis melalui aktivasi adrenoreseptor  $\alpha_2$ . Aktivasi HS dimediasi oleh kaskade yang diawali dengan penggabungan

protein Gs atau Gi dan pembentukan cAMP selanjutnya melalui sistem adenylilase dan selanjutnya aktivasi protein kinase A dan fosforilasi HSL. Insulin adalah penghambat lipolisis yang kuat dan bertindak secara khusus melalui pengaruhnya terhadap fosfodiesterase dan penindasan setelah pembentukan cAMP (Aziz dkk., 2012).

Hasil penelitian terdahulu, telah ditunjukkan bahwa *vivo* and *in vitro* atrial natriuretic peptide memiliki efek stimulan yang kuat pada lipolisis dalam jaringan adiposa (Sengenest al. 2000). Berbeda dengan efek katekolamin dan insulin, efek ini dimediasi oleh jalur yang bergantung pada cGMP, juga mungkin, melalui protein kinase G, hingga fosforilasi HSL. Lipolisis pada manusia juga dirangsang oleh hormon pertumbuhan, walaupun aksi lipolitiknya tertunda dan tidak dipahami dengan baik, dan dimodulasi oleh sejumlah sinyal yang memiliki karakteristik autokrin atau paracrine, seperti denosine, prostaglandin, dan lain-lain. Hasil penelitian juga menunjukkan aksi stimulasi lipolisis dari sejumlah sitokin yang disekresikan dalam jaringan adiposa telah dideskripsikan, termasuk yang dari leptin (Stallknecht dkk., 2001), TNF- $\alpha$  and IL-6 (Aziz dkk., 2012; Khalfallah, 2002).

Relevansi fisiologis dari reaksi lipolitik dari zat-zat ini berdasarkan hasil penelitian masih harus dikaji dan diteliti, terutama terkait dengan signal hormone sebagai stimulator dan inhibitor. Khalfallah dkk., (2000) mengemukakan bahwa laju lipolisis dapat diatur pada dua tingkatan: (1) variasi dalam sinyal pengatur, yaitu hormon pengatur; (2) variasi dalam respons terhadap aksi hormon. Kepadatan dan karakteristik reseptor sangat bervariasi tergantung pada lokasi jaringan adiposa; misalnya, ketika membandingkan subkutan abdomen dengan jaringan gluteal subkutan atau abdominal intra-peritoneal. Akibatnya, tingkat lipolitik berbeda secara substansial di berbagai daerah jaringan adiposa dan dengan demikian, berbagai titik adiposa dapat berkontribusi terhadap ketersediaan NEFA pada tingkat yang sangat berbeda (Mushawwir dkk., 2019).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemeliharaan ayam Sentul tanpa dikandangkan dan tanpa pakan konsentrat menyebabkan lipolisis yang tinggi dengan ditandai kadar NEFA dalam plasma yang lebih tinggi dan kadar TAG yang lebih rendah. Sebaliknya pembentukan lipid meningkat dengan system pemeliharaan intensif dan penguraian TAG yang rendah, ditandai dengan rendahnya kadar NEFA.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M.Y., A. Muhammad, I.Y. Asmara, T., dan Widjastuti, H. Setiyatwan. 2020. Studi potensi ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang di suplementasi mineral tembaga dan seng terhadap pemanfaatan ransum ayam sentul. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2,51-59.
- Adawiah, A., Sutardi, T., Toharmat, T., Manalu, W., Ramli, N., dan Tanuwiria, U.H. 2007. Respons terhadap suplementasi sabun mineral dan mineral organik serta kacang kedelai sangrai pada indikator fermentabilitas ransum dalam rumen domba. *Media Peternakan*, 30, 62-69.
- 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.
- Azis, A., Abbas, H., Heryandi, Y., and Kusnadi, E. 2012. Thyroid hormone and blood metabolites concentrations of broiler chickens subjected to feeding time restriction. *Media Peternakan*, 35, 32-37
- Azizah, T.R.N., Singgih, D.P., Setiyatwan, H., Widjastuti, T., dan Asmara, I.Y. 2020. Peningkatan pemanfaatan ransum pada ayam sentul yang diberi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan suplementasi tembaga dan seng. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2, 25-34.
- Blaak, E. 2003. Lipolysis in adipose tissue and skeletal muscle: what can be learned from stable isotope? In *Progress in Obesity Research*, vol. 9, pp. 176-179 [G Medeiro-Neto, A Halpern and C Bouchard, editors]. Esher, Surrey: John Libbey Eurotext Ltd.
- Dinana, A., Latipudin, D., Darwis, D., dan Mushawwir, A. 2019. Profil enzim transaminase ayam ras petelur yang diberi kitosan iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan* 1, 6-15.
- Ippolito, D.L, J.A. Lewis, J.A., Yu, C., Leon, L.R., and Stallings, J.D. 2014. Alteration in circulating metabolites during and after heat stress in the conscious rat: potential biomarkers of exposure and organspecific injury. *BMC Physiol*, 14, 14.
- Khalfallah, Y., Fages, S., Laville, M., Langin, D., and Vidal, H.. 2000. Regulation of uncoupling protein-2 and uncoupling protein-3 mRNA expression during lipid infusion in human skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue. *Diabetes*, 49, 25-31.
- Latipudin, D. dan Mushawwir, A. 2011. Regulasi panas tubuh ayam ras petelur fase grower dan layer. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 6, 77-82.
- Mistiani, S., K.A. Kamil, D. Rusmana. 2020. Pengaruh tingkat pemberian ekstrak daun burahol (*Stelechocarpus burahol*) dalam ransum terhadap bobot organ dalam ayam broiler. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2,42-50.
- Mujahid, A., Akiba Y., & Toyomizu, M. 2007. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by down regulation of avian uncoupling protein. *Poultry Sci*, 86, 364-371.
- Mushawwir A. dan Latipuddin, D., 2013. *Biologi Sintesis Telur, perspektif Fisiologi, Biokimia dan Molekuler Produksi Telur*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Mushawwir, A, Tanuwiria, U. H. , Kamil, K.A., Adriani, L., and Wiradimadja, R. 2017. Effects of volatile oil of garlic on feed utilization, blood biochemistry and performance of heat-stressed japanese quail. *Asian J. of Poult. Sci*, 11, 83-89.

- Mushawwir, A, U.H. Tanuwiria, U.H., Kamil, K., Adriani, L., Wiradimadja, R., and Suwarno, N. 2018. Evaluation of haematological responses and blood biochemical parameters of heat-stressed broilers with dietary supplementation of javanese ginger powder (*Curcuma xanthorrhiza*) and garlic extract (*Allium sativum*). *International J of Poultry Sci*, 17, 452-458.
- Mushawwir, A. 2015. *Biokimi Nutrisi*. Widya Padjadjaran, Bandung.
- Mushawwir, A. dan Latipudin, D. 2011. Beberapa parameter biokimia darah ayam ras petelur fase grower dan layer dalam lingkungan "Upper Zonathermoneutral. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 13, 191-198.
- Mushawwir, A. dan Latipudin, D. 2012. Respon fisiologi thermoregulasi ayam ras petelur fase grower dan layer. *Proceeding of National Seminar on Zootechniques*, 1, 23-27.
- Mushawwir, A. YK Yong, L Adriani, E Hernawan, KA Kamil. 2010. The Fluctuation Effect of Atmospheric Ammonia (NH<sub>3</sub>) Exposure and Microclimate on Hereford Bulls Hematochemical. *J. of the Indon Tropical Anim Agri*. 35:232-238.
- Mushawwir, A., Adriani, L., and Kamil, K.A. 2011. Prediction Models for Olfactory Metabolic and Sows% Rnareticulocyt (Rnart) by Measurement of Atmospheric Ammonia Exposure and Microclimate Level. *J. of the Indon Tropical Anim Agric*, 36,14-20.
- Mushawwir, A., Suwarno, N., dan Yulianti, A.A. 2019. Profil malondialdehyde (MDA) dan kreatinin itik fase layer yang diberi minyak atsiri garlic dalam kondisi cekamanm panas. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*, 5, 1-11.
- Mushawwir, A., N. Suwarno, A.A. Yulianti, R. Permana. 2019. dampak pemberian minyak atsiri bawang putih terhadap histologi illeum itik cihateup fase pertumbuhan yang dipelihara secara ekstensif. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, 8, 35-44.
- Nurazizah, N. A.I. Nabila, L. Adriani, T. Widjastuti, D. Latipudin. 2020. Kadar kolesterol, urea, kreatinin darah dan kolesterol telur ayam sentul dengan penambahan ekstrak buah mengkudu yang disuplementasi Cu dan Zn. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2, 9-18.
- Pangestu, E., Toharmat, T., dan Tanuwiria, U.H. 2003. Nilai nutrisi ransum berbasis limbah industri pertanian pada sapi perah laktasi. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*, 28: 166-171.
- Puvadolpirod, S., and Thaxton, J.P. 2000. Model of Physiological Stress in Chickens 1. Response Parameters. *Poult. Sci*, 79 (32), 363-369.
- Ramadhina, I.A., Adriani, L., dan Sujana, E. 2019. Pengaruh pemberian ekstrak daun kepel (*Stelechocarpus burahol*) terhadap kadar kolesterol darah dan telur puyuh (*Coturnix-coturnix japonica*). *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 1, 34-40.
- Rhoads, R.P., Baumgard, L.H., and Suagee, J.K. 2013. Metabolic priorities during heat stress with an emphasis on skeletal muscle. *J. Anim. Sci*. 2013.91:2492-2503.
- Sahara, E. S. Sandi, Sari, M.I. 2019. Dampak pemberian tepung bawah putih terhadap profil lipid liver dan plasma darah puyuh yang mengalami cekaman panas. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 1, 16-24.
- Sahara, E., Sandi, S., Yosi, F., dan Alexa, R. 2020. Pengaruh pemberian kitosan dalam ransum terhadap performa ayam arab silver. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2, 35-41.
- Saidah, I.N. dan Mushawwir, A. 2015. Mortalitas embrio dan daya tetas itik lokal (*Anas sp.*) berdasarkan pola pengaturan temperatur mesin tetas. *Jurnal E-Student*, 4, 5-11.
- Sengenés, C., Berlan, M., De Glizezinsky, I., Lafontan, M., and Galitzky, J. 2000. Natriuretic peptides: a new lipolytic pathway in human adipocytes. *FASEB Journal*, 14, 1345-1351.

- Shinder, D., Rusal, M., Tanny, J., Druyan, S., and Yahav, S. 2007. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. *Poult. Sci.* 86, 2200–2209.
- Siregar, R.H., Latipudin, D., dan Mushawwir, A.. 2020. Profil lipid darah ayam ras petelur yang di beri kitosan iradiasi. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2:1-8.
- Slimen, B, Najar, T., Ghram, A., and Abdranna, M. 2016. Heat stress effects on livestock: molecular, cellular and metabolic aspects, a review. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 100, 401-12.
- Stallknecht, B., Lorentsen, J., Enevoldsen, L.H., Bu <sup>low</sup>, J., Biering Sorensen, B., Galbo, H., and Kjør, M. 2001. Role of the sympathoadrenergic system in adipose tissue metabolism during exercise in humans. *Journal of Physiology (London)*, 536, 283–294.
- Tanuwiria, U.H. 2007a. Proteksi protein tepung ikan oleh berbagai sumber tannin dan pengaruhnya terhadap fermentabilitas dan kecernaannya (in vitro). *J. Agroland*, 14:56-60.
- Tanuwiria, U.H., 2007b. Efek suplementasi kompleks mineral-minyak dan mineral-organik dalam ransum terhadap pencernaan ransum, populasi mikroba rumen dan performa produksi domba jantan. *Prosiding Seminar Nasional dan Kongres Asosiasi Ahli Nutrisi. AINI.* 1:23-27.
- Tanuwiria, U.H., Santosa, U., Yulianti, A.A., and Suryadi, U. 2011. The Effect of organic-Cr dietary supplementation on stress response in transport-stressed beef cattle. *J. Indon. Trop. Anim. Agric*, 36:97-103
- Tanuwiria, U.T., Mushawwir, A., dan Yulianti, A.A. 2007. Potensi pakan serat dan daya dukungnya terhadap populasi ternak ruminansia di wilayah kabupaten Garut. *Jurnal Ilmu Ternak.* 7, 11-16.