

Pengaruh Makanan terhadap *Melanisme* Bulu pada Bagian Perut Burung Bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*)

Rema Marninda Zahara^{1*}

¹Jl. Giri Margo No. 07, Kp. Maresan, Kel. Wonosobo Barat, Kec. Wonosobo, Kab. Wonosobo, Jawa Tengah, 56311

*remamarnindazahara@gmail.com

Diterima: 16 Januari 2023 | Disetujui: 10 Juli 2023

ABSTRAK

Di alam liar burung bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*) dikenal sebagai hama bagi para petani karena seringnya memakan bulir dan biji padi yang sedang tumbuh di sawah. Pada kondisi burung bondol dipelihara di alam bebas hingga menjadi jinak, diprediksi perubahan jenis makanan yang dikonsumsi akan berpengaruh terhadap warna pada bulu-bulu yang tumbuh di bagian tubuhnya. Penelitian bertujuan untuk mengamati dan mendeskripsikan perubahan warna yang terjadi pada bulu-bulu burung bondol karena jenis makanan yang dikonsumsi berupa millet. Metode penelitian dilakukan secara kualitatif deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian millet sebagai makanan burung bondol Jawa berdampak pada terjadinya perubahan warna bulu (*melanisme*) pada bagian perut menjadi hitam kecoklatan. Padahal, umumnya di bagian perut tersebut berwarna putih.

Kata Kunci: *Lonchura leucogastroides*, *melanisme*, millet.

Effect of Food on Feather Melanism in the Stomach of the Javan Bondol (Lonchura leucogastroides)

ABSTRACT

In the wild the Javanese bondol bird (Lonchura leucogastroides) is known as a pest for farmers because it often eats rice grains and seeds that are growing in the fields. If the bondol bird is kept in the wild until it becomes tame, it is predicted that changes in the type of food consumed will affect the color of the hairs that grow on its body parts. The aim of this study was to observe and describe the color changes that occur in the feathers of bondol birds due to the type of food consumed in the form of millet. The research method was carried out in a descriptive qualitative manner. The results showed that giving millet as food for Javanese bondol birds had an impact on the occurrence of changes in the color of the feathers (melanism) on the stomach to black-brown. In fact, generally in the stomach is white.

Keywords: *Lonchura leucogastroides*, *melanism*, *millet*.

PENDAHULUAN

Secara deskripsi burung bondol Jawa (*Lonchura leucogastroides*) memiliki kekhasan bulu di bagian badan sebelah atas berwarna coklat tua tidak bergaris, wajah dan dada bagian atas berwarna hitam, perut dan panggul berwarna putih bersih, sedangkan di bagian pantat, ekor, dan anus berwarna coklat tua (MacKinnon & Phillipps, 1993). Selain itu, burung bondol juga memiliki ukuran tubuh relatif kecil yakni 11 cm (MacKinnon, 1990). *Lonchura leucogastroides* merupakan salah satu anggota famili Estrildidae yang dikenal sebagai jenis burung pemakan biji-bijian (*seedivora*) (Widodo, 2015), sehingga wajar apabila burung bondol tersebut menjadi musuh para petani karena sering dijumpai memakan bulir pada malai padi dan biji padi yang sedang tumbuh di sawah (Ardjansyah *et al.*, 2017). Karakter yang menonjol dari salah satu anggota genus *Lonchura* ini adalah memiliki toleransi yang besar terhadap adanya gangguan yang disebabkan oleh antropogenik (manusia) di habitatnya (Nugroho *et al.*, 2013; Ayu jawi *et al.*, 2021), dan juga memiliki kemampuan daya adaptasi yang cukup tinggi terhadap lingkungan tempat hidupnya (Ardianto *et al.*, 2022), sehingga seringkali burung ini dapat dijumpai di berbagai habitat di nusantara ini.

Menurut BirdLife International (2016), bahwa status konservasi *Lonchura leucogastroides* termasuk dalam *Least Concern* (resiko rendah), artinya di lapangan keberadaan spesies ini relatif sangat banyak jumlahnya, namun tetap harus perlu adanya pengawasan dalam hal eksplorasinya, karena dikhawatirkan eksistensinya dapat menurun atau bahkan menghilang di alam liar. Menurut Ardianto *et al.* (2022), bahwa di alam liar burung bondol memiliki kebiasaan memakan berbagai jenis biji-bijian yang berasal dari beragam tumbuhan, terdapat 22 spesies tumbuhan pakan yang termasuk dalam famili Poaceae dan Cyperaceae yang menjadi makanan burung tersebut. *Setaria barbata* merupakan salah satu dari 22 spesies tumbuhan pakan bagi burung bondol, spesies ini masih dalam satu genus dengan *Setaria italica* (jewawut atau millet).

Jewawut merupakan salah satu anggota famili Poaceae yang memiliki ukuran biji relatif kecil (3-4 mm), biji jewawut memiliki bentuk bulat telur melekat pada sekam kelopak dan sekam mahkota, berwarna kuning pucat hingga jingga, merah, dan coklat, atau hitam (Hidayat *et al.*, 2015). Ditegaskan pula oleh Putri *et al.* (2020), bahwa jewawut termasuk dalam kelompok serealia jenis millet. Sebagian besar biji millet yang ada di pasaran hewan didatangkan dari luar negeri, dan biji-biji tersebut mudah didapatkan di kios maupun pasar-pasar burung tradisional (Soetjipto, 2012).

Melanisme burung merupakan mutasi genetik yang menghasilkan produksi pigmen gelap berlebih yang disebut melanin. *Melanisme* merupakan alel dominan, yang dapat diturunkan ke generasi berikutnya, namun terjadinya *melanisme* juga dapat disebabkan oleh pola makan burung (Avian Report, 2022). Burung melanistik mempunyai jumlah pigmentasi melanin gelap tidak normal, selain itu bulu-bulu burung tampak berwarna coklat tua atau hitam, atau campuran keduanya. Hal ini dapat terjadi karena warna tersebut dikendalikan oleh faktor genetik, dan banyak spesies diketahui mempunyai varian gelap yang normal. *Melanisme* pada bulu burung juga dapat diakibatkan oleh faktor makanan (Royal Society for the Protection of Birds, 2022). Secara umum ditegaskan pula oleh Persulesy (2020), bahwa selain faktor genetik (internal) yang berpengaruh pada *melanisme*, faktor eksternal juga turut berkontribusi terhadap terjadinya perubahan warna bulu tersebut. Warna bulu pada burung yang dipelihara dalam sangkar dengan kurun waktu yang lama, maka warna bulunya juga dapat mengalami perubahan, hal ini disebabkan oleh faktor makanan yang dikonsumsinya (Mustaqim *et al.*, 2016).

Merujuk pada faktor makanan sebagai salah satu penyebab adanya perubahan warna pada bulu-bulu burung maka perlu dilakukan penelitian tentang *melanisme*. Penelitian bertujuan untuk mengamati dan mendiskripsikan perubahan warna yang terjadi pada bulu-bulu burung bondol Jawa karena jenis makanan yang dikonsumsi berupa millet.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama 11 bulan dengan lokasi pengamatan di Kampung Maresan, Kelurahan Wonosobo Barat, Kecamatan Wonosobo, Kab. Wonosobo, Jawa Tengah. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah kualitatif deskriptif yakni dengan pengamatan langsung pada tiga

burung bondol Jawa peliharaan yang berasal dari indukan berbeda. Sampel penelitian berupa tiga ekor burung bondol Jawa yang dipelihara di luar sangkar.

Perlakuan sampel dilaksanakan dengan cara memberi pakan yang sama berupa millet merah/*foxtail millet*/jewawut dan millet putih/*proso millet* yang dapat dibeli di toko pakan burung pada setiap hari. Pemberian pakan millet merah dan millet putih dilakukan sejak usia anakan (usia 7 hari) hingga usia dewasa (usia 11 bulan). Kondisi perawatan burung bondol dilepas di lingkungan sekitar rumah dan tidak dikurung dalam sangkar.

Pengamatan dan pendiskripsian perubahan warna bulu pada burung bondol dilakukan secara bersinggungan langsung dengan spesimen. Pencatatan perubahan warna bulu dilakukan setiap 2 minggu sekali. Dokumentasi dilakukan dengan menggunakan kamera *handphone* Samsung M11, ukuran 13 *Mega Pixel* (MP) dengan tingkat densitas pixel sebesar 268 *pixel per inch* (ppi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan sampel (burung bondol Jawa) di lokasi penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan millet merah dan millet putih berdampak terjadinya perubahan warna (*melanisme*) pada bulu-bulu bagian perut secara berangsur-angsur seiring dengan bertambahnya usia burung. Atas dasar hasil bidikan foto kamera *handphone*, berikut disajikan data yang dimaksud (Tabel 1).

Tabel 1 Nomor 1 menunjukkan kondisi burung bondol Jawa saat masih kecil usia satu bulan dengan ciri warna bulu di bagian perut sebagai berikut: warna bulu perut coklat muda dan bulu bagian atas coklat tua, namun ketika beranjak dewasa warna bulu berangsur-angsur akan berubah menjadi warna bulu di bagian atas coklat tua tidak bergaris, wajah dan dada bagian atas berwarna hitam, perut dan panggul berwarna putih bersih, sedangkan bagian pantat, ekor, dan lubang anus berwarna coklat tua. Secara keseluruhan ciri-ciri warna bulu pada bagian tubuh burung bondol Jawa usia satu bulan relatif mirip dengan ciri-ciri warna bulu pada burung bondol yang disampaikan oleh MacKinnon & Phillipps (1993). Hal ini mengindikasikan bahwa pada usia satu bulan, burung bondol Jawa belum mengalami *melanisme*.

Tabel 1. Urutan terjadinya perubahan warna bulu-bulu pada bagian perut burung bondol Jawa dari hasil bidikan kamera *handphone*

No	Sampel hasil penelitian	Keterangan
1		Burung bondol Jawa saat berusia 1 bulan belum menunjukkan adanya <i>melanisme</i> .
2		Burung bondol Jawa saat berusia 3 bulan dan telah menunjukkan adanya <i>melanisme</i> pada bulu-bulu bagian perut yang masih didominasi warna putih (83%), namun warna hitam kecoklatan telah muncul di bulu-bulu bagian perut sebelah atas (17%).

3



warna putih yang tersisa melanisme

Burung bondol Jawa saat berusia 5,6 bulan dan telah menunjukkan adanya *melanisme* pada bulu-bulu bagian perut yang didominasi warna hitam kecoklatan (90%), sisanya berwarna putih di bagian perut sebelah atas dan bawah.



warna bulu putih tersisa

4



Burung bondol Jawa saat berusia 7,1 bulan dan telah mengalami *melanisme* pada bulu-bulu bagian perut yang didominasi warna hitam (98%), sisanya berwarna putih di bagian perut sebelah atas.

5



Burung bondol Jawa usia dewasa yang hidup normal di alam liar, tidak mengalami *melanisme* sehingga secara keseluruhan dominasi warna bulu di bagian perut adalah putih.

Tabel 1 Nomor 2 menunjukkan kondisi burung bondol Jawa saat usia mencapai tiga bulan dengan ciri warna bulu di bagian perut sebagai berikut: bulu-bulu bagian perut relatif masih didominasi oleh warna putih sekitar 83%, sedangkan warna hitam kecoklatan telah muncul di bulu-bulu bagian perut sebelah atas. Kondisi ini memberikan arti bahwa pemberian pakan millet merah dan millet putih pada burung bondol Jawa telah berdampak pada perubahan warna bulu di bagian perut sebelah atas yang berbatasan dengan torak menjadi berwarna hitam kecoklatan. Hanya saja proses *melanisme* yang terjadi pada burung ini relatif masih pada tahap awal. Menurut Persulesy (2020) penyebab terjadinya perubahan warna pada bulu burung bondol adalah senyawa melanin dan karotenoid. Dipastikan pula bahwa senyawa melanin merupakan salah satu senyawa yang telah lama sekali dikenal di dunia sebagai senyawa pewarna yang berkontribusi kuat terhadap warna yang muncul pada kulit maupun bulu-bulu di burung (Bryson, 2021), Menurut Safrida (2022), warna bulu pada tubuh burung yang mempunyai pigmen coklat dan hitam, muncul karena adanya unsur melanin dalam tubuhnya.

Secara mekanisme bagaimana proses kimiawi yang terjadi pada *melanisme* bulu-bulu burung bondol Jawa berlangsung, berikut disajikan secara rinci proses yang dimaksud. Pembentukan warna pada bulu burung dilakukan oleh gen Tyrosinase (*tyr*). Enzim tyrosinase memiliki peran dalam pembentukan melanin, karenanya tirosin akan diubah ke senyawa dopaquinone. Selanjutnya dari reaksi kimia tambahan dopaquinone diubah menjadi melanin di kulit, folikel rambut, dan bulu (Armada *et al.*, 2019). Asam amino tirosin dapat diperoleh melalui makanan, atau diproduksi dari asam amino esensial fenilalanin (yang didapat secara eksogen). Asam amino ini sebagai potensial pembatas dan bergantung kepada kualitas maupun kuantitas berbagai makanan yang dikonsumsi (Poston *et al.*, 2005). Merujuk pada pernyataan tersebut bahwa millet memiliki asam amino tirosin dan fenilalanin yang tinggi dibanding gabah beras. Asam amino tirosin atau fenilalanin yang tinggi dari millet, kemudian dapat diubah oleh enzim tyrosinase untuk memproduksi melanin yang tinggi pula, sehingga warna bulu lebih gelap. Dengan demikian dapat diartikan bahwa ternak yang bulunya gelap dipastikan mempunyai kandungan tirosin dan melanin yang cukup tinggi (Masruroh *et al.*, 2021).

Kandungan tembaga dan asam amino tirosin yang tinggi pada millet akan memunculkan bulu berwarna lebih gelap. Hal ini terjadi karena tembaga dapat membantu enzim tirosinase untuk mensintesis melanin. Mengutip Azizah *et al.* (2020) bahwa tembaga berkontribusi untuk kofaktor beberapa macam enzim. Enzim tirosinase membutuhkan mineral co-faktor (yaitu tembaga, kalsium), yang diperoleh melalui makanan sebagai potensial pembatas (McGraw, 2008). Pada umumnya enzim tirosinase pada satu molekul memiliki dua atom tembaga yaitu CuA dan CuB yang terikat pada tiga asam amino histidin. Logam Cu (tembaga) diketahui sebagai kofaktor pada aktivitas enzim tirosinase. Kemampuan katalitik enzim tirosinase dapat berkurang dengan tidak adanya Cu dari situs aktif enzim, akibatnya dopakrom tidak dapat terbentuk (Sagala *et al.*, 2019). Menurut Fox *et al.* (2021), bahwa derajat melanisasi alami bergantung pada konsentrasi relatif tembaga dan enzim tirosinase yang mengandung tembaga. Bulu yang berwarna gelap mengandung tembaga yang lebih tinggi daripada bulu berwarna pucat, jika asupan tembaga turun jauh di bawah sepersekian miligram per hari, maka bulu-bulu baru yang muncul berturut-turut akan berwarna kurang gelap. Tren ini dapat dibalik dengan mengembalikan tembaga yang cukup pada makanan. Diperkuat oleh kutipan dari Suryaningsih & Sobono (2016) bahwa proses biosintesis melanin pasti membutuhkan enzim tirosinase sebagai prekursor inisiasi tirosin. Enzim tirosinase ini sangat terkait dengan keberadaan tembaga yang selanjutnya berperan untuk proses awal katalisis mengubah tirosin menjadi L-3,4-dihydroxyphenylalanine (DOPA), dan pada akhirnya teroksidasi menjadi DOP-Aquinone (DQ). Tirosinase adalah enzim yang mempunyai kandungan tembaga, sebagai pengatur melanogenesis di dalam melanosit (Rauf *et al.*, 2020).

Tabel 1 Nomor 3 menunjukkan kondisi burung bondol Jawa saat usia mencapai 5,6 bulan telah mengalami *melanisme* pada bulu-bulu bagian perut yang didominasi oleh warna hitam kecoklatan sekitar 90%, dan sisanya berwarna putih di bagian perut sebelah atas dan bawah. Pada tahap ini proses *melanisme* yang terjadi pada bulu-bulu burung bondol telah mencapai sekitar 70%. Penyebab terjadinya perubahan warna pada bulu burung ini adalah senyawa melanin yang diperoleh dari hasil mengonsumsi pakan millet merah dan putih. Menurut Aydin (2016), melanin memiliki peran yang sangat

penting dalam memproduksi warna hitam pada bulu-bulu burung. Melanin merupakan senyawa polimer yang mempunyai massa dan kompleksitas yang cukup bervariasi. Melanin disintesis dari asam amino tirosin melalui proses oksidasi progresif, yaitu proses kimiawi yang dikatalisis oleh enzim yang mengandung tembaga tirosinase (Fox *et al.*, 2021) dan melanin diproduksi oleh melanosom (organel kecil dalam melanosit) dari asam amino tirosin semi-esensial (McGraw, 2008).

Tabel 1 Nomor 4 menunjukkan kondisi burung bondol Jawa saat usia mencapai 7,1 bulan yang menggambarkan bahwa perubahan warna bulu yang terjadi pada bagian perut telah mencapai sekitar 98% dengan dominasi warna hitam kecoklatan, dan hanya sebagian kecil masih berwarna putih yakni di bagian perut sebelah atas. Kondisi ini memberikan arti bahwa proses *melanisme* yang terjadi hampir mencapai titik stagnasi, dan diprediksi pada usia 11 bulan proses *melanisme* akan berhenti (titik optimal). Penyebab terjadinya perubahan warna pada bulu-bulu di bagian perut burung bondol ini dapat dipastikan karena adanya kontribusi senyawa melanin yang diperoleh dari konsumsi millet merah dan millet putih. Biji-biji millet dengan komposisi tinggi lemak yang dikonsumsi oleh burung bondol dapat mendorong produksi pigmen gelap relatif lebih banyak sehingga menghasilkan bulu-bulu berwarna gelap apabila dibandingkan dengan burung yang mengonsumsi makanan/biji lain (Avian Report, 2022). Mustaqim *et al.* (2016) menyatakan bahwa, kandungan nutrisi yang tidak memenuhi nilai standar gizi pada makanan yang diberikan untuk burung memicu terjadinya perubahan warna pada bulu burung berangsur-angsur tidak tajam.

Pada umumnya burung-burung bondol yang hidup di sekitar persawahan, cenderung banyak mengonsumsi biji padi, sehingga pertumbuhan warna pada bulu-bulu di sekitar perut relatif normal yakni putih (Tabel 1 Nomor 5). Menurut Ridwan *et al.* (2018); Juhaeti *et al.* (2019), mengungkapkan bahwa biji jiwawut mempunyai kandungan gizi protein dan lemak yang sangat tinggi daripada beras merah maupun beras putih. Ditegaskan pula oleh Andarafarm (2022), bahwa perbandingan gizi millet dan gabah padi sebagai berikut: untuk millet per 100 g terdapat kandungan lemak 4,22 g dan tembaga 0,750 mg, sedangkan untuk gabah beras per 100 g terdapat kandungan lemak 0,58 g dan tembaga 0,110 mg. Hal ini berarti bahwa kandungan lemak pada biji jiwawut lebih tinggi daripada biji beras. Pakan millet merah dan millet putih identik dengan jiwawut (Gambar 1), dan diketahui pula bahwa kandungan gizi kedua millet tersebut tidak berbeda jauh. Dengan demikian karena burung bondol Jawa di lokasi penelitian diberikan pakan berupa millet merah dan millet putih maka telah berdampak pada perubahan warna pada bulu-bulu di bagian perut menjadi berwarna hitam legam kecoklatan pada usia 11 bulan.

Tabel 1 Nomor 5 menunjukkan kondisi burung bondol Jawa usia dewasa yang hidup di alam liar dan cenderung mengonsumsi makanan berbiji selain jiwawut, sehingga tidak mengalami *melanisme* pada bulu-bulunya dan warna yang muncul di bagian perutnya adalah putih. Gambar pada tabel ini disajikan sebagai pembandingan (perlakuan kontrol) antara warna bulu-bulu pada bagian perut burung bondol tumbuh secara alami dengan burung bondol yang telah mengalami perlakuan.



Gambar 1. Bentuk biji millet merah dan millet putih sebagai pakan burung bondol Jawa

KESIMPULAN

Merujuk pada hasil penelitian dan pembahasan tentang *melanisme* pada bulu burung bondol Jawa, dapat disimpulkan bahwa pemberian pakan berupa milat merah dan milat putih berdampak pada adanya perubahan warna (*melanisme*) bulu-bulu di bagian perut burung yang umumnya berwarna putih berubah menjadi warna hitam kelam kecoklatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarafarm. (2022). Kandungan gizi millet, mentah. Retrieved 22 October 2022, from https://m.andrafarm.com/_andra.php?_i=daftar-usda&kmakan=20031
- Ardianto., Baskoro, K., & Rahadian, R. (2022). Kelimpahan, persebaran populasi, preferensi pakan dan ketersediaan tumbuhan pakan burung bondol (*Lonchura* spp.) di beberapa tipe habitat kota Semarang Jawa Tengah. *Bioma*, 24(1), 54-60.
- Ardjansyah, A., Hernowo, J.B., & Priyambodo, S. (2017). Pengaruh serangan burung bondol terhadap kerusakan tanaman padi di Bogor. *Media Konservasi*, 22(2), 101–110.
- Armada., Mudawamah, & Puspitarini, O.R. (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*, 1 (1), 72 – 76.
- Avian Report. (2022). Bird Melanism. Retrieved 13 October 2022, from <https://avianreport.com/bird-melanism/#>
- Ayudin, C.H. (2016). Zoologi: Warna-warni pada makhluk hidup dan hikmahnya. *Majalah mata Air*. Edisi 11.
- Ayujawi, S.A., Winarni, N.L., & Pradana, D.H. (2021). Bird correlations with waste in Muara Gembong, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(9), 3872-3879.
- Azizah, T.R.N., Singgih, D.P., Setiyatwan, H., Widjastuti, T., & Asmara, I.Y. (2020). Peningkatan pemanfaatan ransum pada ayam sentul yang diberi ekstrak buah mengkudu (*Morinda citrifolia*) dengan suplementasi tembaga dan seng. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*, 2(1), 25-34.
- BirdLife International. (2016). *Lonchura leucogastroides*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22719809A94*,
- Bryson. (2021). The body: Panduan bagi penghuni. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Daryatmo, J., & Widiarso, B.P. (2016). Manfaat nutrisi bagi performa burung kicauan (benefits of nutrition for pet birds performance). *Jurnal Pengembangan Penyuluhan Pertanian*, 13(23).
- Fox, D.L., Burt, E.H., Losey, G.S., & Brown, F.A. (2021). Coloration. *Encyclopedia Britannica*.
- Hidayat, R., Busono, W., & Prayogi, H.S. (2015). Pengaruh pemberian biji-bijian bebas pilih terhadap konsumsi pakan dan bobot badan burung kenari (*Serinus canaria*). *Jurnal Ternak Tropika*, 16(1), 8-14.
- Juhaeti. T., Widiyono. W., Setyowati, N., Lestari, P., Syarif, F., Saefudin., ... Agung, R.H. (2019). Serealia lokal jawawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv): Gizi, budidaya dan kuliner. *Prosiding Seminar Nasional Biologi, Saintek, dan Pembelajarannya* (SN-Biosper).
- MacKinnon, J. & Phillipps, K. (1993). A field guide to the birds of Borneo, Sumatra, Java and Bali. Oxford: Oxford University Press.
- MacKinnon, J. (1990). Field guide to the birds of Java and Bali. Yogyakarta: Gajah Mada University press.
- Masruroh, A., Mudawamah, & Kentjonowaty, I. (2021). Produksi dan berat telur pada ayam strain novogen berdasarkan variasi warna bulu dan kuantifikasi gen tyr (tyrosinase). *Jurnal Ternak Tropika*, 22(2), 122-129.
- McGraw, K.J. (2008). An update on the honesty of melanin- based color signals in birds. *Pigment Cell & Melanoma*, 21(2), 133-138.
- Mustaqim, E., Kurtini, T., & Riyanti, R. (2016). Karakteristik sifat kualitatif induk murai batu (*Copsychus malabaricus*) siap produksi. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 4(3), 204-210.

- Nugroho, M. S., Ningsih, S., & Ihsan, M. (2013). Keanekaragaman Jenis Burung pada Areal Dongi-Dongi di Kawasan Taman Nasional Lore Lindu. *Warta Rimba*, 1(1), 1-9.
- Persulesy, Y.E. (Ed). (2020). Penyebaran burung pada pulau-pulau kecil di Maluku. Yogyakarta: Deepublish.
- Poston, J. P., Hasselquist, D., Stewart, I. R. L., & Westneat, D. F. (2005). Dietary amino acids influence plumage traits and immune responses of male house sparrows, *Passer domesticus*, but not as expected. *Animal Behavior*, 70(5), 1171-1181.
- Putri, R.A.N., Rahmi, A., & Nugroho, A. (2020). Karakteristik kimia, mikrobiologi, sensori sereal flakes berbahan dasar tepung ubi nagara (*Ipomoea batatas* L.) dan tepung jiwawut (*Setaria italica*). *Jurnal Teknologi Agro-Industri*, 7(1),
- Rauf, A., Ningsih, S., Hasriani, A., & Mukhriani. (2020). Aktivitas penghambatan enzim tirosinase ekstrak metanol klika anak dara (*Croton oblongus* Burm f.). *Jurnal Farmasi FKIK UINAM*, 2, 38-45.
- Ridwan., Handayani, T. & Witjaksono. (2018). Respon tanaman jiwawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) terhadap kondisi cahaya rendah. *Jurnal Biologi Indonesia*, 14(1), 23-32.
- Royal Society for the Protection of Birds. (2022). Abnormal colouration of birds. Retrieved 13 October 2022, from <https://www.rspb.org.uk/birds-and-wildlife/wildlife-guides/birdwatching/how-to-identify-birds/abnormal-colouration-of-birds/>
- Safrida. (2022). Zoologi vertebrata: Memuat riset terkini. Nangroe Aceh Darussalam: Syiah Kuala University Press.
- Sagala, Z., Pratiwi, R. W., & Azmi, N. U. (2019). Uji Aktivitas Inhibisi terhadap Enzim Tirosinase dari Ekstrak Etanol Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) secara *in vitro*. *Jurnal penelitian Farmasi Indonesia*, 7(2), 34–38.
- Soetjipto, H Martono, Y., & Pujiastuti, N.T. (2012). Identifikasi senyawa dan efek antibakteri minyak jiwawut (*Setaria italica*). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Pendidikan Sains VII UKSW*, (3)1.
- Suryaningsih, B.E., & Sobono, H. (2016). Biologi melanosit. *Majalah Dermato-Veneorologi Indonesia*, 43(2), 78-82.
- Widodo, W. (2015). Formulasi pakan burung ochean dan hias. Jakarta: Penebar Swadaya.