

PRODUKSI DAN BERAT TELUR PADA AYAM STRAIN NOVOGEN BERDASARKAN VARIASI WARNA BULU DAN KUANTIFIKASI GEN TYR (TYROSINASE)

Egg Production and Weight of Novogen Strain Chicken Based on Variations of Feather Color and Tyrosinase (TYR) Gene Quantification

Afidhatul Masruroh¹⁾, Mudawamah*¹⁾, Inggit Kentjonowaty¹⁾

¹⁾ Program Studi Peternakan Universitas Islam Malang

*Correspondent Author: mudawamah@unisma.ac.id

Submitted 22 Desember 2021, Accepted 30 Desember 2021

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di peternakan ayam petelur *strain Novogen* milik Bapak Hidayat dan laboratorium Biomolekuler UNISMA. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa perbedaan produksi dan berat telur pada berbagai fase produksi dilihat dari variasi warna bulu dan kuantifikasi TYR. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif analitik melalui studi kasus di peternakan ayam petelur dan analisis laboratoium. Sampel yang digunakan untuk data produksi dan berat telur sebanyak 217 ekor ayam petelur dengan warna bulu yang berbeda (39 ekor ayam warna bulu coklat variasi putih (CVP), 58 ekor ayam warna bulu coklat muda (CM), dan 120 ekor ayam warna bulu coklat tua (CT). Kuantifikasi gen TYR menggunakan 27 sampel bulu ayam petelur (9 ulangan dari masing-masing warna bulu). Variabel yang diamati adalah produksi telur pada tiga tahap berbeda (tahap I: umur 18-28, tahap II: umur 29-36, dan tahap III : umur 37-44 minggu), berat telur pada umur berbeda (U1 : 28, U2 : 36, dan U3 : 44 minggu). Analisis data dengan ragam satu arah dan uji beda nyata terkecil (BNT) dan qPCR dengan primer gen TYR. Hasil penelitian menunjukkan produksi dan berat telur pada berbagai warna bulu berbeda sangat nyata ($P < 0,01$). Rataan tertinggi produksi dan berat telur pada warna bulu CT dan rataaan terendah pada warna bulu CM. Di sisi lain berbagai warna bulu mempunyai nilai kuantifikasi gen TYR yang berbeda dengan nilai kuantifikasi warna bulu CT tertinggi yaitu 4,17, warna bulu CVP dan CM berturut-turut sebesar 4,02 dan 1,88. Kesimpulan penelitian ini adalah semakin tinggi nilai rataaan TYR maka semakin gelap warna bulu ayam *strain Novogen* yang diikuti dengan semakin tinggi produksi dan berat telur yang dihasilkan dari berbagai fase produksi.

Kata kunci: Ayam petelur, qPCR, kuantitas telur, warna bulu

How to cite : Masruroh, A., Mudawamah., & Kentjonowaty, I. Produksi dan Berat Telur pada Ayam Strain Novogen Berdasarkan Variasi Warna Bulu dan Kuantifikasi Gen TYR (Tyrosinase). TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production Vol 22, No 2 (122-129)

ABSTRACT

This research was conducted at the Novogen strain laying hens in a Farm and the UNISMA Biomolecular Laboratory. The purpose of this study was to analyze differences in egg production and weight in various production phases seen from variations in feather color and TYR quantification. Method research used descriptive-analytic through case studies on laying hens farms and laboratory analysis. The samples used for production and egg weight data were 217 laying hens with different feather colors (39 chickens with the white variation of brown feathers (CVP), 58 chickens with light brown feathers (CM), and 120 chickens with brown feathers. (CT). The TYR gene quantification used 27 samples of laying hens (9 replicates of each feather color). The observed variable was egg production at three different stages (stage I: age 18-28, stage II: age 29-36, and Stage III: 37-44 weeks of age), egg weight at different ages (U1: 28, U2: 36, and U3: 44 weeks). Data analysis with one-way variance and least significant difference (LSD) and qPCR with the TYR gene primer. The results showed that the production and weight of eggs in various feather colors were very significantly different ($P < 0.01$). The highest average of egg production and weight was on CT feather color, and the lowest average was on CM feather color. Variations of Feathers have different TYR gene quantification values with the highest quantification of CT feather color was 4.17, CVP and CM feather color were 4.02 and 1.88, respectively. The conclusion was that increasing TYR quantification was followed by increasing darkness feather color and increasing the production and weight of eggs production.

Keywords: Layer chicken, qPCR, egg quantity, feather color

PENDAHULUAN

Populasi ayam petelur di Jawa Timur dalam kurun waktu 2014-2018 yang termuat dalam *e-book* statistik peternakan dan kesehatan hewan sebesar 47 juta ekor (Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2018). Peningkatan jumlah populasi ayam petelur salah satunya dipengaruhi oleh perkembangan teknologi bidang genetik yaitu kemampuan untuk menghasilkan *strain* ayam baru.

Salah satu *strain* ayam petelur yang banyak dipelihara di Indonesia adalah ayam petelur *strain* Novogen. Ayam ini dikenal memiliki sifat tenang dan mudah beradaptasi lingkungan (Paulus, 2019). Di Indonesia, *strain* Novogen yang banyak diminati untuk dipelihara adalah *strain* Novogen brown. Dari waktu ke waktu warna bulu pada ayam petelur mengalami variasi, sementara peternak menginginkan produktivitas telur yang tinggi sehingga perlu dilakukan seleksi berdasarkan variasi fenotip khususnya warna bulu. Salah satu gen yang berkaitan dengan warna bulu

adalah tirosin. Pembentukan warna pada bulu unggas dipengaruhi oleh gen TYR (Armada, dkk., 2019). Gen TYR menghasilkan enzim yang disebut *tyrosinase*. Enzim ini terletak di sel melanosit yang menghasilkan pigmen yang disebut melanin. Menurut Suryaningsih dan Soebono (2016), pada dasarnya terdapat tiga enzim yang bekerja untuk mensintesis melanin yaitu tirosinase, *Tyrosinase-Related Protein 1* (TYRP-1) dan (TYRP-2), namun dari ketiga enzim tersebut yang memiliki peran paling besar adalah enzim tirosinase.

Enzim tirosinase berperan dalam proses awal katalis untuk mengkonversi tirosin menjadi L-3,4-*dihydroxyphenylalanine* (DOPA), dan selanjutnya teroksidasi menjadi DOP-*Aquinone* (DQ). DQ kemudian mengalami salah satu dari dua tahap berikut, apabila DQ berikatan dengan sistein maka oksidasi sisteinil DOPA akan menjadi pheomelanin yang merupakan melanin yang larut. Dan apabila tidak berikatan dengan sistein, DQ

secara spontan akan menjadi DOPAchrome yang berwarna coklat kehitaman yang disebut sebagai eumelanin (Cichorek, *et al.*, 2013).

Salah satu variasi fenotipe yang berkaitan dengan produktivitas ternak adalah sifat kuantitatif. Pada bidang peternakan unggas karakteristik kuantitatif yang ada hubungannya dengan produksi adalah bobot badan, berat telur, produksi telur dan umur bertelur pertama (Ismail, 2018). Sedangkan karakteristik kualitatif pada ayam diantaranya warna bulu.

Warna bulu pada bangsa unggas selain menjadi ciri atau identitas, juga dapat mempengaruhi produktivitas ternak (Suparyanto, 2003). Pada warna bulu gelap memiliki gen antistres yang berkaitan dengan produksi melanin. Hal ini didukung dengan pendapat Suryaningsih, dkk (2016) bahwa produksi melanin yang terjadi di melanogenesis banyak melibatkan protein (asam amino) yang menghasilkan beberapa interaksi antara melanosit dengan sel-sel lain termasuk sistem imun. Sehingga dapat diartikan bahwa ternak dengan warna bulu

gelap (kandungan tirosin dan melanin tinggi) memiliki kekebalan tubuh (sistem imun) yang lebih baik dibandingkan pada ternak dengan warna bulu lebih muda.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai produksi dan berat telur ayam *strain Novogen* pada fase produksi berbeda berdasarkan variasi warna bulu dan kuantifikasi gen TYR sehingga diharapkan dapat membantu pengembangan ayam *strain Novogen* di masa depan.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di dua tempat pengamatan yaitu (1) pengamatan produksi dan berat telur di peternakan ayam petelur milik Bapak Hidayat yang berlokasi di Karangploso dan (2) pengamatan kuantifikasi gen TYR di laboratorium Biomolekuler UNISMA.

Materi yang digunakan adalah ayam petelur *strain Novogen* dengan populasi yang diamati sebanyak 500 ekor dan menggunakan sampel sebanyak 217 ekor untuk data produksi dan berat telur, dengan pembagian sebagai berikut:

1. 39 ekor ayam dengan warna bulu coklat variasi putih (CVP)
2. 58 ekor ayam dengan warna bulu coklat muda (CM)
3. 120 ekor ayam dengan warna bulu coklat tua (CT)

Sedangkan untuk kuantifikasi gen TYR menggunakan primer gen TYR (Mudawamah *et al.*, 2014) sampel bulu bagian dada sebanyak 27 sampel (9 ulangan dari masing-masing warna bulu).

Metode yang digunakan adalah deskriptif dengan mengambil studi kasus di peternakan ayam petelur milik Bapak Hidayat. Kuantifikasi gen TYR dengan analisa qPCR untuk uji kuantifikasi gen TYR.

Variabel Penelitian

Adapun variabel yang diamati meliputi:

- a. Produksi telur pada tahap yang berbeda (tahap I: umur 18-28, tahap II: umur 29-36, dan tahap III: umur 37-44 minggu),
- b. Berat telur pada umur berbeda (U1: 28, U2: 36, dan U3: 44 minggu), dan

- c. Kuantifikasi gen TYR yang diambil dari bulu ayam petelur (warna bulu coklat variasi putih (CVP), coklat muda (CM), dan coklat tua (CT)). Warna bulu CVP memiliki ciri bulu dengan warna bulu dominan coklat dan terdapat pola bulu berwarna putih, warna bulu CM memiliki ciri bulu berwarna coklat lebih muda dan bercorak polos, sedangkan warna bulu CT memiliki warna bulu coklat lebih gelap dengan corak bulu polos.

Prosedur Penelitian

Produksi dan berat telur

Mengamati produksi dan berat telur ayam *strain Novogen* yang penghitungan jumlah telur per ekor dihitung pada tiga tahap berbeda dan pengukuran berat telur

dilakukan pada umur ternak yang berbeda. Alat yang digunakan dalam pengukuran berat telur adalah timbangan digital.

Kuantifikasi gen TYR

Dilakukan dengan uji laboratorium Biomolekuler yang digunakan untuk mengetahui nilai kuantifikasi gen TYR dalam bulu ayam petelur *strain Novogen*. Prosedur uji laboratorium ini dilakukan berdasarkan petunjuk dari buku prosedur kerja analisa qPCR. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam uji analisa qPCR yaitu *micro pipet, strip tube, centrifuge, vortex, dry bath, myfuge mini, qPCR, primer, syber green Bio-red, ekstraksi DNA (buffer PW, GA, TE, GD, dan GB), dan ddH₂O/aquabides*. Primer menggunakan primer gen TYR dengan urutan sekuans *forward 5'-TGC CAG GGG CTG GAC ATC CCC-3' reverse 5'-GGG CCC CCA GCA GAT GAA GAA-3'* (Mudawamah et al., 2014).

Analisa Data

Data produksi dan berat telur dianalisa dengan analisa ragam satu arah. Apabila terdapat perbedaan maka akan dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Produksi Telur

Produksi telur merupakan hasil yang diperoleh peternak dari pemeliharaan ayam *pullet* sebelumnya. Ayam petelur mulai berproduksi pada umur 18 minggu. Dalam

pengamatan yang telah dilakukan produksi telur mengalami kemunduran fase awal produksi yaitu pada umur ternak 21 minggu. Hal ini dipengaruhi oleh faktor eksternal yaitu suhu lingkungan kandang yang tidak stabil sehingga ternak merasa tidak nyaman. Suhu nyaman untuk ternak (*thermoneutral zone*) antara 21-24°C (Setiawati, dkk., 2016). Menurut Gunawan dan Sihombing (2004) apabila suhu kandang di bawah *thermoneutral zone* maka dapat menyebabkan konsumsi pakan ayam meningkat, sedangkan apabila suhu kandang di atas *thermoneutral zone* maka konsumsi pakan akan menurun yang disebabkan karena ayam lebih banyak minum untuk mempertahankan suhu tubuh terhadap suhu lingkungan yang semakin tinggi.

Nilai kuantifikasi gen TYR dan rata-rata produksi telur ayam *strain Novogen* dengan warna bulu coklat variasi putih (CVP), coklat muda (CM), dan coklat tua (CT) pada tahap I, II, dan III dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2. terlihat bahwa produksi telur yang dihasilkan dari ayam dengan warna bulu CT memiliki nilai rata-rata tertinggi dibandingkan dengan warna bulu CVP dan CM. Hal ini diikuti dengan tingginya nilai kuantifikasi gen TYR pada warna bulu CT. Menurut Suparyanto (2003), pada ternak unggas termasuk ayam petelur memiliki sifat kualitatif pada warna bulu yang dapat memberikan pengaruh terhadap performa tubuhnya.

Tabel 2. Rata-rata produksi telur

Warna Bulu Ayam	Nilai Kuantifikasi Gen TYR	Rata-rata ± sd (butir/ekor)		
		Tahap I	Tahap II	Tahap III
CM	1,88	13,69 ^a ± 13,85	37,05 ^a ± 18,85	39,55 ^a ± 30,06
CVP	4,02	14,51 ^a ± 16,09	38,85 ^a ± 21,08	52,38 ^b ± 22,63
CT	4,17	19,84 ^b ± 13,49	45,93 ^b ± 13,33	49,58 ^b ± 24,90

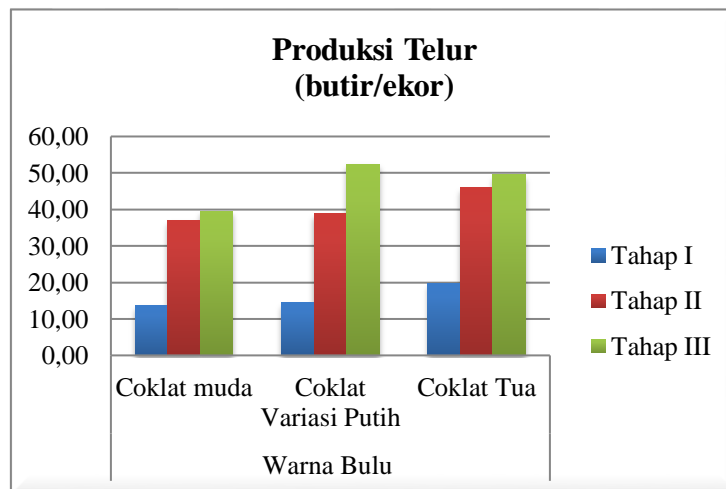
Keterangan: a dan b rata-rata produksi telur pada tahap II warna bulu yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) pada produksi telur tahap I dan III.

Pada warna bulu gelap memiliki kekebalan tubuh yang lebih baik dibandingkan dengan ternak yang memiliki

warna bulu lebih muda. Hal ini berkaitan dengan kandungan tirosin dalam bulu ternak yang memberikan pengaruh pada produksi

melanin, gen antistres, dan sistem imun. Menurut Suryaningsih, dkk., (2016) bahwa produksi melanin yang terjadi di melanogenesis banyak melibatkan protein (asam amino) yang menghasilkan interaksi antara melanosit dengan sel-sel lain termasuk sistem imun. Apabila sistem imun dalam tubuh ternak baik maka proses yang ada dalam tubuh ternak seperti proses metabolisme dan produktivitas ternak berlangsung optimal.

Hasil analisa ragam satu arah menunjukkan bahwa warna bulu ayam *strain Novogen* pada produksi telur tahap II memberikan perbedaan yang sangat nyata ($P < 0,01$) antara warna bulu CVP, CM, dan CT sedangkan produksi telur ada tahap I dan III memberikan perbedaan nyata ($P < 0,05$). Rata-rata hasil analisa ragam satu arah produksi telur ayam *strain Novogen* pada tahap I, II, dan III dapat dilihat pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Produksi telur pada tahap produksi yang berbeda

Produksi telur pada tahap I memiliki jumlah produksi lebih rendah jika dibandingkan dengan produksi telur pada tahap II dan III. Produksi telur pada umur ternak 18-28 minggu secara fisiologis reproduksi masih beradaptasi terhadap lingkungan baik dari suhu dan kelembaban (Jaelani, dkk., 2016). Selain faktor umur ternak dan kondisi lingkungan, faktor lain yang dapat mempengaruhi produksi telur adalah jumlah kebutuhan energi yang diperlukan dalam tubuh ternak.

Pada umur ternak 18-28 minggu (tahap I) energi yang dikonsumsi digunakan untuk kebutuhan hidup pokok (*maintenance*), pertumbuhan, dan produksi sedangkan pada ternak umur 37-44 minggu (tahap III) energi yang dikonsumsi lebih banyak digunakan untuk produksi. Hal ini sesuai dengan pendapat Nuriyasa, dkk (2010), bahwa semakin tinggi porsi

penggunaan energi untuk kebutuhan hidup pokok maka semakin sedikit porsi energi yang dipakai untuk produksi telur.

Berat Telur

Berdasarkan hasil analisa ragam satu arah warna bulu memberikan pengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) pada berat telur ayam umur 28 minggu (U1) dan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) antar warna bulu CVP, CM, dan CT pada berat telur ayam umur 36 dan 44 minggu (U2 dan U3). Nilai kuantifikasi gen TYR dan rata-rata berat telur ayam pada U1, U2, dan U3 dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3. Menunjukkan rata-rata berat telur terbesar yaitu 66,55 g yang dihasilkan dari ayam dengan warna bulu CT pada U1. Faktor yang mempengaruhi berat telur ayam adalah umur ayam, suhu lingkungan, *strain* atau *breed*, kandungan nutrisi dalam ransum,

bobot tubuh ayam dan waktu telur dihasilkan (Sodak, 2011). Selain faktor tersebut, berat telur ayam juga dapat dipengaruhi oleh faktor genetik. Salah satunya gen yang terkait dengan warna bulu yaitu gen tirosin (TYR). Dimana pada warna bulu CT memiliki nilai kuantifikasi gen TYR tertinggi yaitu 4,17. Gen TYR berhubungan dengan produksi melanin yang

dapat mempengaruhi mekanisme pertahanan terhadap stres yang dapat ditimbulkan dari paparan sinar UV dan radikal bebas (Cichorek, *et al.*, 2013). Dengan demikian dapat diartikan bahwa pada ternak dengan warna bulu gelap mampu mengoptimalkan energi dan nutrisi yang ada di dalam tubuh sehingga dapat menghasilkan produktivitas yang lebih baik.

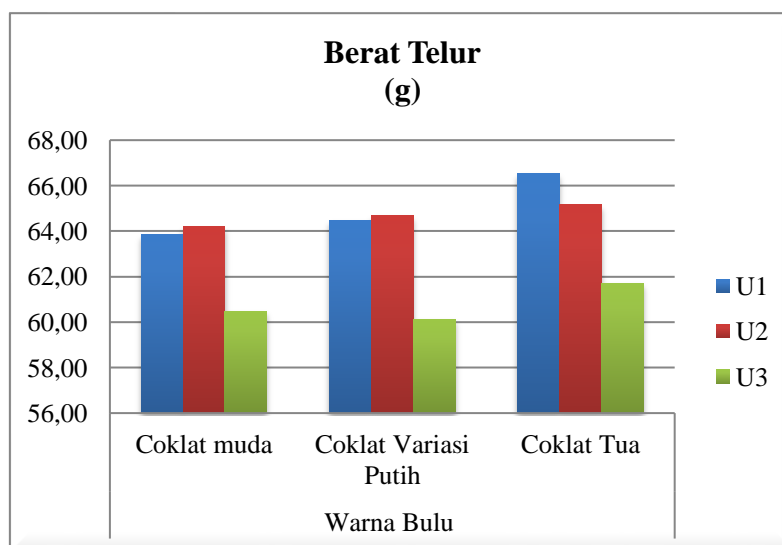
Tabel 3. Rata-rata berat telur

Warna Bulu Ayam	Nilai Kuantifikasi Gen TYR	Rata-rata ± sd (g)		
		U1	U2	U3
CM	1,88	63,84 ^a ± 4,87	64,03 ^a ± 2,73	60,48 ^a ± 2,93
CVP	4,02	64,46 ^a ± 5,26	64,44 ^{ab} ± 2,95	60,13 ^a ± 2,89
CT	4,17	66,55 ^b ± 3,90	65,23 ^b ± 2,78	61,71 ^b ± 3,70

Keterangan: a dan b rata-rata berat telur pada U1 warna bulu yang berbeda pada kolom yang sama berbeda sangat nyata ($P < 0,01$) dan berbeda nyata ($P < 0,05$) pada berat telur U2 dan U3.

Rata-rata berat telur ayam *strain Novogen* yang telah diamati berkisar antara 60,13 - 66,55 gram. Hal ini sesuai dengan pendapat Yousef (2017) yang menyatakan rata-rata berat telur ayam *strain Novogen* berkisar antara 53 - 73 gram. Berdasarkan berat telur pada ayam *strain Novogen* yang termuat dalam *commercial layers management guide* bahwa berat telur dikelompokkan dalam empat kelompok

yaitu berat telur kecil (<53 g); berat telur sedang (53-63 g); berat telur besar (63-73 g); dan berat telur sangat besar (>73 g). Dari hasil pengamatan yang sudah diperoleh terlihat bahwa berat telur tergolong dalam kelompok sedang dan kelompok besar. Rata-rata hasil analisa ragam satu arah berat telur ayam *strain Novogen* pada U1, U2, dan U3 dapat dilihat pada Gambar. 2 sebagai berikut:



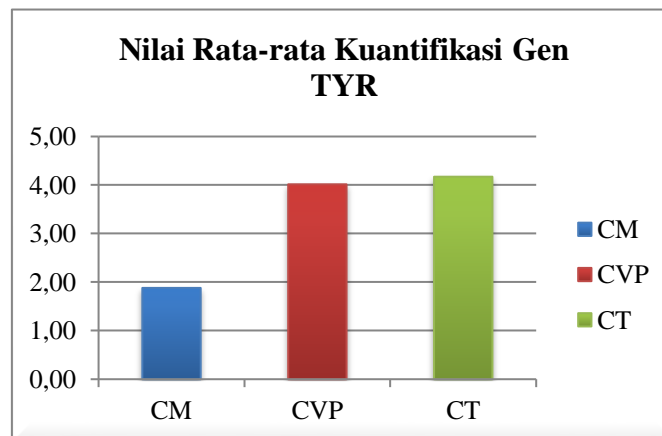
Gambar 2. Berat telur pada umur ayam yang berbeda

Grafik 2 menunjukkan bahwa pada ternak dengan warna bulu coklat muda dan coklat variasi putih memiliki rata-rata berat telur lebih rendah dibandingkan dengan rata-rata berat telur yang dihasilkan pada ternak dengan warna bulu coklat tua. Hal ini berkaitan dengan produksi melanin yang merupakan mekanisme pertahanan terhadap stress seperti radiasi sinar UV dan radikal bebas (Cichorek, *et al.*, 2013). Dimana pada ternak dengan warna bulu gelap memiliki kandungan melanin lebih tinggi sehingga ternak tidak mudah stres dan akan mempermudah proses metabolisme dalam tubuh ternak. Selain itu faktor lain yang dapat mempengaruhi berat telur adalah suhu

lingkungan (Setiawati dkk, 2016) dan defisiensi nutrisi (Campbell, *et al.*, 2003). Suhu lingkungan dan defisiensi nutrisi dapat mempengaruhi proses pembentukan kerabang telur. Penurunan ketebalan kerabang pada telur akan menyebabkan turunnya berat telur ayam yang dihasilkan.

Kuantifikasi Gen TYR

Kuantifikasi gen TYR (tirosin) merupakan besaran nilai yang diperoleh dari analisa qPCR yang digunakan untuk mengidentifikasi kadar gen TYR dalam bulu unggas. Nilai rata-rata kuantifikasi gen TYR dari berbagai warna bulu ayam *strain Novogen* dapat dilihat pada Gambar. 3 berikut:



Gambar 3. Nilai kuantifikasi gen TYR

Berdasarkan hasil analisa qPCR yang termuat dalam Grafik 3 menunjukkan bahwa besaran nilai kuantifikasi gen TYR tertinggi ada pada warna bulu CT yaitu 4,17. Semakin tinggi TYR dalam bulu ayam maka melanin yang dihasilkan tinggi. Melanin terbagi atas dua jenis melanin yaitu eumelanin yang menghasilkan warna coklat kehitaman (gelap) dan feomelanin yang berwarna kuning kemerahan (terang) (Suryaningsih, dkk., 2016). Menurut Cichorek, *et al.*, (2013) bahwa eumelanin bersifat sebagai fotoprotektor yang lebih baik dan dapat menetralkan radikal bebas atau *reactive oxygen spesies* (ROS). Gen TYR juga berkaitan dengan gen antistres dan sistem imun yang berkorelasi dengan produksi melanin. Produksi melanin tinggi akan

menghasilkan warna bulu lebih gelap yang diikuti dengan tingginya nilai kuantifikasi gen TYR. Sedangkan pada warna bulu lebih muda/terang memiliki produksi melanin yang lebih sedikit.

Hal ini terjadi karena feomelanin yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan eumelanin sehingga mengakibatkan berkurangnya proteksi terhadap DNA yang dalam hal ini dapat mempengaruhi sel-sel lain yang berkaitan dengan produksi melanin. Dengan demikian dapat diartikan bahwa pada ternak dengan warna bulu gelap memiliki sistem imun dan kekebalan tubuh yang lebih baik sehingga ternak tidak mudah stres dan dapat menghasilkan produktivitas lebih baik dibandingkan dengan ternak yang memiliki warna bulu lebih muda.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa warna bulu gelap atau coklat tua pada ayam *strain Novogen* mempunyai produksi dan berat telur lebih tinggi dibandingkan warna bulu yang lebih terang, semakin tinggi nilai kuantifikasi gen TYR maka semakin gelap warna bulu ayam *strain Novogen* yang diikuti dengan semakin tinggi produksi dan berat telur yang dihasilkan dari berbagai fase produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Armada, Mudawamah, dan O. R. Puspitarini. 2019. Perbandingan ukuran tubuh pada berbagai warna bulu dan nukleotida gen tyrosinase (TYR) burung kenari (*Serinus canaria*) dan burung merpati (*Columba livia domestica*). Jurnal Rekasatwa Peternakan. Vol. 1(1): 71-76.
- Campbell J. R., M. D. Kenealy and K. L. Campbell. 2003. *Animal Science. The Biology, Care and Production of Domestic Animals*. 4th Ed. Mc Graw Hill. New York.
- Cichorek M., Wachulska M., Stasiewicz A., Tyminska A. 2013. *Skin Melanocytes: biology and development*. Adv Dermatol Allergol. No 1: 30-41.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2018. *e-book Statistik Populasi Ayam Ras Petelur di Jawa Timur*. Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Gunawan dan D. T. H. Sihombing. 2004. Pengaruh Suhu Lingkungan Tinggi terhadap Kondisi dan Produktivitas Ayam Buras. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ismail S., N. K. Laya, dan S. Fathan. 2018. Identifikasi Sifat Kualitatif dan Kuantitatif Ayam Petelur *Strain ISA Brown Fase Layer*.
- Jaelani, A., N. Widaningsih, Rahmadi. 2016. Pengaruh Umur Induk terhadap Produksi Telur Ayam *Parent Stock*. Media Sains. Vol 9(2): 198-209. e-ISSN 2355-9136.
- Mudawamah, MZ fadli, and Aulanni'am. 2014. *Genetic Variations of Tyrosinase (TYR) gene of Feather Colours in Local Indonesian Canary (Serinus canaria)*. ISSN: 0975-8585. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. Vol 5(4): 1319-1320.
- Nuriyasa, I. M., E. Puspani, I. G. N. Sumatra, P. P. Wibawa, I. M. Mudita. 2010. Peningkatan Efisiensi Produksi Ayam Petelur Melalui Peningkatan Kenyamanan Kandang di Desa Bolangan. Udayana Mengabdi. Vol 9(2): 55-58.
- Paulus. 2019. Menciptakan Ayam dengan Kemampuan Beradaptasi dengan Lingkungan, Mikroklimat, Sistem Pemeliharaan maupun Sistem Manajemen di Seluruh Dunia yang Sangat Modern sampai yang Sangat Sederhana. Setiawati T., R. Afnan, dan N. Ulupi. 2016. Performa Produksi dan Kualitas Telur Ayam Petelur pada Sistem Litter dan Cage dengan Suhu Kandang Berbeda. Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan. 04(01):197-203. ISSN 2303-2227.
- Sodak, F.J. 2011. Karakteristik fisik dan kimia telur ayam arab pada dua peternakan di Kabupaten Tulung Agung, Jawa Timur. Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Suparyanto, A. 2003. Karakteristik Itik Mojosari Putih dan Peluang Pengembangannya sebagai Itik Pedaging Komersial. Wartazoa. 13(4): 143-151.
- Suryaningsih, B. E., H. Soebono. 2016. *Biologi Melanosit*. Media *Dermato-Venereologica* Indonesia (MDVI). Vol 4(2): 78-82.
- Yousef A. R. 2017. *Novogen Brown-Commercial Layers Management Guide*.