

Kadar Glukosa, Kolesterol dan Kadar Asam Urat Darah Puyuh pada Fase Starter, Grower, dan Layer

*(QUAIL BLOOD GLUCOSE, CHOLESTEROL
AND URIC ACID LEVELS IN STARTER,
GROWER AND LAYER PHASES)*

**La Jumadin¹, Aryani Sismin Satyaningtijas^{2*},
Wasmen Manalu², Damiana Rita Ekastuti²,
Chairun Nisa³, Mohamad Yogie Hendrawan²,
Yuvensius², Resi Milna²**

¹Jurusan Pendidikan Biologi,
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halu Oleo,
Kampus Bumi Tridarma Kelurahan Kambu, Kecamatan Kendari,
Kota Kendari, Suawesi Tenggara, Indonesia 93132.

²Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmakologi,
³Bagian Anatomi, Histologi dan Embriologi,
Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis,
Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia 16880
*Email: niekesis@yahoo.co.id

ABSTRACT

Quail is known as a very good producer of animal protein in the form of eggs and meat. This research was conducted to obtain basic data on several blood biochemical parameters, such as blood glucose levels, blood cholesterol levels, and blood uric acid levels as well as body weight in starter phase (18 days old), grower (25 days old), and layer (330 days old) of quail. Blood sampling was collected via the intravenous route (brachial vein) for 120 quails. Each phase consists of 40 quails. The results of statistical analysis showed that there was no significant effect between phases and quail blood glucose levels, but the highest glucose level values were found in the starter phase. Blood glucose levels decrease with age and increase in body weight. Blood cholesterol levels in the various phases of maintenance/age of quail showed significantly different results ($p < 0.05$), the highest blood cholesterol values were obtained in the phase layer. Uric acid levels showed no effect on maintenance age ($p > 0.05$). The highest uric acid levels are found in the grower phase quail. The conclusion of this study was that blood glucose levels and uric acid levels did not show any differences at each maintenance age, while blood cholesterol levels had a significant effect.

Keywords: age; blood cholesterol; blood glucose; quail, uric acid

ABSTRAK

Puyuh dikenal sebagai penghasil protein hewani berupa telur dan daging yang sangat baik. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data dasar beberapa parameter biokimiawi darah, yang meliputi kadar glukosa darah, kadar kolesterol darah, dan kadar asam urat darah serta bobot badan pada puyuh fase *starter* (umur 18 hari), *grower* (umur 25 hari), dan *layer* (umur 330 hari). Pengambilan darah dilakukan melalui rute intravena (vena brachialis) terhadap 120 ekor burung puyuh. Setiap fase terdiri atas 10 ekor puyuh. Hasil analisis statistika menunjukkan tidak ada pengaruh nyata antara fase dengan kadar glukosa darah puyuh, namun nilai kadar glukosa tertinggi terdapat pada fase *starter*. Kadar glukosa darah semakin menurun dengan semakin bertambahnya umur dan semakin bertambahnya bobot badan. Kadar kolesterol darah pada berbagai fase pemeliharaan/umur

puyuh menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$), nilai kolesterol darah tertinggi diperoleh pada fase *layer*. Kadar asam urat menunjukkan tidak terdapat pengaruh umur pemeliharaan ($p > 0,05$). Kadar asam urat tertinggi terdapat pada puyuh fase *grower*. Simpulan penelitian ini adalah kadar glukosa darah dan kadar asam urat tidak menunjukkan perbedaan pada setiap umur pemeliharaan, sedangkan pada kadar kolesterol darah memberikan pengaruh yang nyata.

Kata-kata kunci: asam urat, glukosa darah; kolesterol darah; puyuh; umur

PENDAHULUAN

Puyuh (*Coturnix coturnix japonica*) merupakan komoditas yang semakin populer di masyarakat saat ini. Unggas ini dikenal sebagai penghasil protein hewani berupa telur dan daging yang sangat baik (Jumadin *et al.*, 2022; Jumadin *et al.*, 2017). Populasi nasional puyuh pada tahun 2019 sebesar 15,2 juta ekor dan angka tersebut mengalami peningkatan sebesar 2,55 persen pada tahun 2020. Angka populasi tersebut memberikan kontribusi sekitar 4,69 persen dari total produksi telur unggas nasional (Dirjen PKH Kementan 2021). Puyuh adalah unggas dengan masa hidup yang relatif pendek, laju metabolisme yang tinggi serta pertumbuhan dan perkembangan yang relatif cepat. Pertumbuhan dan perkembangan ini sangat berkaitan dengan kebutuhan nutrisi, seperti pemenuhan karbohidrat, lemak, dan protein. Dewasa ini telah diketahui bahwa diperlukan suatu efisiensi dalam pengembangan industri perunggasan dalam menghasilkan produk hewani. Efisiensi pemberian pakan diharapkan dapat menghasilkan produk hewani dengan harga yang ekonomis dan aman (Sharifi *et al.*, 2011). Protein adalah salah satu komponen penting dalam pakan untuk menunjang kebutuhan fisiologis puyuh dalam menunjang pertumbuhan dan reproduksi (Ahdanisa *et al.*, 2014).

Upaya peningkatan populasi untuk menjaga kelestarian puyuh sebagai salah satu penghasil telur di Indonesia sangat diperlukan. Peningkatan status kesehatan hewan dan perbaikan bibit berperan penting dalam upaya tersebut (Kementan 2020). Monitoring dan evaluasi status kesehatan dan nutrisi secara rutin pada puyuh dapat dilakukan untuk tujuan tersebut, salah satunya melalui pemeriksaan profil metabolik. Profil metabolik merupakan metode analisis yang dikembangkan untuk memantau dan mengevaluasi kesehatan metabolisme dan nutrisi pada individu atau kelompok ternak (Puppel dan Kuczynska, 2016). Uji profil metabolik adalah seperangkat prosedur

diagnostik yang didasarkan pada penentuan berbagai indikator dalam darah. Indikator dalam darah yang paling umum digunakan dalam penyusunan profil metabolik adalah biokimiawi darah. Biokimiawi darah dapat dipengaruhi oleh kondisi reproduksi pada puyuh dengan umur yang berbeda (Molefe dan Mwanza, 2019). Profil metabolik juga digunakan untuk menilai status nutrisi dan fisiologis hewan, yang dapat memengaruhi kesehatan dan produktivitasnya (Ashmawy 2015).

Analisis metabolit darah melalui uji profil metabolik dapat mengungkap adanya gangguan yang bersifat subklinis sehingga dapat digunakan untuk membantu menemukan penyebabnya (Stojevic *et al.*, 2008). Profil metabolik sangat berguna dalam mengevaluasi keberhasilan manajemen pemeliharaan dan performa ternak melalui pengukuran status nutrisi kelompok ternak, identifikasi penyakit subklinis, identifikasi individu hewan yang berpotensi sakit, identifikasi masalah dasar di kelompok ternak (Singh *et al.*, 2020), dan menilai status reproduksi (Bazzano *et al.*, 2016). Uji profil metabolik dilakukan menggunakan biokimiawi darah sebagai indikator (Ashmawy 2015). Apabila ditemukan adanya penyimpangan terhadap nilai parameter biokimiawi darah tertentu dapat dilakukan perbaikan dan tindakan lebih awal (*preventif*) agar tidak muncul gangguan lebih lanjut (Madreseh-Ghahfarokhi *et al.*, 2020).

Referensi standar parameter biokimiawi darah sangat diperlukan sebagai acuan pemeriksaan biokimiawi darah. Kajian mengenai profil metabolik dan referensi standar biokimiawi darah pada puyuh masih jarang dilaporkan. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memperoleh data dasar beberapa parameter biokimiawi darah, yang meliputi kadar glukosa darah, kadar kolesterol darah, dan kadar asam urat darah serta bobot badan pada puyuh fase *starter* (umur 18 hari), *grower* (umur 25 hari), dan *layer* (umur 330 hari).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah mendapat persetujuan etik hewan dari Komisi Etik Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor dengan nomor 007/KEH/SKE/V/2021. Preparasi dan persiapan peralatan dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor. Pengambilan data dilakukan di Peternakan Jaja Quail di Jalan Babengket, Cihideung Udik, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Jawa Barat.

Prosedur Kerja

Hewan coba yang digunakan adalah puyuh betina. Puyuh sebanyak 120 ekor dipelihara dalam kandang di peternakan Jaja Quails Farm Ciampea yang terbagi atas tiga fase pertumbuhan yaitu *starter*, *grower*, dan *layer*. Setiap fase pertumbuhan terdiri atas 40 ekor. Puyuh yang digunakan telah melewati proses aklimatisasi melalui adaptasi selama tujuh hari, sebelum dilakukan proses pengambilan data.

Puyuh yang telah mengalami proses aklimatisasi ditimbang bobot badannya. Penimbangan bobot badan diperoleh dengan menggunakan timbangan analitik. Pengambilan darah menggunakan *syringe* dengan rute intravena (*vena brachialis*) untuk diukur kadar glukosa, kolesterol, dan kadar asam urat darah puyuh. Penentuan kadar glukosa, kolesterol dan kadar asam urat darah puyuh pada setiap fase ditentukan menurut prosedur kerja Saili *et al.* (2019).

Analisis Data

Nilai kadar glukosa, kolesterol darah, dan kadar asam urat yang diperoleh, selanjutnya dihitung nilai rata-rata masing-masing kelompok fase umur dan selanjutnya dibandingkan dengan kelompok lainnya. Data hasil pengamatan dianalisis secara statistika

menggunakan metode sidik ragam. Apabila diperoleh hasil yang berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (Mattjik dan Sumertajaya, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Darah

Komposisi hasil pengukuran kadar glukosa puyuh yang diuji disajikan pada Tabel 1 yang disertai dengan rata-rata bobot badan setiap fase, rata-rata kadar glukosa pada setiap fase pertumbuhan dan selisih kadar glukosa antar fase.

Hasil analisis statistika menunjukkan tidak ada pengaruh nyata antar fase dalam hal kadar glukosa darah puyuh. Hasil pengukuran kadar glukosa puyuh pada setiap fase menunjukkan nilai kadar glukosa tertinggi terdapat pada fase *starter* dengan nilai kadar glukosa sebesar $282,30 \pm 49,34$ mg/dL. Selisih kadar glukosa antara fase *starter* dan *grower* dengan fase *grower* dan *layer* masing-masing sebesar 15,9 mg/dL dan 24,7 mg/dL. Kadar glukosa darah semakin menurun dengan semakin bertambahnya umur dan semakin bertambahnya bobot badan. Rata-rata bobot badan puyuh menunjukkan peningkatan bobot badan yang semakin besar dengan semakin bertambahnya umur puyuh tersebut. Bobot badan tertinggi terdapat pada fase *layer* pada umur 330 hari dengan bobot badan sebesar $213,2 \pm 29,9$ g. Hasil analisis statistika menunjukkan terdapat pengaruh nyata antar fase dalam hal bobot badan puyuh.

Glukosa merupakan hasil akhir dari proses metabolisme karbohidrat yang beredar dalam darah. Perubahan parameter fisiologis (glukosa) dapat menjadi penanda dalam mengidentifikasi pola pertumbuhan untuk memperkirakan konsekuensi fisiologis dan patologis pada unggas (Tilgar *et al.*, 2008). Kadar glukosa darah memiliki peranan dalam mengatur glukosa dalam jaringan dan

Tabel 1. Rata-rata bobot badan, kadar serta selisih glukosa puyuh pada tiap fase pertumbuhan

Fase	Rata-rata bobot badan (g)	Rata-rata kadar glukosa (mg/dL)	Selisih kadar glukosa antar fase (mg/dL)
<i>Starter</i> (18 hari)	70,00±6,40	282,30±49,34	-15,90
<i>Grower</i> (25 hari)	103,50±7,50	266,40±68,19	-24,70
<i>Layer</i> (330 hari)	213,20±29,90	257,60±72,44	

Keterangan: Angka disertai huruf yang berbeda pada baris yang sama, menunjukkan pengaruh signifikan ($p < 0,05$; Duncan), pada masing-masing fase yang diuji

memproduksi energi untuk proses metabolisme. Unggas memiliki kadar glukosa darah lebih tinggi dibandingkan mamalia. Rata-rata kadar glukosa darah puyuh yaitu $15,4 \pm 0,32$ mmol/L atau lebih kurang 277 mg/dL. Menurut Vatsalya dan Arora (2011), puyuh yang memiliki kadar glukosa darah sebesar 275,1 mg/dL pada umur delapan hari (fase *starter*) dan 215,1 mg/dL pada umur 40 hari (fase *grower*). Hasil penelitian ini juga menunjukkan pola yang sama yaitu kadar glukosa darah fase *starter* menurun pada fase *grower*.

Puyuh fase *starter* (18 hari) dengan bobot rata-rata $70,00 \pm 6,40$ g ditemukan rata-rata glukosa yang tinggi sebesar $282,30 \pm 49,34$ mg/dL. Hal ini disebabkan adanya pengaruh kebutuhan *growth hormone* yang tinggi pada fase *starter*. *Growth hormone* (GH) memiliki pengaruh dalam metabolisme karbohidrat, lipid, dan protein di dalam tubuh. Peran GH dalam metabolisme protein adalah meningkatkan penyerapan asam amino dan produksi protein serta menurunkan oksidasi protein. *Growth hormone* dapat meningkatkan proses pengolahan lemak dengan merangsang pemecahan dan oksidasi trigliserida, di samping membantu menjaga kadar glukosa darah dengan merangsang penyerapan dan produksi glukosa (Hertamawati *et al.*, 2019). Kadar glukosa mengalami penurunan pada fase *grower* (25 hari), berkurang 15,9 mg/dL menjadi $266,40 \pm 68,19$ mg/dL, dan kadar ini lebih tinggi dibandingkan fase *layer*.

Penurunan kadar glukosa yang paling tinggi terjadi pada fase *grower* menuju fase *layer*. Fase *layer* adalah fase dimulainya persiapan untuk produksi telur sehingga membutuhkan aktivitas metabolisme yang tinggi dan memerlukan energi yang didapatkan melalui glukosa. Menurut El-Ghalid (2009), tahap perkembangan reproduksi menyebabkan penurunan kadar glukosa yang lebih tinggi. Sebelum terjadinya kematangan seksual terjadi penurunan kadar glukosa sebanyak 13%, sedangkan saat setelah kematangan seksual dan puncak produksi terjadi penurunan kadar glukosa sebanyak 15%. Penurunan kadar glukosa ini memicu sel alfa pada pankreas untuk melepaskan glukagon agar terciptanya homeostasis (Honda *et al.*, 2007). Glukagon dapat merangsang proses glikogenolisis (glikogen menjadi glukosa) pada sel-sel hati. Saat terjadi peningkatan glukosa akibat aktivitas glikogen, hormon insulin kembali dilepaskan dari sel beta pankreas. Menurut Dupont *et*

al. (2012), glukosa membutuhkan kehadiran insulin untuk menghambat pelepasan glukagon oleh pankreas. Rasio insulin glukagon penting dalam mengontrol metabolisme karbohidrat.

Hasil penelitian menunjukkan umur tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar glukosa darah. Hal ini sejalan dengan laporan penelitian Abdul-Majeed dan Abdul-Rahman (2021) yang menyatakan umur tidak berpengaruh terhadap parameter biokimia darah seperti glukosa.

Jenis kelamin puyuh berpengaruh terhadap kadar glukosa darah, kolesterol, dan asam urat. Hewan jantan memiliki kadar glukosa darah yang lebih tinggi dibandingkan hewan betina. Hal ini karena hewan jantan memiliki hormon testosteron yang dapat menstimulasi terjadinya eritropoiesis pada sumsum tulang. Testosteron juga memiliki efek pada ginjal karena dapat menginduksi sekresi eritropoietin yang dapat meningkatkan produksi sel-sel darah merah melalui eritropoiesis pada sumsum tulang hewan jantan (Abou-Kassem 2019). Eritrosit membutuhkan glukosa sebagai substrat utama untuk kebutuhan energi. Agar terpenuhinya proses metabolisme pada darah dibutuhkan kadar glukosa yang lebih banyak (Sturkie 2015). Hormon estrogen yang dihasilkan oleh puyuh betina dewasa dapat menyebabkan penurunan konsentrasi glukosa yang menstimulasi aktivitas pankreas (El-Ghalid 2009). Puyuh jantan dewasa memiliki kadar glukosa $17,3 \pm 0,6$ mmol/L, sedangkan puyuh betina sebesar $14,4 \pm 0,6$ mmol/L (Herichova *et al.*, 2004).

Kadar glukosa dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya GH, insulin, dan glukagon. Insulin berperan dalam menurunkan kadar glukosa darah, sedangkan GH dan glukagon berperan untuk meningkatkan kadar glukosa darah melalui proses glikogenolisis (Scanes dan Braun, 2013). Pertumbuhan dan perkembangan puyuh pada fase *starter*, *grower*, dan *layer* melibatkan hormon pertumbuhan (GH). Kadar hormon pertumbuhan pada puyuh meningkat dari umur tujuh hari (*starter*) hingga umur 28 hari (*grower*). *Growth hormone* berperan penting dalam metabolisme otot, tulang, komposisi tubuh, dan fungsi organ untuk mempertahankan homeostasis yang diperlukan dalam penambahan bobot badan. Kadar GH pada fase *grower* berada dalam kondisi optimal sehingga tercapai performa biologis dan berbagai organ tubuh bekerja dengan baik. Pertumbuhan membutuhkan banyak energi untuk pemeliharaan tubuh untuk aktivitas gerak otot

dan sintesis jaringan-jaringan baru. Pembentukan jaringan ini menyebabkan penambahan bobot dan komposisi tubuh sehingga terjadi proses pertumbuhan (Widyastuti 2014). Semakin bertambah umur puyuh, semakin tinggi kadar GH, sehingga kadar glukosa darah semakin rendah. Hormon pertumbuhan merupakan hormon yang terbentuk pada organ hipofisis anterior yang memiliki efek metabolik melawan kerja insulin. Pertambahan umur puyuh biasanya diikuti dengan penambahan bobot badan. Pertumbuhan dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya hormon dan pakan. *Growth hormone* dan *insulin-like growth factor I* (IGF-1) dikenal sebagai hormon yang memengaruhi pertumbuhan, maturasi, dan metabolisme tubuh. Saat pakan yang diberikan berkurang, maka GH dan IGF-I akan mengalami penurunan (Hertamawati *et al.*, 2019). Saat kondisi tertentu, pemberian pakan perlu dibatasi. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan sekresi GH diikuti oleh peningkatan efek metabolik pada jaringan tubuh. Peningkatan GH dapat menstimulasi hati untuk meningkatkan sekresi IGF-I. Hal ini tidak terlalu memengaruhi pertumbuhan, saat program pembatasan pakan dilakukan secara baik (El-far 2014).

Kondisi stres dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar glukosa darah. Saat stres hewan mengaktifkan cadangan energi yang pertama yaitu glukosa. Selain itu, stres merangsang pelepasan berbagai hormon yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Aslam *et al.*, 2021). Salah satu indikator stres pada puyuh adalah kortisol dan kortikosteron. Kortisol merupakan kortikosteroid utama pada mamalia, sedangkan kortikosteroid utama pada unggas adalah kortikosteron. Hormon ini dihasilkan oleh korteks adrenal dan mengalami peningkatan pada saat kondisi stres (Tamzil 2014). Kortisol yang meningkat dapat menghambat kerja insulin dan merangsang peningkatan glikogenolisis di dalam hati. Glukosa akan dipecah dan sebagian besar masuk ke dalam darah, sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan.

Kadar Kolesterol Darah

Hasil pengukuran kadar kolesterol puyuh yang diuji disajikan pada Tabel 2 yang berisi rata-rata bobot badan setiap fase, rata-rata kadar kolesterol pada masing-masing fase umur pemeliharaan, dan selisih kadar kolesterol pada masing-masing fase.

Kadar kolesterol darah pada berbagai fase pemeliharaan/umur puyuh menunjukkan hasil berbeda nyata ($p < 0,05$). Nilai kolesterol darah tertinggi diperoleh pada fase *layer* sebesar 219,6 mg/dL, sejalan dengan laporan penelitian Blaszczyk *et al.* (2006) bahwa kandungan kolesterol puyuh fase produksi berkisar antara 180-220 mg/dL. Fase bertelur memiliki konsentrasi lipid dua kali lebih tinggi dibandingkan yang belum dewasa (Mushawwir *et al.*, 2020). Menurut Aviati (2014) peningkatan kadar kolesterol terjadi karena pembentukan kolesterol secara endogen yang sangat dibutuhkan pada puyuh petelur dalam jumlah banyak untuk membentuk hormon steroid. Kolesterol sangat diperlukan dalam proses fisiologis seperti pembentukan sel termasuk pembentukan sel telur pada puyuh. Fase *layer* adalah fase saat puyuh mulai memproduksi telur dan waktu mulainya proses sintesis *yolk* (vitelogenesis) yang membutuhkan lemak cukup tinggi. Puyuh menghasilkan telur jika kandungan kolesterol di dalam darah tinggi. Vitelogenesis merupakan aspek penting dalam pertumbuhan oosit. Sirkulasi estrogen dalam darah menggertak hati untuk mensintesis dan mensekresikan vitelogenin yang merupakan cikal bakal/prekursor protein kuning telur. Vitelogenin yang berada dalam sel hati berfungsi untuk menentukan perkembangan jaringan ovarium. Kadar kolesterol daging maupun kadar kolesterol kuning telur akan meningkat sejalan dengan meningkatnya kadar kolesterol darah. Namun, peningkatan akan maksimal pada kadar kolesterol darah sebesar 700 mg/dL (Rahmat dan Wiradimadja, 2011).

Tabel 2. Rata-rata bobot badan, kadar kolesterol, serta selisih kadar kolesterol puyuh pada tiap fase

Fase	Rata-rata bobot badan (g)	Rata-rata kadar kolesterol (mg/dL)	Selisih kadar kolesterol antar fase (mg/dL)
<i>Starter</i> (18 hari)	70,00 ± 6,40	158,40 ± 54,12 ^b	-35,40
<i>Grower</i> (25 hari)	103,50 ± 7,50	123,00 ± 20,09 ^b	96,60
<i>Layer</i> (330 hari)	213,20 ± 29,90	219,60 ± 96,03 ^a	

Keterangan: Angka disertai huruf yang berbeda pada baris yang sama, menunjukkan pengaruh signifikan ($p < 0,05$; Duncan), pada masing-masing fase yang diuji

Kadar kolesterol pada fase *starter* sebesar 158,40 mg/dL lebih tinggi daripada fase *grower* yaitu sebesar 123,00 mg/dL. Menurut Suryo *et al.* (2012), kolesterol total darah normal pada unggas yang memasuki fase pertumbuhan berkisar antara 120-200 mg/dL. Pada fase *starter* kolesterol darah lebih tinggi daripada fase *grower*. Hal ini karena kebutuhan pakan pada fase *starter* adalah pakan dengan lemak lebih tinggi (sekitar 4%) yang digunakan untuk mengoptimalkan pertumbuhan, sehingga bobot badan dapat meningkat pada awal pemeliharaan. Menurut Mushawwir *et al.* (2020) puyuh umur 0-3 minggu (fase *starter*) membutuhkan pakan dengan kandungan energi metabolisme dan lemak yang lebih tinggi dari fase *grower*.

Kadar kolesterol dipengaruhi oleh beberapa faktor, pertama dari luar sel yang meliputi jumlah kolesterol bebas atau yang terikat dengan lipoprotein, persediaan asam lemak bebas dan adanya hormon tertentu. Faktor yang kedua dari dalam sel, seperti kegiatan enzim yang berperan dalam sintesis kolesterol atau dalam katabolisme kolesterol sebagai prekursor untuk sintesis kolesterol (Rahmat dan Wiradimadja, 2011). Kandungan kolesterol dalam darah juga dipengaruhi oleh jenis kelamin, bobot badan, ransum, umur dan lingkungan. Kemampuan dalam mengabsorpsi lemak setiap genetik berbeda yang disesuaikan dengan kondisi fisiologis dan kebutuhan ternak, sehingga kecepatan sintesis kolesterol di dalam tubuh masing-masing ternak tersebut juga relatif berbeda (Wijaya *et al.*, 2013).

Kolesterol pada puyuh jantan dan betina berbeda, karena pada puyuh betina kolesterol lebih banyak digunakan untuk pembentukan telur. Kolesterol merupakan prekursor dari salah satu hormon steroid yaitu estrogen, semakin tinggi kadar estrogen di dalam tubuh maka semakin tinggi juga kadar kolesterolnya. Estrogen pada puyuh petelur berfungsi untuk perkembangan folikel, sehingga apabila folikel yang berkembang banyak, maka materi pembentuk *yolk* seperti kolesterol

akan terdistribusi secara menyebar ke seluruh folikel, sehingga kadar kolesterol telur dapat berkurang (Aviati *et al.*, 2014). Kandungan kolesterol juga dipengaruhi oleh umur. Pada awal pemeliharaan kolesterol digunakan puyuh untuk meningkatkan pertumbuhan, sementara pada fase *layer* kolesterol digunakan untuk sintesis *yolk*. Pakan juga merupakan salah satu faktor yang ikut menentukan tinggi rendahnya kolesterol. Kandungan dalam pakan yang mengandung kolesterol juga akan membuat kadar kolesterol pada puyuh semakin meningkat (Harini dan Astirin, 2009).

Kadar Asam Urat

Hasil pengukuran kadar asam urat puyuh yang diuji disajikan pada Tabel 3 yang berisi rata-rata bobot badan setiap fase, rata-rata kadar asam urat pada masing-masing fase umur pemeliharaan, dan selisih kadar asam urat pada masing-masing fase.

Hasil pengukuran kadar asam urat pada setiap fase puyuh menunjukkan bahwa kadar asam urat tertinggi terdapat pada puyuh fase *grower* sebesar 10,65 mg/dL. Sementara itu, kadar asam urat pada puyuh fase *starter* dan *layer* tidak terlalu terpaut jauh, yakni masing-masing menunjukkan nilai sebesar 8,41 mg/dL dan 8,52 mg/dL. Berdasarkan hasil uji sidik ragam menunjukkan tidak terdapat pengaruh umur pemeliharaan yang sangat nyata pada kadar asam urat puyuh antar fase pertumbuhan ($p>0,05$).

Asam urat merupakan bahan sisa metabolisme protein yang berbasis nitrogen. Kadar asam urat dapat menggambarkan kemampuan unggas dalam pemanfaatan protein atau asam amino pada pakan. Kadar asam urat yang sangat tinggi dapat menyebabkan protein diekskresikan melalui ekskreta/feses. Perubahan katabolisme protein dalam tubuh dapat tercermin dalam konsentrasi asam urat. Kandungan asam urat darah pada unggas bersifat variatif pada kondisi fisiologis standar (Sturkie 2015). Asam urat hasil biosintesis

Tabel 3. Rata-rata bobot badan, kadar asam urat, serta selisih kadar asam urat puyuh pada tiap fase

Fase	Rata-rata bobot badan (g)	Rata-rata kadar asam urat (mg/dL)	Selisih kadar asam urat antar fase (mg/dL)
<i>Starter</i> (18 hari)	70,00 ± 6,40	8,41 ± 3,92	2,24
<i>Grower</i> (25 hari)	103,50 ± 7,50	10,65 ± 4,18	-2,13
<i>Layer</i> (330 hari)	213,20 ± 29,90	8,52 ± 3,90	

Keterangan: Angka disertai huruf yang berbeda pada baris yang sama, menunjukkan pengaruh signifikan ($p<0,05$; Duncan), pada masing-masing fase yang diuji

dikirim ke ginjal untuk diekskresikan. Asam urat yang diekskresikan pada unggas berkisar antara 60-80% (Gong *et al.*, 2005). Piotrowska *et al.* (2011) menyatakan bahwa ayam pedaging umur 14 dan 42 hari memiliki kadar asam urat yang tidak terpaut jauh (9,246 dan 8,405 mg/dL), dengan kadar asam urat terendah terdapat pada ayam pedaging dengan umur 21 hari (6,237 mg/dL). Sementara itu Koga *et al.* (2003) menyatakan bahwa kadar asam urat pada puyuh (5,4 mg/dL) lebih tinggi dibandingkan dengan ayam (3,6 mg/dL) masing-masing berumur 300 hari. Kadar asam urat puyuh yang lebih tinggi karena massa otot dada puyuh yang relatif lebih tinggi dan mendukung adanya kadar asam urat puyuh yang lebih tinggi.

Hasil pengukuran kadar asam urat pada puyuh fase *starter*, *grower* dan *layer* (umur 18, 25, dan 330 hari) masing-masing menunjukkan nilai sebesar 8,41; 10,65 dan 8,52 mg/dL. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sturkie (2015) bahwa 98% asam urat yang berada dalam plasma tubuh unggas (pH normal 7,4) berbentuk anionik dengan konsentrasi rata-rata asam urat sekitar 10,92 mg/dL, (kondisi kelarutan natrium urat berkisar 8,32 mmol/L). Hasil penelitian Abdul-Majeed *et al.* (2021) menyatakan bahwa *breed* dan umur pemeliharaan puyuh (42-84 hari) tidak berpengaruh nyata pada kimia darah, seperti glukosa, kolesterol, asam urat, dan aminotransferase (AST) puyuh. Jenis kelamin puyuh berpengaruh nyata pada sifat kimia serum darah. Hal ini karena pada puyuh betina dapat terjadi peningkatan sekresi estrogen yang menyebabkan peningkatan produksi prekursor lipoprotein kuning telur dan berdampak pada peningkatan total protein dan trigliserida dalam darah (Patra *et al.*, 2019).

Puyuh fase *starter* (umur 18 hari) menunjukkan rata-rata kadar asam urat dan bobot tubuh masing-masing sebesar 8,41 mg/dL dan 70 g. Kadar asam urat yang tidak tinggi pada unggas muda merupakan hal yang normal. Jika dibandingkan dengan rata-rata kadar asam urat unggas sebesar 10,92 mg/dL. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi fisiologis puyuh *starter* yang masih muda dengan deposisi dan perkembangan organ yang belum signifikan (Sturkie 2015).

Peningkatan kadar asam urat pada unggas dapat terjadi jika kadar asam amino dalam pakan yang tidak seimbang dan penurunan asupan pakan (Sigolo *et al.*, 2017), selain itu peningkatan asam urat pada ayam pedaging dalam masa pertumbuhan (umur

22-42 hari) merupakan salah satu mekanisme pertahanan tubuh untuk mengurangi konsentrasi amonia intraseluler dengan cara membatasi absorpsi pakan dan peningkatan katabolisme asam urat. Hal ini berkaitan dengan penurunan tingkat kegemukan karkas dengan pemberian diet protein tinggi. Mekanisme tersebut akan menghasilkan panas yang terlibat dalam proses deaminasi dan transaminasi asam amino yang berlebih dan berdampak pada metabolit lain, seperti asam urat (Namroud *et al.*, 2008). Selain itu, peningkatan ekskresi kadar asam urat berkaitan dengan penurunan konsentrasi glutamina dan glisina dalam plasma (Selle *et al.*, 2021).

Kadar asam urat tubuh puyuh fase *grower* (umur 25 hari) merupakan kadar asam urat yang paling tinggi (10,65 mg/dL) dengan rata-rata bobot badan sebesar 103,5 g. Fase *grower* diketahui sebagai fase umur ketika dalam tubuh unggas terjadi deposisi protein dan perkembangan organ yang signifikan. Asam urat yang tinggi pada unggas dalam masa pertumbuhan dapat dipengaruhi oleh ketidaksesuaian asam amino esensial yang terkandung dalam pakan. Persamaan pemberian jenis ransum antar fase puyuh dapat memicu terjadinya ketidaksesuaian asam amino esensial sehingga dapat terjadi katabolisme protein tubuh. Proses tersebut menyebabkan peningkatan ekskresi nitrogen dalam bentuk asam urat (Freitas *et al.*, 2020).

Kadar asam urat puyuh pada fase *layer* (umur 330 hari) menunjukkan rata-rata kadar asam urat dan bobot tubuh masing-masing sebesar 8,52 mg/dL dan 213,2 g. Penurunan kadar asam urat dari fase sebelumnya dapat dipengaruhi oleh periode bertelur yang memiliki aktivitas muskuler dan ovulasi yang tinggi (Sturkie 2015). Selain itu, dapat dipengaruhi oleh konsentrasi estrogen dalam tubuh dan protein diet (Agina *et al.*, 2016). Protein sangat berperan sebagai nutrisi esensial dalam produksi telur karena sangat berperan dalam pembentukan fosfolipid lesitin dan komponen kuning telur (Khairani *et al.*, 2016). Penurunan kadar asam urat pada puyuh dari masa pertumbuhan ke masa produksi dapat menjadi indikasi bahwa diet yang diberikan mengandung asam amino yang lebih sesuai dengan kebutuhan pada fase bertelur. Perbedaan yang signifikan antara kadar asam urat puyuh pada masa pertumbuhan dan masa produksi telur mungkin berkaitan dengan adanya perubahan tingkat protein dalam tubuh. Asam amino yang dimobilisasi dari protein

tubuh dapat memengaruhi hilangnya nitrogen dalam bentuk asam urat yang lebih besar dari tubuh sehingga membutuhkan kandungan nitrogen yang lebih tinggi dalam pakan (per gram pertambahan bobot badan) (Filho *et al.*, 2011).

Laporan hasil penelitian tentang hubungan antara penambahan bobot badan dan kadar asam urat pada unggas belum banyak dilaporkan. Jenni-Eirmaan *et al.* (2002) menyatakan tidak ada hubungan yang signifikan antara kadar asam urat dan penambahan bobot badan pada unggas. Seaman *et al.* (2005) menyatakan bahwa kadar asam urat yang bervariasi sangat mungkin dapat dipengaruhi oleh perbedaan kandungan protein.

Protein disintesis dari asam amino bebas, yang tersedia dari makanan (produk akhir pencernaan) atau berasal dari metabolisme sebagai biosintesis asam amino dalam tubuh. Asam amino bersirkulasi melalui darah dan terakumulasi dalam jaringan. Pergantian protein mengacu pada keseimbangan antara anabolisme dan katabolisme protein. Anabolisme atau sintesis protein akan memfasilitasi asam amino asal pakan untuk menyatu menjadi protein atau berbiosintesis dalam jaringan tubuh. Katabolisme terjadi melalui pemecahan protein untuk membangun gugus amino yang menghasilkan urea atau protein lebih lanjut (Qaid dan Al-Garadi, 2021). Asam urat pada unggas pada dasarnya merupakan produk akhir katabolisme protein yang konsentrasinya dalam plasma sangat bervariasi karena dipengaruhi oleh tingkat pergantian protein tubuh, seperti peningkatan asam urat dapat terjadi karena adanya degradasi protein tubuh (Tsahar *et al.*, 2006).

SIMPULAN

Kadar glukosa darah puyuh pada fase *starter*, *grower* dan *layer* secara berurutan sebesar 282,30 mg/dL, 266,40 mg/dL dan 257,60 mg/dL. Pertambahan umur diikuti dengan penambahan bobot badan. Fase pertumbuhan tidak memengaruhi kadar glukosa darah. Bobot badan pada burung puyuh fase *starter*, *grower* dan *layer* masing-masing sebesar 70 g, 103,5 g dan 213,5 g. Kadar kolesterol darah puyuh pada fase *starter*, *grower* dan *layer* masing-masing sebesar 158,4 mg/dL, 123 mg/dL, dan 219,6 mg/dL. Kolesterol darah puyuh meningkat seiring dengan kebutuhan fisiologis tubuh. Kadar kolesterol tertinggi terdapat pada fase *layer* saat

puyuh mulai memproduksi telur. Kadar asam urat puyuh pada fase umur pemeliharaan *starter*, *grower* dan *layer*, masing-masing menunjukkan nilai sebesar 8,41 mg/dL, 10,65 mg/dL, dan 8,52 mg/dL dengan umur pemeliharaan yang semakin lama akan meningkatkan bobot badan.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai ketahanan tubuh pada burung puyuh fase *starter*, *grower* dan *layer*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Komisi Etik Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Laboratorium Fisiologi, Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologi, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor serta Peternakan Jaja Quail.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Moneim AME, Shehata AM, Khidr RE, Paswan VK, Ibrahim NS, El-Ghoul AA, Aldhumri SA, Gabr SA, Mesalam NM, Elbaz AM, Elsayed MA, Wakwak MM, Ebeid TA. 2021. Nutritional manipulation to combat heat stress in poultry – A comprehensive review. *J Therm Biol.* 98: 1-20.
- Abdul-Majeed AF, Abdul-Rahman SY. 2021. Impact of breed, sex, and age on hematological and biochemical parameters of local quail. *Iraqi Journal of Veterinary Science* 35(3): 459–464. doi:10.33899/ijvs.2020.126960.1432.
- Abou-Kassem DE, El-Kholy MS, Alagawany M, Laudadio V, Tufarelli V. 2019. Age and sex-related differences in performance, carcass traits, hemato-biochemical parameters, and meat quality in Japanese quails. *Poultry Science* 98(4): 1684–1691.
- Agina OA, Ezema WS, Nwishienyi CN. 2016. Haemato-biochemical profile of apparently healthy domestic turkeys (*Meleagris gallopavo*) in Nsukka, Enugu state, Nigeria. *Animal Research International* 12: 2120–2129.
- Ahdanisa S, Sujana E, Wahyuni S. 2014. Pengaruh Tingkat Protein Ransum Terhadap Bobot Abdominal Puyuh

- Jantan. *E-Journal Mahasiswa dan Pasca Sarjana Universitas Padjajaran* 1(1): 1–11.
- Ashmawy NA. 2015. Blood metabolic profile and certain hormones concentrations in egyptian buffalo during different physiological states. *Asian Journal of Animals and Veterinary Advance* 10(6): 271-280. doi: 10.3923/ajava.2015.271.280.
- Aslam S, Eroglu M, Baykalir Y, Oymak Y. 2021. An evaluation of different quail varieties for the heat stres resistance. *European Journal of Veterinary Medicine* 1(3): 1-3.
- Aviati V, Mardiaty SM, Saraswati TR. 2014. Kadar kolesterol telur puyuh setelah pemberian tepung kunyit dalam pakan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 23(1): 58-64.
- Bazzano M, Giudice E, Giannetto C, Fazio F, Scollo C, Piccione G. 2016. The peripartum period influenced the serum macro-mineral profile in mares. *Archives Animal Breeding*. 59(1): 65–70. doi: 10.5194/aab-59-65-2016.
- Blaszczyk BTU, Zofia, Darius G, Tomasz S. 2006. Changes in the blood plasma testosterone and cholesterol concentrations during sexual maturation of Pharaoh quails. *Animal Science Papers and Reports* 24(3): 259- 266.
- [Dirjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2021. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta (ID): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Dupont J, Métayer-Coustard S, Ji B, Ramé C, Gespach C, Voy B, Simon J. 2012. Characterization of major elements of insulin signaling cascade in chicken adipose tissue: apparent insulin refractoriness. *General and Comparative Endocrinology* 176(1): 86-93.
- El-Far AH. 2014. Effects of quantitative feed restriction on serum triacylglycerol, cholesterol and growth hormones in white pekin duck. *Global Journal Biotechnology and Biochemistry* 9(3): 94-98.
- El-Ghalid OAH. 2009. Exogenous estradiol: blood profile, productive and reproductive performance of female Japanese quails at different stage of production. *Asian Journal of Poultry Science* 3(1): 1-8.
- Filho JJ, da Silva JHV, Costa FGP, Sakomura NK, Silva CT, Chagas NA. 2011. Prediction equations to estimate the demand of energy and crude protein for maintenance, gain and egg production for laying Japanese quails. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(11): 2423–2430. doi:10.1590/s1516-35982011001100020.
- Freitas SR, Santos F, Gerais M, Federal U, Grosso DM, Agronomia F De, Grosso M. 2020. Estimates for digestible threonine: lysine for 21-35-day-old female meat-type quails. *Animal Nutrition* 21(1): 1-13. doi:10.1590/S1519-99402121292020.
- Gong LM, Lai CH, Qiao SY, Li D, Ma YX, Liu YL. 2005. Growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and serum biochemical parameters of broiler fed low-protein diets supplemented with various ratios of threonine to lysine. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 18(8): 1164-1170.
- Harini M, Astirin OP. 2009. Kadar kolesterol darah putih tikus (*Rattus norvegicus*) hiperkolesterolemik setelah perlakuan VCO. *Nusantara Bioscience* 1: 53-58.
- Herichova I, Zeman M, Jurani M, Lamosova D, 2004. Daily rhythms of melatonin and selected biochemical parameter in plasma of japanese quail. *Avian Poultry Biology Reviews* 15(3): 205-210.
- Hertamawati RT, Soedjarwo E, Sjojfan O, Suyadi S. 2019. Implication of feed restriction during growth period on the growth hormone profiles and morphology ovary of quail hen (*Coturnix coturnix Japonica*). *Journal Indonesian Tropical Animal Agriculture* 44(4): 415-422.
- Honda K, Kamisoyama H, Saito N, Kurose Y, Sugahara K, Hasegawa S. 2007. Central administration of glucagon suppresses food intake in chicks. *Neuroscience Letters* 416(2): 198-201.
- Jumadin L, Maheshwari H, Ulupi N, Satyaningtjas AS. 2022. Physiological Performance and Productivity of Japanese Quail Supplemented with Cassava Leaf Paste. *Tropical Animal Science Journal* 45(4): 460-466.

- Jumadin L, Satyaningtjas A, Santoso K. 2017. Ekstrak Daun Singkong Baik Sebagai Antioksidan pada Burung Puyuh Dewasa yang Mendapat Paparan Panas Singkat *Jurnal Veteriner* 18(1): 135–143.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2020. Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2020-2024. [diakses 2022 Okt 28]. [http://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Draft%20Renstra%202020-2024%20edited%20BAPPENAS%20\(Final\).pdf](http://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Draft%20Renstra%202020-2024%20edited%20BAPPENAS%20(Final).pdf).
- Khairani, Sumiati, Wiryawan KG. 2016. Egg production and quality of quails fed diets with varying levels of methionine and choline chloride. *Media Peternakan* 39(1): 34–39. doi:10.5398/medpet.2016.39.1.34.
- Koga Y, Yamasaki I, Saito ES, Saito S, Takagi T, Tachibana T, Kido Y, Furuse M. 2003. Comparison of plasma constituents between Japanese quail and chickens under fed and fasted conditions. *Journal of Applied Animal Research* 24(1): 6. doi:10.1080/09712119.2003.9706428.
- Madreseh-Ghahfarokhi S, Dehghani-Samani A, Dehghani-Samani A. 2020. Blood metabolic profile tests at dairy cattle farms as useful tools for animal health management. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine*. 23(1): 1-20. doi: 10.15547/bjvm.2161.
- Molefe K, Mwanza M. 2019. Serum biochemistry in cows of different breeds presented with reproductive conditions. *Onderstepoort Journal of Veterinary Research* 86(1): a1742. doi: 10.4102/ojvr.v86i1.1742.
- Mushawwir A, Suwarno N, Permana R. 2020. Profil total lemak dan protein hati puyuh fase grower dan layer. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan*. 6(2): 65-76.
- Namroud NF, Shivazad M, Zaghari M. 2008. Effects of fortifying low crude protein diet with crystalline amino acids on performance, blood ammonia level, and excreta characteristics of broiler chicks. *Poultry Science* 87(11): 2250–2258. doi:10.3382/ps.2007-00499.
- Patra K, Puspamitra S, Das A, Mallik BK, Mohanty PK. 2019. Serum biochemical profiling in different varieties of Japanese quail, *Coturnix japonica* (Temminck and Schlegel, 1849). *Comparative Clinical Pathology* 28(6): 1599–1607. doi:10.1007/s00580-019-02974-3.
- Piotrowska A, Burlikowska K, Szymeczko R. 2011. Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period. *Folia Biologica (Praha)*. 59(3–4): 183–187. doi:10.3409/fb59_3-4.183-187.
- Puppel K, Kuczynska B. 2016. Metabolic profiles of cow's blood; a review. *Journal Science of Food and Agriculture* 96: 4321–4328. doi: 10.1002/jsfa.7779.
- Qaid MM, Al-Garadi MA. 2021. Protein and amino acid metabolism in poultry during and after heat stress: A review. *Animals* 11(4): 1167 doi:10.3390/ani11041167.
- Rahmat D, Wiradimadja R. 2011. Pendugaan kadar kolesterol daging dan telur berdasarkan kadar kolesterol darah pada puyuh jepang. *Jurnal Ilmu Ternak* 11(1): 35-38.
- Saili T, Aka R, Auza FA, Salido WL, Sari AM. 2019. Kolesterol, Asam Urat, dan Glukosa Darah Ayam Buras yang Diberi Pakan dengan Ramuan Herbal dan Ekstrak Kerang Bakau (*Polymesoda erosa*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Peternakan*. 6(2): 225-231.
- Scanes CG, Braun E. 2013. Avian metabolisme : its control and evolution. *Frontiers in Biology*. 8(2):134-159.
- Seaman DA, Guglielmo CG, Williams TD. 2005. Effects of physiological state, mass change and diet on plasma metabolite profiles in the western sandpiper *Calidris mauri*. *Journal of Experimental Biology* 208(4): 761–769. doi:10.1242/jeb.01451.
- Selle PH, Cantor DI, Mcquade LR, Mcinerney B V, Cesar J, Dorigam DP, Macelline SP, Chrystal P V, Liu SY. 2021. Implications of excreta uric acid concentrations in broilers offered reduced crude protein diets and dietary glycine requirements for uric acid synthesis. *Animal Nutrition* 7(4): 939–946. doi: 10.1016/j.aninu.2021.03.011.
- Sharifi MR, Shams-Shargh M, Dastar B, Hassani S. 2011. The effect of dietary protein levels and synbiotic on performance parameters, blood characteristics and carcass yields of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Italian Journal of Animal Science* 10(1): e4. doi:10.4081/ijas.2011.e4.

- Sigolo S, Zohrabi Z, Gallo A, Seidavi A, Prandini A. 2017. Effect of a low crude protein diet supplemented with different levels of threonine on growth performance, carcass traits, blood parameters, and immune responses of growing broilers. *Poultry Science* 96(8): 2751–2760. doi:10.3382/ps/pex086.
- Singh G, Singh R, Randhawa SNS. 2020. Metabolic profiling of dairy cattle during transition period: a review. *The Pharma Innovation Journal*9(7): 246-252. doi: 10.22271/tpi.2020.v9.i7Se.4989.
- Stojevic Z, Filipovic N, Bozic P, Tucek Z, Daud J. 2008. The metabolic profile of Simmental service bulls. *Veterinary Archives*. 78 (2):123-129.
- Sturkie PD. 2015. *Avian Physiology* 5th Ed. New York (US): Springer-Verlay. Hlm. 920.
- Suryo H, Yudiarti T, Isroli. 2012. Pengaruh pemberian probiotik sebagai aditif pakan terhadap kadar kolesterol, *high density lipoprotein* (HDL) dan *low density lipoprotein* (LDL). *Animal Agriculture Journal*.1(2): 228-237.
- Tamzil MH. 2014. Stres panas pada unggas: metabolisme, akibat dan upaya penanggulangannya. *Wartazoa*. 24(2): 57-66.
- Tilgar V, Kilgas P, Viitak A, Reynolds SJ. 2008. The rate of bone mineralization in birds is directly related to alkaline phosphatase activity. *Physiology and Biochemical Zoology*. 81(1): 106-111.
- Tsahar E, Arad Z, Izhaki I, Guglielmo CG. 2006. The relationship between uric acid and its oxidative product allantoin: A potential indicator for the evaluation of oxidative stress in birds. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*. 176(7): 653–661. doi:10.1007/s00360-006-0088-5.
- Vatsalya V, Arora KL. 2011. Association between body weight growth and selected physiological parameters in male japanese quail (*Coturnix japonica*). *International Journal of Poultry Science* 10(9): 680-684.
- Widyastuti W, Mardiaty SM, Saraswati TR. 2014. Pertumbuhan puyuh (*Coturnix coturnix Japonica*). *Buletin Anatomi dan Fisiologi* 22 (2): 12-20.
- Wijaya VG, Ismoyowati, Saleh DM. 2013. Kajian kadar kolesterol dan trigliserida darah berbagai jenis itik lokal yang pakannya disuplementasi dengan probiotik. *Jurnal Ilmiah Peternakan* 1(2): 661-668.