

Kadar Glukosa dan Trigliserida pada Ayam Petelur Fase Produksi Akhir yang Diberi Ransum Mengandung Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera*)

The Glucose and Triglyceride Levels of Laying Hens in the Late Laying Period Offered Ration Contain Moringa oleifera Leaf Extract

Agnia Muthmainnah Ramadhani¹, Diding Latipudin², Rahmad Fani Ramadhan²

¹Program Sarjana Ilmu Peternakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

²Departemen Nutrisi Ternak dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

Abstrak

Ayam petelur fase produksi akhir atau afkir berarti terjadi level kritis dalam proliferasi sel ataupun sifat fungsional dari mitokondria yang menyebabkan apoptosis dan ketidakseimbangan antioksidan. Apoptosis pankreas memicu resistensi insulin sehingga dapat memengaruhi kadar glukosa dan trigliserida dalam tubuh ayam. Peningkatan antioksidan eksogen dapat dilakukan melalui suplementasi tanaman herbal daun kelor ke dalam ransum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pemberian ekstrak daun kelor beserta jumlah persentase penambahan ekstrak daun kelor dalam ransum yang optimal untuk dapat menstabilkan kadar glukosa dan menurunkan kadar trigliserida pada ayam petelur fase produksi akhir dalam batas normal. Penelitian ini menggunakan metode analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Ayam petelur yang digunakan adalah jenis Hy-Line Brown berusia 102 minggu sebanyak 20 ekor. Perlakuan penelitian terdiri atas P0: ransum basal + 0% ekstrak daun kelor, P1: ransum basal + 0,08% ekstrak daun kelor, P2: ransum basal + 0,12% ekstrak daun kelor, dan P3: ransum basal + 0,16% ekstrak daun kelor. Hasil analisis statistik menampilkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor tidak memengaruhi kadar glukosa ayam ($P>0,05$), tetapi memengaruhi kadar trigliserida ayam petelur fase produksi akhir ($P<0,05$). Pemberian ekstrak daun kelor yang optimal dalam ransum terjadi pada P3 yaitu 0,16% karena dapat menstabilkan kadar glukosa hingga 224,26 mg/dL dan menurunkan kadar trigliserida hingga 112,96 mg/dL yang keduanya sesuai dengan ambang batas kadar pada ayam petelur (234-252 mg/dL glukosa darah dan kurang dari 150 mg/dL trigliserida darah).

Kata Kunci: Ayam Petelur, Apoptosis, Glukosa, Trigliserida, Ekstrak Kelor

Abstract

The late laying period of hens has critical levels in cell proliferation and mitochondria's primary function which causes apoptosis and antioxidant imbalance. Pancreatic apoptosis triggers insulin resistance which can affect glucose and triglyceride levels in the hen's body. Increasing the exogenous antioxidants can be achieved through supplementation of the *Moringa oleifera* leaves herbal plant into the feed. This research aims to determine the effect of giving *Moringa* leaf extract (MLE) and the optimal dosage percentage of *Moringa* leaf extract added to the feed to stabilize glucose levels and reduce triglyceride levels in the late laying period of hens within normal limits. This research used the Completely Randomized Design (CRD) analysis method with 4 treatments and 5 replications. The laying hens were 20 Hy-Line Brown strains at 102 weeks of age. The research treatments consisted of P0: basal ration + 0% MLE, P1: basal ration + 0,08% MLE, P2: basal ration + 0,12% MLE, and P3: basal ration + 0,16 % MLE. The results of statistical analysis showed that *Moringa* leaf extract did not affect the glucose levels of hens ($P>0.05$) but did affect the triglyceride levels of laying hens in the late laying period ($P<0.05$). The optimal dosage of *Moringa* leaf extract in feeds is 0,16% which occurs in P3 because it can stabilize glucose levels of 224,26 mg/dL and reduce triglyceride levels of 112,96 mg/dL, both of them are following the threshold levels in laying hens (234-252 mg/dL blood glucose and less than 150 mg/dL blood triglycerides).

Keywords: Laying Hens, Apoptosis, Glucose, Triglyceride, *Moringa oleifera* Extract

PENDAHULUAN

Efisiensi produksi telur dapat diperoleh melalui ayam petelur sebagai komoditas ternak yang berfokus untuk menghasilkan telur. Ayam ras petelur merupakan ayam betina dewasa yang telah melalui proses persilangan dan seleksi antar berbagai strain ayam agar diperoleh jenis ras unggul dalam produktivitas telur (Rembet dkk., 2013). Ayam petelur mengalami tiga fase pemeliharaan yang meliputi fase starter, grower, dan mulai memproduksi telur

pada fase layer. Akan tetapi, ayam petelur berpeluang besar dalam terjadinya penurunan produksi telur yang sejalan dengan pertambahan umur ayam dan lazimnya diistilahkan dengan ayam petelur afkir. Ayam yang telah berusia 80 minggu terjadi penurunan produksi telur atau ayam tidak mampu memproduksi telur diatas 70% (Ramadhan dkk., 2018). Produktivitas ayam petelur semakin menurun setelah ayam berusia lebih dari 90 minggu akibat penurunan fisiologis tubuh (Jiwandini dkk., 2020). Lemahnya produktivitas telur pada ayam

Artikel diterima pada 1 10 Oktober 2023

Artikel direvisi pada 10 November 2023

Artikel disetujui untuk publikasi pada 21 Desember 2023

Dipublikasikan oleh Program Studi Peternakan, PSDKU Pangandaran,
Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran

*Penulis Korespondensi: agnia19001@mail.unpad.ac.id

ISSN 2774-5805

Doi: <https://doi.org/10.24198/jsdh.v5i1.51394>

petelur afkir dapat menyebabkan ketidaklayakan dan kerugian pemeliharaan ayam karena hanya sedikit telur yang bisa dipanen dan dikomersialkan sehingga mengurangi nilai ekonomis. Oleh sebab itu, diperlukan upaya penanganan dalam pemeliharaan ayam petelur afkir agar ayam tersebut tetap mampu memproduksi telur yang berkualitas.

Ayam petelur yang telah mencapai fase produksi akhir dalam bertelur ikut menandakan terjadinya penurunan fisiologis tubuh, penurunan faktor pertumbuhan, ataupun terjadi penuaan tubuh. Pertumbuhan, perkembangan, beserta pemeliharaan hidup dari ayam petelur dirangsang melalui ekspresi telomerase yang berkaitan dengan daya proliferasi sel. Proliferasi atau replikasi pada telomer terjadi secara berkelanjutan pada sel-sel normal sampai mencapai titik kritis pengulangan kode genetik DNA sehingga menyebabkan telomer selesai melakukan proliferasi normal dan terjadi pemendekan telomer (Purwaningsih, 2014). Rangsangan pertumbuhan sel dilakukan pula oleh mitokondria sebagai pabrik energi sel melalui serangkaian kerja reduksi dan oksidasi seluler. Metabolisme seluler yang dilakukan oleh mitokondria mampu menggunakan oksigen sebanyak 95-98% (Simanjuntak, 2012). Namun, oksigen tersebut menyisakan ketidaksempurnaan berupa putusnya reduksi dalam jalur metabolisme sebanyak 0,4-4% sehingga berdampak pada munculnya radikal bebas (Ardiaria, 2019). Fungsi kerja intrasel mempunyai level kritis seiring dengan penambahan usia. Oleh sebab itu, penuaan tubuh ayam dapat diindikasikan sebagai adanya penurunan fungsi sel sampai dengan kematian sel secara terprogram yang dinamakan dengan apoptosis, baik secara fisiologis ataupun patologis.

Pankreas berpusat dalam mengontrol metabolisme energi tubuh ayam. Sel islet pankreas atau pulau langerhans melaksanakan fungsi endokrin tubuh, tetapi rentan mengalami peningkatan radikal bebas akibat rendahnya kadar antioksidan endogen pada bagian tersebut (Siswanto dkk., 2015). Ketidakseimbangan antioksidan endogen dapat memicu apoptosis dan resistensi insulin dari sel β pankreas. Hormon insulin berperan dalam pengendalian penuaan sel tubuh, maka makhluk hidup dapat mengalami penuaan tubuh bila terjadi resistensi insulin (Tyagita dkk., 2021). Elemen yang berpengaruh dalam regulasi kerja sel β pankreas khususnya pulau langerhans adalah glukosa. Produksi insulin dari sel β diperlukan untuk menjadi reseptor glukosa beserta mempertahankan kadarnya karena glukosa bersifat dinamis dalam tubuh. Rangsangan sekresi insulin didominasi oleh peningkatan kadar glukosa darah dan secara tidak langsung dilakukan oleh hormon inkretin (glucagon-like peptide-1 atau GLP-1), asam amino, serta asam lemak bebas (Banjarnahor dan Wangko, 2012). Selain itu, insulin pun secara tidak langsung ikut terlibat dalam lingkaran pembentukan trigliserida. Kondisi resistensi ataupun defisiensi insulin secara relatif akan hadir ketika terjadi kadar trigliserida yang meningkat akibat kadar glukosa yang meningkat dalam durasi lama

(Mamay dkk., 2023). Fisiologis sel β dapat menginduksi apoptosis pada sel β sehingga memengaruhi insulin secara situasional. Siklus pertumbuhan sel β sama dengan siklus sel pada umumnya yaitu fase G1, S, G2, dan M sehingga setiap ada perubahan dalam siklusnya dapat menentukan tingkat proliferasi atau justru mengarah pada apoptosis sel β (Ningsih, 2015). Dengan demikian, apoptosis pada pankreas menyangkut kondisi glukosa dan trigliserida di dalam tubuh.

Stabilitas performa ayam petelur dapat didukung dari pemberian pakan. Kandungan nutrisi yang beragam, lengkap, serta memenuhi ambang batas kadar pemberian pakan kepada ternak dapat memengaruhi performa tubuh dalam bertahan hidup ataupun bertelur pada ayam petelur. Ayam petelur umumnya diberikan pakan aditif fitogenik yang diperoleh melalui ekstrak tanaman herbal untuk meningkatkan performa dan kesehatan tubuh (Darmawan dkk., 2022).

Tanaman herbal dapat disebut sebagai pakan alternatif karena selain berfungsi sebagai imbuhan pakan, ia pun bersifat bebas residu sehingga aman dikonsumsi oleh ternak dan meminimalisir kerugian yang diterima oleh peternak ataupun konsumen produk ternak. Salah satu jenis tanaman herbal yang bisa dikonsumsi oleh ternak sekaligus dapat memengaruhi produktivitas ternak adalah daun kelor (*Moringa oleifera*). Daun kelor berperan sebagai sumber dari berbagai senyawa polifenol seperti asam fenolik dan flavonoid, dengan jenis flavonoid berupa kaempferol, myricetin, dan kuersetin (Laksmiani dkk., 2020). Fitokimia daun kelor yang mendominasi yaitu flavonoid yang berfungsi utama sebagai antioksidan tubuh hewan (Gobezie, 2021). Flavonoid sebagai agen antioksidan berperan dalam protektif sel berupa penghambatan terhadap sel β yang telah mengalami apoptosis tanpa mengubah proliferasi sel β sehingga menambah sensitivitas insulin (Ajie, 2015). Sifat fitogenik tersebut bisa lebih banyak diperoleh bila dilakukan ekstraksi karena bisa didapatkan metabolit sekunder yang spesifik dan terpisah dari senyawa lainnya yang tidak diperlukan dalam ransum ayam petelur. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar glukosa dan trigliserida pada ayam petelur fase produksi akhir yang diberi ransum mengandung ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*).

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juni 2023. Pembuatan ekstrak daun kelor dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas dan Non-Ruminansia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran, serta di Laboratorium Pestisida dan Toksikologi Lingkungan Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Pemeliharaan ayam petelur dilakukan di kandang ayam petelur Desa Sukarapih, Kecamatan Sukasari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Pengujian sampel darah dilakukan di Laboratorium Fisiologi Ternak dan Biokimia Fakultas Peternakan Universitas Padjadjaran.

Pembuatan Ekstrak Daun Kelor

Daun kelor dipetik, dibersihkan, dan disortir terlebih dahulu secara basah agar terpilih daunnya saja dan daun yang terkumpul hanya warna hijau pekat. Simplisia daun kelor dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60°C selama 6 jam, kemudian daun kelor kering digiling dan disaring hingga didapatkan tepung halus (David dkk., 2012). Tepung halus dilakukan proses lanjutan berupa ekstraksi dengan metode maserasi. Serbuk simplisia daun kelor sebanyak 1 kilogram dilakukan maserasi dengan etanol 70% (perbandingan pelarut 1:5) selama 3 hari, lalu disaring (Fatmawati dan Aji, 2019). Ampas maserasi pertama dilarutkan kembali dengan larutan etanol 70%. Total maserat dari maserasi pertama hingga kedua dilakukan penguapan menggunakan rotary vacuum evaporator dengan suhu 60°C, lalu hasil ekstrak diletakkan pada waterbath dengan suhu 50°C hingga didapatkan ekstrak daun kelor kental (Fatmawati dan Aji, 2019).

Temak dan Perlakuan Pakan

Penelitian menggunakan ayam petelur strain Hy-Line Brown berusia 102 minggu (atau fase afkir) sebanyak 20 ekor. Ayam petelur dipelihara selama 35 hari dalam

sistem kandang open house battery individual dan bertingkat. Kandang ayam memiliki slot cage sebanyak 20 unit dengan masing-masing berukuran 37 cm x 20 cm x 37 cm yang dilengkapi dengan tempat minum dan pakan.

Pakan diberikan sebanyak dua kali per hari dengan rincian 60 gram pada pagi hari dan 60 gram pada sore hari, lalu air minum diberikan secara ad libitum. Pemberian pakan dibagi menjadi 4 kelompok perlakuan beserta 5 ulangan, dan setiap ulangan perlakuan menggunakan 5 ekor ayam. Jenis perlakuan pakan yaitu P0 (ransum basal + 0% ekstrak daun kelor), P1 (ransum basal + 0,08% ekstrak daun kelor), P2 (ransum basal + 0,12% ekstrak daun kelor), dan P3 (ransum basal + 0,16% ekstrak daun kelor). Ransum basal terdiri atas konsentrat ayam petelur layer produksi (KP3) Royal K-36 KM dari PT Farmsco Feed Indonesia, jagung, dedak, dan mineral mix. Pemberian pakan ayam petelur sebanyak 120 gram/ekor/hari mengandung ekstrak daun kelor sebanyak 0,096 gram/ekor/hari (untuk dosis 0,08%), 0,144 gram/ekor/hari (untuk dosis 0,12%), serta 0,192 gram/ekor/hari (untuk dosis 0,16%). Komposisi beserta formulasi pakan ditampilkan pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 3.

Tabel 1. Kandungan Nutrien dan Energi Metabolis Bahan Pakan

Bahan Pakan	Energi Metabolis (kkal/kg)	Protein Kasar(%).....	Lemak Kasar	Serat Kasar	Ca	P
Jagung*	3370	8,60	3,90	2,00	0,02	0,10
Dedak*	1630	12,00	13,00	12,00	0,12	0,20
Mineral Mix**	-	-	-	-	32,50	1,00
Konsentrat**	2250	36,00	5,00	7,00	12,00	2,00

Sumber: *Abun dkk. (2012)

**Kemasan Produk

Tabel 2. Susunan Ransum Basal Penelitian

Bahan Pakan	Jumlah Penggunaan (%)
Jagung	49,37
Dedak	16,00
Konsentrat	33,13
Mineral Mix	1,50
Total	100

Sumber: Formulasi menggunakan Animal Feed Optimization Software (AFOS) dengan penambahan pakan aditif berupa ekstrak daun kelor sesuai takaran perlakuan (0,08%, 0,12%, dan 0,16%)

Tabel 3. Kandungan Nutrien dan Energi Metabolis Ransum Basal Penelitian

Bahan Pakan	Jumlah	Standar Kebutuhan
Energi Metabolis (kkal/kg)	2670	Minimal 2650
Protein Kasar (%)	17,60	Minimal 16
Serat Kasar (%)	5,23	Maksimal 8
Lemak Kasar (%)	5,33	Minimal 3
Kalsium (%)	4,49	3,50 – 4,50
Fosfor (%)	0,76	Minimal 0,40

Sumber: Formulasi menggunakan Animal Feed Optimization Software (AFOS) dan disusun berdasarkan SNI 8290.6:201

Pengambilan dan Preparasi Sampel Uji

Pengambilan data dilakukan pada masa pemeliharaan akhir atau pada hari ke-35. Ayam dipuasakan terlebih dahulu selama 12 jam dan tetap diberikan air minum

secara ad libitum sebelum dilakukan pengambilan sampel darah. Pengambilan data diawali dengan pengambilan sampel darah 20 ekor ayam petelur afkir sebanyak 3 mL menggunakan spuit yang ditusukkan ke vena pektoralis eksterna dibawah sayap ayam. Sampel darah dimasukkan

ke dalam tabung vakutainer ber-EDTA, lalu dikocok perlahan. Tabung vakutainer tersebut disimpan di dalam cooling box agar terhindar dari proses pembekuan darah sepanjang transportasi menuju laboratorium untuk dilakukan analisis sampel. Sampel darah dilakukan sentrifugasi untuk mendapatkan komponen plasma darah.

Analisis Kadar Glukosa Darah

Analisis glukosa darah ayam menggunakan metode Glukosa Oksidase – Para Aminofenazon (GOD-PAP). Analisis kadar glukosa menggunakan 22 buah kuvet yang terdiri atas 20 tabung untuk sampel, satu tabung untuk blanko, dan satu tabung untuk standar. Kuvet sampel diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL sampel plasma darah; kuvet blanko diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL aquades; kuvet standar diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL larutan standar (Nugraha dan Badrawi, 2018). Seluruh campuran dihomogenkan dan didiamkan selama 10 menit pada suhu 37°C. Absorban dibaca pada panjang gelombang 500 nm terhadap reagen blanko menggunakan spektrofotometer. Hasil akhir analisis yakni berupa pewarnaan yang terjadi secara stabil dalam kurun waktu 15-20 menit pada suhu 37°C (Biolabo, 2011). Perhitungan kadar glukosa darah menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Glukosa (mg/dL)} = \frac{\text{Absorban Sampel}}{\text{Absorban Standar}} \times \text{Konsentrasi Standar}$$

Analisis Kadar Triglisierida Darah

Analisis triglisierida darah ayam menggunakan metode Gliserol Fosfat Oksidase – Para Aminofenazon (GPO-PAP). Analisis kadar triglisierida menggunakan 22 buah kuvet yang terdiri atas 20 tabung untuk sampel, satu tabung untuk blanko, dan satu tabung untuk standar.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Glukosa dan Triglisierida pada Ayam Petelur Fase Produksi Akhir

Item Parameter	Perlakuan				Keterangan
	P0	P1	P2	P3	
Glukosa	209,04±22,12 ^a	218,08±17,9 ^a	215,53±34,45 ^a	224,26±19,17 ^a	Tidak Berbeda Nyata Berbeda Nyata
Triglisierida	180,37±8,91 ^d	161,35±6,38 ^c	135,24±9,02 ^b	112,96±4,72 ^a	

Keterangan: notasi huruf ^a pada baris yang sama berarti menyatakan nilai yang tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$), sedangkan notasi huruf ^{a,b,c,d} pada baris yang sama berarti menyatakan nilai yang berpengaruh nyata ($P<0,05$)

Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Glukosa

Glukosa merupakan molekul utama yang dapat menggambarkan kinerja metabolisme tubuh ayam petelur terutama pengedaran metabolisme karbohidrat di dalam darah sehingga ayam dapat memproduksi hasil ternak berupa telur yang berkualitas. Glukosa pun dapat berperan sebagai indikator suatu ternak sedang dalam kondisi sehat atau mengalami stres. Hasil pengukuran kadar glukosa tubuh ayam petelur fase produksi akhir yang diberi ransum mengandung ekstrak daun kelor disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 1.

Kuvet sampel diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL sampel plasma darah; kuvet blanko diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL aquades; kuvet standar diisi dengan 1 mL reagen dan 10 µL larutan standar (Nugraha dan Badrawi, 2018). Seluruh campuran dihomogenkan dan didiamkan selama 5 menit pada suhu 37°C. Absorban dibaca pada panjang gelombang 500 nm terhadap reagen blanko menggunakan spektrofotometer. Hasil akhir analisis yakni berupa pewarnaan yang terjadi secara stabil dalam kurun waktu satu jam (Biolabo, 2011). Perhitungan kadar triglisierida darah menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Triglisierida (mg/dL)} = \frac{\text{Absorban Sampel}}{\text{Absorban Standar}} \times \text{Konsentrasi Standar}$$

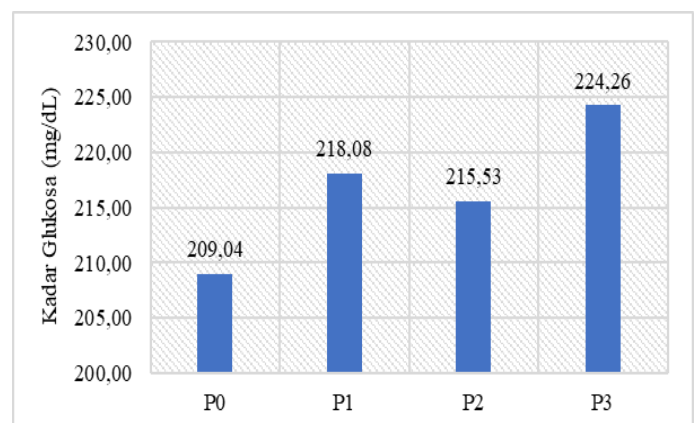
Analisis Statistik

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) berdasarkan prinsip Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila hasil yang diperoleh adalah signifikan, maka dilakukan uji lanjut jenis Uji Jarak Berganda Duncan. Derajat keterkaitan antara glukosa dan triglisierida diujikan melalui analisis korelasi. Seluruh data hasil penelitian dianalisis menggunakan perangkat lunak statistik IBM SPSS 26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Susu

Ayam petelur dalam penelitian ini memiliki kadar glukosa yang tidak signifikan, sedangkan kadar triglisierida memiliki hasil signifikan akibat pemberian ekstrak daun kelor di dalam ransum. Hasil pengukuran kadar glukosa dan triglisierida disajikan pada Tabel 4.



Gambar 1. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Glukosa Ayam Petelur Fase Produksi Akhir

Rataan kadar glukosa ayam petelur fase produksi akhir yang diberi jenis perlakuan P0, P1, P2, dan P3 (mengacu pada Tabel 4) memiliki hasil tidak berbeda nyata secara statistik. Kadar glukosa berdasarkan hasil penelitian terdapat fluktuasi atau terjadi kenaikan dan penurunan nilai antar satu perlakuan dengan perlakuan lainnya sehingga menciptakan grafik naik dan turun (yang mengacu pada Gambar 1). Apabila perlakuan kontrol (P0) dibandingkan dengan perlakuan uji (P1-P3), maka dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa perlakuan uji memiliki nilai glukosa yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Apabila perlakuan uji diurutkan berdasarkan nilai terendah hingga tertinggi, maka nilai glukosa pada P2 memiliki nilai glukosa terendah dan P3 memiliki nilai glukosa tertinggi.

Glukosa ayam petelur fase produksi akhir pada penelitian ini memiliki rentang kadar yang berada diantara angka 209-225 mg/dL sehingga menandakan bahwa seluruh ternak percobaan memiliki kadar glukosa yang cukup stabil. Hal tersebut sesuai dengan menurut Hazelwood (1986) dalam Pangaribuan dkk. (2022) bahwa kadar glukosa darah normal pada ayam berkisar 180-250 mg/dL. Kadar glukosa darah yang normal pada ayam menurut Sulistyoningih (2005) adalah 200-250 mg per 100 ml darah. Menurut Scanes dkk. (2004) dalam Saili dkk. (2019) tercantum bahwa ayam ras memiliki variasi kadar glukosa yang berkisar pada 156-330 mg/dL. Penelitian López dkk. (2018) menyebutkan bahwa ayam Hy-Line Brown berusia 56 minggu memiliki kadar glukosa 180 mg/dL, sedangkan penelitian Gu dkk. (2021) menyebutkan bahwa ayam Hy-Line Brown berusia 75 minggu memiliki kadar glukosa 230,58 mg/dL. Adapun menurut penelitian Suchy dkk. (2004) dalam Nurmalia dkk. (2020) menyebutkan bahwa kadar glukosa pada ayam petelur Moravia BSL berumur 25-50 minggu adalah sebesar 234-252 mg/dL. Berdasarkan berbagai rentang nilai tersebut, kadar glukosa yang lebih memenuhi seluruh rentang nilai adalah kadar glukosa pada P3 sebesar 224,26 mg/dL atau ayam petelur afkir yang diberi ransum berisi ekstrak daun kelor 0,16%.

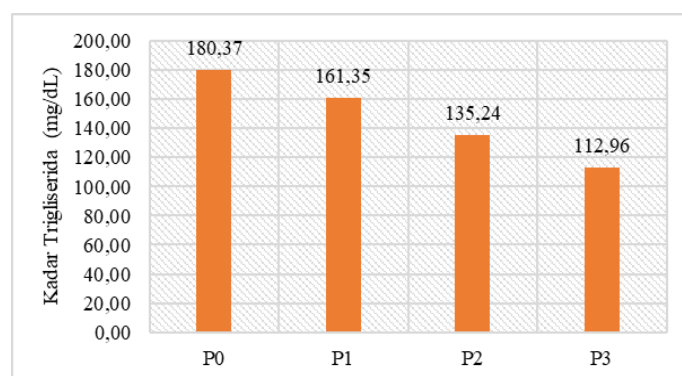
Ayam petelur fase produksi akhir pada penelitian ini memiliki kadar glukosa yang cukup normal dan stabil dengan rentang 209-225 mg/dL, tetapi nilai tersebut menjadi berbeda bila dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu. Penelitian Erwan dkk. (2021) menggunakan suplementasi tepung daun kelor sebanyak 0%; 5%; 10%; dan 15% yang diberikan pada ayam broiler, lalu didapatkan kadar glukosa ayam secara berurutan sebesar 248,2 mg/dL; 225,2 mg/dL; 229,6 mg/dL; dan 213,5 mg/dL. Menurut penelitian Purwoko dkk. (2022), daun kelor memiliki metabolit sekunder yang sama dengan daun pegagan, dan beberapa diantaranya adalah alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan triterpenoid. Penelitian Nurmalia dkk. (2020) menjelaskan bahwa suplementasi ekstrak daun pegagan sebanyak 0%; 0,04%; 0,08%; dan 0,12% pada ayam petelur Lohmann Brown berusia 119 minggu didapatkan kadar glukosa puasa ayam secara berurutan sebesar

225,77 mg/dL; 202,37 mg/dL; 184,74 mg/dL; dan 172 mg/dL. Seluruh data tersebut memiliki perbedaan kadar glukosa yang diduga akibat pengaruh dari perbedaan ras ternak, usia ternak, hingga nutrisi bahan pakan. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Kashap dkk. (2017) bahwa kadar biokimia darah mengalami fluktuasi akibat perbedaan usia, ras, jenis kelamin, nutrisi hingga kondisi kesehatan individu ternak.

Kandungan flavonoid dari ekstrak daun kelor cukup memengaruhi kadar glukosa darah pada ternak termasuk ayam petelur. Menurut Anggraini (2020), flavonoid berperan sebagai inhibitor enzim alfa-glukosidase, alfa-amilase, dan maltase untuk menurunkan kadar glukosa darah; serta sebagai stimulan regulasi GLUT-4 untuk mengambil glukosa dari penyimpanan di otot tubuh. Flavonoid dapat meningkatkan sensitivitas insulin sehingga mengurangi berbagai gangguan metabolisme tubuh serta menyeimbangkan lipogenesis dan lipolisis. Menurut Pitoyo dan Fatmawati (2012), tingginya paparan asam lemak bebas berdampak pada menurunnya pengambilan glukosa dari otot, meningkatnya glukoneogenesis pada hati, meningkatnya apoptosis, serta terjadi resistensi insulin pada sel beta.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Trigliserida

Trigliserida merupakan molekul yang berperan dalam penyediaan energi tubuh selain dari pasokan glukosa. Glukosa yang berlebih di dalam tubuh akan ditransfer atau diikutsertakan dalam rangkaian metabolisme sehingga dapat dialokasikan menjadi simpanan energi sebagai trigliserida di hati dan jaringan adiposa, serta disimpan sebagai glikogen di hati dan otot. Selain itu, kehadiran trigliserida di dalam tubuh berkaitan dengan deposit lemak. Hasil pengukuran kadar trigliserida tubuh ayam petelur fase produksi akhir yang diberi ransum mengandung ekstrak daun kelor disajikan pada Tabel 4 Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Trigliserida Ayam Petelur Fase Produksi Akhir

Rataan kadar trigliserida ayam petelur fase produksi akhir yang diberi jenis perlakuan P0, P1, P2, dan P3 (mengacu pada Tabel 4) memiliki hasil yang berbeda nyata. Kadar trigliserida berdasarkan hasil penelitian mengalami penurunan yang signifikan dari P0 hingga P3 (yang mengacu pada Gambar 2). Hal tersebut berarti perlakuan pemberian ekstrak daun kelor ke dalam ransum dapat memengaruhi penurunan trigliserida pada ayam petelur

fase produksi akhir. Kadar trigliserida pada perlakuan P0 dan P1 telah melebihi ambang batas normal, sedangkan pada perlakuan P2 dan P3 masih memenuhi kadar normal. Hal tersebut sesuai dengan menurut Basmacioğlu dan Erg"u" 1 (2005) dalam Fitra dkk. (2021) bahwa kadar trigliserida normal pada ayam petelur adalah kurang dari 150 mg/dL. Adapun penelitian López dkk. (2018) menyebutkan bahwa ayam Hy-Line Brown berusia 56 minggu memiliki kadar trigliserida 388 mg/dL, sedangkan penelitian Gu dkk. (2021) menyebutkan bahwa ayam Hy-Line Brown berusia 75 minggu memiliki kadar trigliserida 190,44 mg/dL. Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, kadar trigliserida terendah dan tetap memenuhi seluruh rentang nilai adalah kadar trigliserida pada P3 sebesar 112,96 mg/dl atau ayam petelur fase produksi akhir yang diberi ransum mengandung ekstrak daun kelor 0,16%.

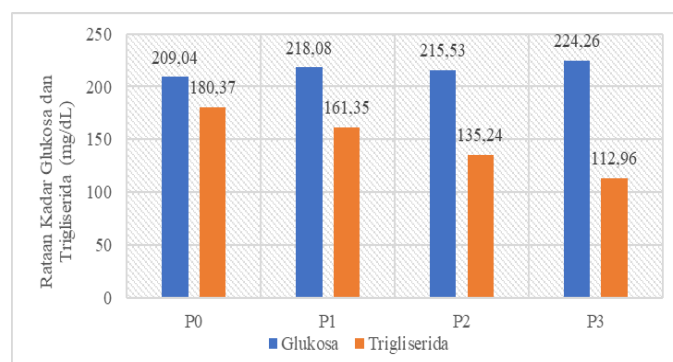
Trigliserida ayam petelur fase produksi akhir pada penelitian ini terjadi penurunan kadar yang signifikan seiring dengan penambahan dosis ekstrak daun kelor di dalam ransum. Kadar trigliserida tertinggi terdapat pada P0 sebesar 180,37 mg/dL dan kadar trigliserida terendah dimiliki oleh P3 sebesar 112,96 mg/dL. Penelitian Erwan dkk. (2021) menggunakan suplementasi tepung daun kelor sebanyak 0%; 5%; 10%; dan 15% yang diberikan pada ayam broiler, lalu didapatkan kadar trigliserida ayam secara berurutan sebesar 97 mg/dL; 57,5 mg/dL; 61,4 mg/dL; dan 56,2 mg/dL. Menurut penelitian Purwoko dkk. (2022) yaitu daun kelor memiliki metabolit sekunder yang sama dengan daun pegagan, dan beberapa diantaranya adalah alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, steroid, dan triterpenoid. Penelitian Nurmalia dkk. (2020) menjelaskan bahwa suplementasi ekstrak daun pegagan sebanyak 0%; 0,04%; 0,08%; dan 0,12% pada ayam petelur Lohmann Brown berusia 119 minggu didapatkan kadar trigliserida puasa ayam secara berurutan sebesar 857,94 mg/dL; 475,88 mg/dL; 398,38 mg/dL; dan 131,25 mg/dL. Seluruh data penelitian tersebut memiliki kadar trigliserida yang berbeda-beda karena pengaruh dari ras ternak, usia ternak, hingga nutrisi bahan pakan yang berbeda pula. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Kashap dkk. (2017) bahwa kadar biokimia darah mengalami fluktuasi akibat perbedaan usia, ras, jenis kelamin, status nutrisi hingga kondisi kesehatan individu ternak.

Kandungan antioksidan dari ekstrak daun kelor berupa flavonoid dapat memengaruhi kadar trigliserida darah pada ternak. Hal tersebut beriringan dengan tingkat sensitivitas insulin untuk dapat menjaga kadar trigliserida tetap dalam rentang angka normal. Menurut Pitoyo dan Fatmawati (2012), rendahnya kepekaan insulin berdampak pada meningkatnya pembentukan dan pengeluaran kofaktor trigliserida berupa apo B-100 dan VLDL, serta menurunnya kinerja enzim lipoprotein lipase (LPL). Menurut penelitian Yuliana dan Ardiaria (2016), penurunan kadar trigliserida disebabkan oleh kerja antioksidan berupa LPL yang distimulasi oleh flavonoid. Enzim LPL dapat ditemukan pada jaringan adiposa atau

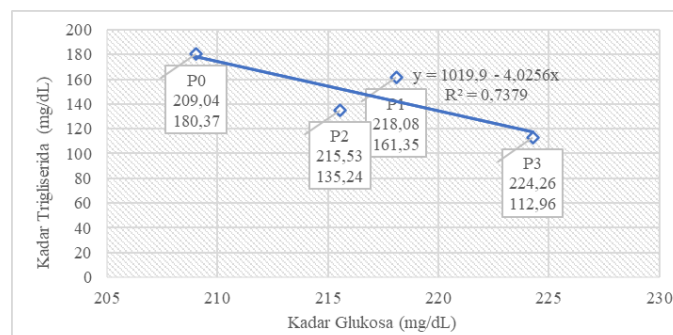
otot yang bertugas dalam hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak, lalu asam lemak tersebut digunakan oleh otot untuk berbagai aktivitas tubuh sekaligus disimpan di jaringan adiposa. Menurut Jannah dkk. (2018), enzim LPL melakukan hidrolisis asam lemak dari kilomikron, lalu asam lemak rendah trigliserida yang tersisa diangkut ke organ hati. Kehadiran flavonoid dalam pakan dapat mendorong kepekaan insulin serta pengaruhnya terhadap aktivitas enzim LPL dan trigliserida.

Korelasi antara Kadar Glukosa dan Trigliserida terhadap Sintesis Telur pada Ayam Petelur Fase Produksi Akhir

Glukosa maupun trigliserida merupakan kedua molekul yang sangat penting sebagai pemasok energi tubuh sehingga diharapkan dapat menunjang performa ayam petelur dalam bertahan hidup pada usia tua maupun produksi telur. Rataan kadar glukosa dan trigliserida ayam petelur afkir disajikan pada Tabel 4 serta pada Gambar 3. Korelasi antara kadar glukosa dan trigliserida disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Glukosa dan Trigliserida pada Ayam Petelur Fase Produksi Akhir



Gambar 4. Grafik Korelasi antara Kadar Glukosa dan Trigliserida pada Ayam Petelur Fase Produksi Akhir

Hubungan antara kadar glukosa dan trigliserida ayam petelur fase produksi akhir (Gambar 4) menunjukkan persamaan $y = 1019,9 - 4,0256x$ sesuai dengan persamaan analisis regresi linear yaitu $y = a + bx$. Fungsi $y = 1019,9 - 4,0256x$ menandakan bahwa terjadi hubungan berbalik arah berupa meningkatnya kadar glukosa terhadap menurunnya kadar trigliserida ayam petelur fase produksi akhir. Nilai koefisien determinasi (" R^2 ") dari grafik diperoleh sebesar 0,7379 yang menandakan bahwa terjadi pengaruh antara kadar glukosa dan trigliserida sebesar 73,79%, lalu sisanya sebesar 26,21% dapat disebabkan oleh faktor lain seperti lingkungan. Tingkat hubungan antara kadar glukosa dan

trigliserida dapat diamati melalui koefisien korelasi (r) sebesar 0,859 yang berarti bahwa kadar glukosa memiliki korelasi yang kuat dengan kadar trigliserida karena mendekati nilai sempurna (atau angka 1). Kadar glukosa dan trigliserida ayam petelur fase produksi akhir berkorelasi negatif dengan adanya model $y = 1019,9 - 4,0256x$ dan koefisien korelasi sebesar 0,859.

Kadar glukosa beserta trigliserida dalam jalur metabolisme karbohidrat dan lipid terdapat interaksi yang kuat antara keduanya. Menurut Wang dkk. (2022), kadar glukosa yang meningkat 18 mg/dL dapat berpengaruh signifikan terhadap meningkatnya kadar trigliserida sebesar 6,12 mg/dL. Menurut Parhofer (2015), peningkatan kadar trigliserida berdampak pada peningkatan asam lemak bebas (free fatty acid atau FFA) hingga inflamasi jaringan, lalu diikuti dengan peningkatan gangguan fungsi sel β berupa resistensi insulin sehingga memperburuk rangkaian metabolisme glukosa pada tubuh.

Kadar glukosa yang tercantum pada Tabel 4 dan Gambar 3 memiliki nilai fluktuatif dengan kadar tertinggi terdapat pada P3, sedangkan kadar trigliserida yang tercantum pada Tabel 4 dan Gambar 3 memiliki penurunan kadar seiring dengan penambahan dosis ekstrak daun kelor. Kedua molekul tersebut merupakan komponen bahan bakar energi dalam metabolisme tubuh sehingga mendukung produktivitas ternak, khususnya terkait sintesis telur pada ayam petelur. Kadar glukosa yang mengalami peningkatan dan kadar trigliserida yang mengalami penurunan terjadi karena penggunaan energi untuk sintesis telur yang dioptimalkan dari molekul glukosa. Hal tersebut sesuai dengan menurut Mushawwir dan Latipudin (2013) bahwa glukosa memerankan peran penting dalam regulasi lipogenesis pada sel hati pada fase menjelang ataupun sedang bertelur. Oleh sebab itu, ayam yang sedang aktif bertelur mengalami optimalisasi penggunaan glukosa untuk mendukung sintesis lipid dibandingkan dengan penggunaan trigliserida.

Ketersediaan glukosa dan trigliserida sangat berpengaruh terhadap kondisi fisiologis tubuh sampai dengan mekanisme bertelur pada induk ayam petelur. Pankreas beserta komponennya seperti pulau langerhans maupun hormon insulin dapat menunjang fase bertelur dari ayam betina. Hal tersebut sesuai dengan menurut Kashap dkk. (2017) bahwa ukuran dan jumlah pulau langerhans dapat dipengaruhi oleh kondisi ayam yang sedang bertelur. Pengaturan metabolisme lipid pada hati dan jaringan adiposa oleh hormon insulin dapat menunjukkan jumlah lipid yang disimpan dan dioksidasi dalam tubuh. Menurut penelitian Kashap dkk. (2017), kadar trigliserida yang mengalami fluktuasi sepanjang masa pertumbuhan menandakan aktivitas metabolisme lipid pada tubuh yang intensif beserta aktivitas lipogenesis hati yang hasilnya dapat diamati melalui kualitas kuning telur (yolk). Timbunan lemak terutama trigliserida dihindari agar sekresi trigliserida diarahkan untuk kualitas kuning telur, tidak difokuskan pada penumpukan lemak pada tubuh.

KESIMPULAN

Pemberian ekstrak daun kelor tidak memengaruhi kadar glukosa ayam, tetapi memengaruhi kadar trigliserida ayam petelur fase produksi akhir secara statistik. Pemberian ekstrak daun kelor yang optimal dalam ransum yaitu 0,16% karena dapat menstabilkan kadar glukosa hingga 224,26 mg/dL dan menurunkan kadar trigliserida hingga 112,96 mg/dL yang keduanya sesuai dengan ambang batas kadar pada ayam petelur (234-252 mg/dL glukosa darah dan kurang dari 150 mg/dL trigliserida darah). Peningkatan kadar glukosa dan penurunan kadar trigliserida ayam petelur daripada perlakuan kontrol (P0) berkorelasi dengan sintesis telur dari ayam petelur fase produksi akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Abun, D. Saefulhadjar, dan K. Haetami. 2012. Nilai energi metabolis dan keceraan ransum mengandung imbuhan pakan berbasis ekstrak limbah udang pada ayam broiler. *J. Ilmu Ternak*. 12:1-6. doi:10.24198/jit.v12i1.5129.
- Ajie, R.B. 2015. White dragon fruit (*Hylocereus undatus*) potential as diabetes mellitus treatment. *J. Majority*. 4:69-72.
- Anggraini, A. 2020. Manfaat antioksidan daun salam terhadap kadar glukosa darah dan penurunan apoptosis neuron di hippocampus otak tikus yang mengalami diabetes. *J. Med. Utama*. 2:349-355.
- Ardiaria, M. 2019. Disfungsi mitokondria dan stress oksidatif. *Journal Nutr. Heal*. 7:50-55.
- Banjamahor, E. dan S. Wangko. 2012. Sel beta pankreas sintesis dan sekresi insulin. *J. Biomedik*. 4:156-162. doi:10.35790/jbm.4.3.2012.795.
- Biolabo. 2011. Glucose GOD-PAP liquid ready for use. Biolabo S.A.S., Maizy.
- Biolabo. 2011. Triglycerides GPO method. Biolabo S.A.S, Maizy.
- Darmawan, A., W. Hermana, D.M. Suci, R. Mutia, Sumiati, A. Jayanegara, and E. Ozturk. 2022. Dietary phytogetic extracts favorably influence productivity, egg quality, blood constituents, antioxidant and immunological parameters of laying hens: A meta-analysis. *Animals*. 12:2278. doi:10.3390/ani12172278.
- David, L.S., J.K. Vidanarachchi, K. Samarasinghe, H.W. Cyril, and C.M.B. Dematawewa. 2012. Effects of Moringa based feed additives on the growth performance and carcass quality of broiler chicken. *Trop. Agric. Res*. 24:12-20. doi:10.4038/tar.v24i1.7985.
- Erwan, E., S.Y. Wulandari, dan E. Irawati. 2021. Pengaruh penggunaan beberapa level tepung daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) dalam ransum basal terhadap plasma metabolit ayam broiler. *J. Ilmu Peternak. dan Vet. Trop*. 11:81-91. doi:10.46549/jipvet.v11i1.200.
- Fatmawati, A. dan N.P. Aji. 2019. Penetapan kadar flavonoid total ekstrak etanol daun kelor (*Moringa oleifera* Lam) dengan metode kromatografi lapis tipis densitometri. *Proc. Conf. Matem. Healthc. Pharm*. 1:1-7.
- Fitra, D., N. Ulupi, I.I. Arief, R. Mutia, L. Abdullah, and E. Erwan. 2021. Plasma metabolites of Kampung chicken (*Gallus gallus*

- domesticus) in peatland free-range system with differences of vegetation. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 788:012186. doi:10.1088/1755-1315/788/1/012186.
- Gobeze, E. 2021. Supplementation of Moringa oleifera leaf meal in layer chickens' feed: A review. World's Vet. J. 11:202-207. doi:10.54203/scil.2021.wvj26.
- Gu, Y.F., Y.P. Chen, R. Jin, C. Wang, C. Wen, and Y.M. Zhou. 2021. Age-related changes in liver metabolism and antioxidant capacity of laying hens. Poult. Sci. 100:101478. doi:10.1016/j.psj.2021.101478.
- Jannah, N., Yustina, dan S. Wulandari. 2018. Pengaruh ekstrak umbi bawang dayak (Eleutherine americana Merr.) terhadap penurunan trigliserida darah tikus jantan Wistar dan potensinya sebagai rancangan modul biologi kelas XI SMA. Jom Fkip. 5:1-14.
- Jiwandini, A., H. Burhanudin, dan 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). J. Nutr. Ternak Trop. dan Ilmu Pakan. 2:112-119. doi:10.24198/jnttip.v2i2.27389.
- Kashap, A., R.B. Ambade, S.H. Dalvi, and P.M. Kapale. 2017. Study of serum biochemical metabolites during late laying phase of layer chicken. Indian Res. J. Ext. Edu. 17:5-9.
- Laksmiani, N.P.L., I.W.A. Widiantra, K.D. Adnyani, dan A.B.S. Pawarrangan. 2020. Optimasi metode ekstraksi kuersetin dari daun kelor (Moringa oleifera L.). J. Kim. 14:19-23. doi:10.24843/jchem.2020.v14.i01.p04.
- López, D.P., R.R. Huaynate, and R.V. Tananta. 2018. A comparative evaluation of the hematological parameters, biochemical profile and chemical composition of eggs of creole and Hy-line Brown laying hens. Livest. Res. Rural Dev. 30.
- Mamay, L. Mar'atiningsih, A.A. Awaludin, dan R. Rizkina. 2023. Studi korelasi kadar glukosa puasa dengan trigliserida pada penderita diabetes mellitus tipe 2. Student Sci. Creat. J. 1:248-256. doi:10.55606/sscj-amik.v1i1.1122.
- Mushawwir, A. dan D. Latipudin. 2013. Ovarium dan sintesis yolk. Halaman 17-18 dalam Biologi Sintesis Telur; Perspektif Fisiologi, Biokimia dan Molekuler Produksi Telur. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Ningsih, D. 2015. Aktivitas antidiabetes dari fraksi air lingzhi (Ganoderma lucidum (Curtis) P. Karst)) pada tikus diabetes dengan induksi aloksan. J. Pharmascience. 2:10-18. doi:10.20527/jps.v2i1.5808.
- Nugraha, G. dan I. Badrawi. 2018. Glukosa darah puasa dan trigliserida. Halaman 141-142 dan 164-165 dalam Pedoman Teknik Pemeriksaan Laboratorium Klinik. Trans Info Media, Jakarta.
- Nurmalia, V.R., D. Rusmana, dan A. Mushawwir. 2020. Kadar glukosa dan trigliserida ayam ras petelur fase layer yang diberi ransum mengandung ekstrak pegagan (Centella asiatica). J. Nutr. Ternak Trop. dan Ilmu Pakan. 2:217-224. doi:10.24198/jnttip.v2i4.27396.
- Pangaribuan, M.K., M. Hartono, F. Fatul, dan P.E. Santosa. 2022. Pengaruh suplementasi tepung maggot Black Soldier Fly (BSF) terhadap total protein plasma dan glukosa darah ayam Joper betina. J. Ris. dan Inov. Peternak. 6:399-406. doi:10.23960/jrip.2022.6.4.309-406.
- Parhofer, K.G. 2015. Interaction between glucose and lipid metabolism: More than diabetic dyslipidemia. Diabetes Metab. J. 39:353-362. doi:10.4093/dmj.2015.39.5.353.
- Pitoyo, F.L.H. dan H. Fatmawati. 2012. Efek quercetin untuk menurunkan kadar trigliserida dan glukosa darah pada tikus model diet-induced obesity. J. Med. Planta. 1:36-46.
- Purwaningsih, E. 2014. Pemendekan telomer dan apoptosis. J. Kedokt. Yars. 22:132-141. doi:10.33476/jky.v22i2.309.
- Purwoko, M.L.Y., S. Syamsudin, dan P. Simanjuntak. 2022. Efek sinergis dari kombinasi ekstrak herba pegagan (Centella asiatica) dan ekstrak daun kelor (Moringa oleifera) dalam meningkatkan fungsi memori. J. Sains Farm. Klin. 9:111-120. doi:10.25077/jsfk.9.2.111-120.2022.
- Ramadhan, M., L.D. Mahfudz, dan W. Sarengat. 2018. Performans ayam petelur tua dengan penggunaan tepung ampas kecap dalam pakan. J. Sain Peternak. Indones. 13:84-88. doi:10.31186/jspi.id.13.1.84-88.
- Rembet, A. A., F.S. Oley, A. Makalew, dan E.K.M. Endoh. 2013. Analisis titik impas usaha ternak ayam ras petelur "Dharma Gunawan" di Kelurahan Paniki Bawah Kecamatan Mapanget Kota Manado (studi kasus). Zootec. 33:11-20. doi:10.35792/zot.33.1.2013.3330.
- Saili, T., R. Aka, F.A. Auza, W.L. Salido, dan A.M. Sari. 2019. Kolesterol, asam urat, dan glukosa darah ayam buras yang diberi pakan dengan ramuan herbal dan ekstrak kerang bakau (Polymesoda erosa). J. Ilmu dan Teknol. Peternak. Trop. 6:225-231. doi:10.33772/jitro.v6i2.5652.
- Simanjuntak, K. 2012. Mekanisme radikal bebas terhadap induksi karsinogenesis. Bina Widya. 23:256-263.
- Siswanto, F.M., B.P. Yenniastuti, T.A. Putra, dan I.M. Kardenia. 2015. Aktivitas fisik maksimal akut (acute overtraining) menyebabkan kerusakan sel β pankreas mencit. J. Biomedik. 7:125-130. doi:10.35790/jbm.7.2.2015.9328.
- Sulistyoningsih, M. 2005. Respon fisiologis ayam broiler periode starter akibat cekaman temperatur dan awal pemberian pakan yang berbeda. Majalah Ilmiah Lontar. 19:74-87. doi:10.26877/ltr.v19i3 Agustus.437.
- Tyagita, N., A.H. Safitri, dan E. Widayati. 2021. Hallmark of aging. Halaman 13 dalam Penuaan & Stres Oksidatif. Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung, Semarang.
- Wang, L., N. Yan, M. Zhang, R. Pan, Y. Dang, and Y. Niu. 2022. The association between blood glucose levels and lipids or lipid ratios in type 2 diabetes patients: A cross-sectional study. Front. Endocrinol. 13:969080. doi:10.3389/fendo.2022.969080.
- Yuliana, A.R. dan M. Ardiaria. 2016. Efek pemberian seduhan kulit buah naga merah (Hylocereus polyrhizus) terhadap kadar trigliserida tikus Sprague Dawley dislipidemia. J. Nutr. Coll. 5:428-437. doi:10.14710/jnc.v5i4.16454.