

Kajian Sifat Fisik Putih dan Kuning Telur Bebek Selama Penyimpanan Pada Temperatur Berbeda

Ryo Fanta^{1*}
Wenny Maulina^{1*}
Agung Tjahjo Nugroho^{1*}
Artoto Arkundato^{1*}
Nindha Ayu Berlianti^{1*}

AFILIASI :

¹⁾ Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Jember

ALAMAT:

Universitas Jember, Jalan Kalimantan Tegal Boto, Nomor 37, Jember, Jawa Timur 68121

KORESPONDENSI:

Wenny Maulina
Tel: +6281385661397
Email : wenny@unej.ac.id
Perumahan Puri Bunga Nirwana Purnawarman 28 Jember 68121

KATA KUNCI:

Telur bebek, karakteristik telur, sifat fisik telur, temperatur penyimpanan.

ABSTRAK

Telur bebek merupakan salah satu jenis telur yang banyak dikonsumsi di Indonesia, setelah telur ayam. Karakteristik telur termasuk telur bebek akan mengalami perubahan selama proses penyimpanan. Telur bebek memiliki sifat fisik yang mudah rusak. Cangkang telur bebek memiliki jumlah pori-pori lebih banyak dibandingkan telur ayam sehingga berpeluang lebih besar terkontaminasi bakteri. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji sifat fisik telur bebek selama penyimpanan pada temperatur ruang dan rendah. Karakteristik dari sifat fisik telur bebek yang diukur meliputi weight loss, kerapatan, pH albumen, pH kuning telur, Haugh Unit, dan indeks kuning telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan pada temperatur berbeda memiliki dampak pada perubahan sifat fisik telur bebek. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang mengalami peningkatan weight loss, pH albumen dan pH kuning telur. Sedangkan kerapatan, Haugh Unit, dan indeks kuning telur mengalami penurunan pada temperatur ruang. Sebaliknya telur bebek yang disimpan pada lemari es (8 °C) menghasilkan weight loss dan pH albumen yang menurun, sedangkan kerapatan, pH kuning telur, Haugh Unit, dan indeks kuning telur mengalami peningkatan.

PENDAHULUAN

Telur bebek merupakan sumber protein tinggi karena mengandung semua asam amino esensial, serta beberapa vitamin dan mineral (Chaiyasit et al., 2019). Telur bebek dapat menyediakan sebagian besar nutrisi yang dibutuhkan manusia jika dikonsumsi dengan benar sebagai bagian dari makanan sehari-hari yang seimbang. Harga telur bebek lebih mahal jika dibandingkan telur ayam.

Harganya hampir dua kali lipat dari harga telur ayam. Hal ini terutama disebabkan oleh ukuran dan preferensi Masyarakat terhadap telur bebek dibandingkan telur ayam.

Berdasarkan data BPS tahun 2021 menunjukkan komoditas telur bebek mengalami rata-rata pertumbuhan yang meningkat dan harga telur bebek mengalami peningkatan tertinggi sebesar 0,73% dari harga Rp. 3.297/butir menjadi Rp. 3.321/butir (Badan Pusat Statistik Indonesia, 2022).

Telur bebek memiliki cangkang berwarna putih sampai hijau kebiruan. Cangkang telur bebek lebih tebal dibandingkan telur ayam dan sedikit elastis sehingga lebih sulit dipecahkan. Telur bebek juga memiliki lebih banyak albumen (putih telur) dibandingkan telur ayam. Komposisi fisik telur bebek yaitu albumen mencapai 60%, kuning telur 30% dan cangkang telur menyumbang 10% dari total berat telur. Umumnya, telur bebek sendiri memiliki massa sekitar 60 sampai 75 gram (Jalaludeen & Churchil, 2006).

Kualitas telur bebek dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain genetika, pemberian pakan bebek serta kondisi penyimpanan telur, yang dalam hal ini termasuk lama penyimpanan, temperatur, kelembaban dan proses penanganan. Studi yang dilakukan Liu et al. (2016) menunjukkan selama penyimpanan yang cenderung lama, telur akan kehilangan air dan karbondioksida melalui cangkang telur, sehingga mempengaruhi pH albumen dan pH kuning telur

Sementara itu, migrasi air dari albumen melalui membran telur menyebabkan kuning telur menjadi rata.. Penurunan kualitas telur bebek dapat diperlambat dengan mengurangi temperatur dan durasi penyimpanan. Parameter seperti pH albumen, pH kuning telur, Haugh unit (HU) dan indeks kuning telur (IKT) berfungsi sebagai indeks kualitas untuk menilai kesegaran telur karena sangat dipengaruhi oleh waktu dan kondisi oenyimpanan (Tan et al., 2022).

Badan Nasional Komoditas Pertanian dan Standar Pangan Thailand merekomendasikan telur bebek yang memerlukan penyimpanan lebih dari 1 minggu sebaiknya disimpan di lemari es atau ruangan dengan temperatur terkontrol antara 10 °C -13 °C dan kelembaban relative 70% - 85%. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji pengaruh lama penyimpanan telur bebek yang disimpan pada suhu ruang dan lemari (8 °C) terhadap perubahan sifat fisik yang dihasilkan.

METODE

Telur bebek yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari peternak bebek lokal Dusun Sendangrejo, Desa Bangorejo, Kecamatan Bangorejo, Kabupaten Banyuwangi. Telur bebek yang digunakan adalah telur yang baru menetas atau berumur 0 hari. Telur yang dipilih adalah telur yang memiliki massa relatif sama (± 65 gram). Sebanyak 140 telur bebek yang terbagi menjadi dua dengan 70 butir telur bebek disimpan pada temperatur ruang dan 70 butir telur bebek disimpan pada lemari es (8 °C). Lama penyimpanan berlangsung selama 21 hari dengan pengukuran sifat fisik telur tiap selang 3 hari. Adapun sifat fisik yang diukur meliputi albumen (putih) dan kuning telur bebek, diantaranya:

Penentuan Weight Loss

Penentuan massa yang hilang (weight loss) dilakukan dengan menimbang massa telur bebek awal (hari ke-0) dan massa telur bebek selama penyimpanan menggunakan persamaan (1). Sedangkan persentase massa yang hilang selama penyimpanan dapat ditentukan menggunakan persamaan (2).

$$WL = m_0 - m_t \tag{1}$$

dimana

WL: Weight Loss (gram), masa telur awal

m_0 : massa telur awal (gram)

m_t : massa telur akhir (gram)

$$WL(\%) = \frac{WL}{m_0} \times 100\% \tag{2}$$

dimana

WL(%): persentase massa yang hilang

Penentuan Kerapatan (ρ)

Pengukuran kerapatan dilakukan dengan mengukur massa telur akhir yang diperoleh selama penyimpanan dibandingkan dengan volume telur selama penyimpanan menggunakan persamaan (3). Pada penelitian ini volume telur bebek dianggap konstan selama penyimpanan (tidak mengalami perubahan). Pengukuran volume telur diawali dengan memasukkan aquades ke dalam gelas ukur dengan batas volume tertentu dan dicatat sebagai V_m (diperkirakan telur dapat dicelupkan secara keseluruhan). Selanjutnya telur dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diamati perubahan volume aquades, dicatat sebagai V_a . Volume telur ditentukan dari selisih V_a dan V_m .

$$\rho = \frac{m}{V_T} \tag{3}$$

dimana:

ρ = kerapatan telur (gram/ml)

m = massa telur (gram)

V_T = volume telur (ml)

Penentuan pH

Pengukuran pH telur dilakukan menggunakan pHmeter pada bagian albumen (putih) dan kuning telur bebek.

Pengukuran Haugh Unit (HU)

Pengukuran HU diawali dengan mengukur tinggi putih telur (albumen). Pengukuran tinggi putih telur dilakukan menggunakan jangka sorong. Setelah diperoleh nilai tinggi putih telur dilanjutkan penentuan massa telur. HU ditentukan dengan persamaan (4).

$$HU = 100 \log(H + 7.57 - 1.7m^{0.37}) \tag{4}$$

dengan:

HU = Haugh unit

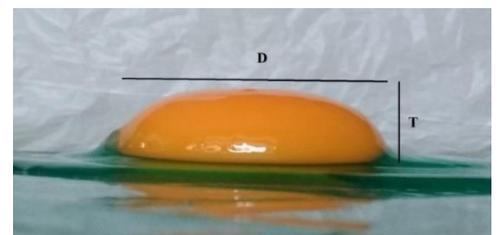
H = tinggi albumen kental (mm)

m = massa telur (gram)

Pengukuran Indeks Kuning Telur (IKT)

Pengukuran indeks kuning telur (IKT) dilakukan dengan mengamati nilai tinggi kuning telur (yolk) dan diameter kuning telur sesuai Gambar 1. Pengukuran tinggi (T) dan diameter (D) kuning telur dilakukan menggunakan jangka sorong. Indeks kuning telur dapat ditentukan dengan persamaan (5):

$$IKT = \frac{T}{D} \tag{5}$$



Gambar 1. Pengukuran Indeks Kuning Telur

Analisa data dari pengukuran sifat fisik pada albumen dan kuning telur dilakukan uji analysis of variance (ANOVA). Uji ANOVA yang dilakukan menggunakan program SPSS. Uji ANOVA bertujuan untuk melihat pengaruh lama penyimpanan pada temperatur berbeda terhadap sifat fisik telur bebek.

Hipotesa yang digunakan terdiri dari H_0 (hipotesa nol) dan H_a (hipotesa alternatif). Hipotesa nol (H_0) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh lama penyimpanan pada temperatur berbeda terhadap sifat fisik telur bebek, sedangkan hipotesa alternatif (H_a) menunjukkan terdapat pengaruh lama penyimpanan pada temperatur berbeda terhadap sifat fisik telur bebek. Kesimpulan hipotesa didasarkan pada pengujian two-way ANOVA yakni, H_0 ditolak jika $P\text{value}(\text{Sig}) < 0.05$, serta $P\text{value}(\text{Sig}) > 0.05$ maka H_0 diterima.

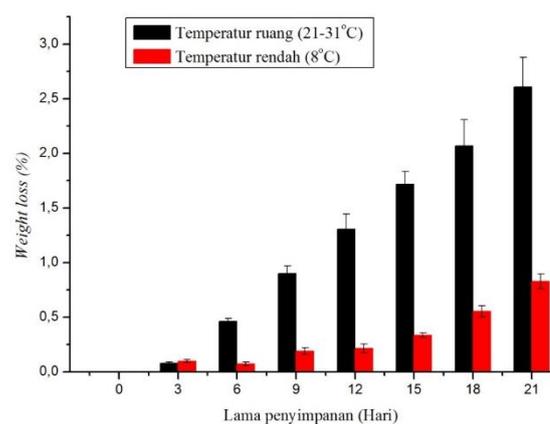
HASIL DAN DISKUSI

Weight Loss

Weight loss adalah massa telur bebek yang hilang akibat hilangnya kandungan air selama penyimpanan. Gambar 4.1 menunjukkan nilai weight loss telur bebek selama penyimpanan pada temperatur berbeda, yaitu pada temperatur ruang dan temperatur lemari es (8°C). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda terbukti mempengaruhi nilai weight loss. Semakin lama penyimpanan telur maka nilai weight loss yang terukur semakin meningkat, baik pada penyimpanan di temperatur ruang dan lemari es (8°C). Hal ini didukung dengan hasil two-way ANOVA, ditunjukkan melalui signifikansi yang diperoleh hasil $P\text{value} < 0.05$, berarti H_0 ditolak. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda berpengaruh terhadap nilai weight loss yang dihasilkan. Nilai weight loss telur bebek hari ke-0 memiliki perbedaan yang signifikan dengan hari ke-9, 12, 15, 18 dan 21. Hasil penelitian menunjukkan perubahan weight loss terlihat jelas ketika umur telur melebihi 8 hari.

Telur bebek yang disimpan pada temperatur lemari es (8°C) memiliki nilai weight loss yang lebih kecil dibandingkan weight loss telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang.

Akter et al. (2014) menyatakan perbedaan nilai weight loss telur dikarenakan pori-pori cangkang telur yang disimpan pada temperatur lemari es (8°C) memiliki ukuran yang lebih kecil. Pori-pori cangkang telur akan mempengaruhi penguapan air yang terjadi pada telur. Selain itu, pori-pori telur yang lebih kecil menghasilkan penguapan air yang lebih kecil dibandingkan dengan telur yang memiliki pori-pori lebih besar. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang diperoleh dimana telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang mengalami penguapan air lebih besar dibandingkan telur bebek yang disimpan pada temperatur lemari es (8°C). Hal ini dibuktikan dengan massa telur yang hilang pada temperatur ruang lebih besar sehingga meningkatkan nilai weight loss.



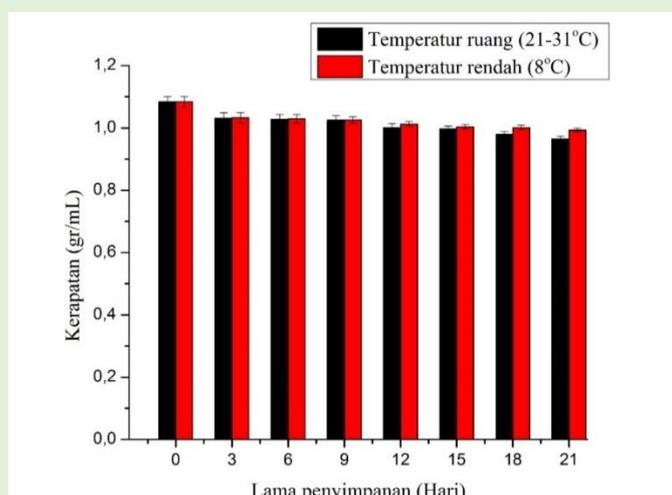
Gambar 1. Pengaruh lama penyimpanan pada temperatur berbeda terhadap nilai weight loss telur bebek

Kerapatan (ρ)

Kerapatan atau massa jenis adalah nilai yang menyatakan perbandingan massa terhadap volume zat tersebut. Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai kerapatan adalah temperatur. Semakin tinggi temperatur, kerapatan suatu zat semakin rendah karena molekul-molekul yang saling berikatan akan terlepas (Coimbra et al., 2006). Massa yang semakin kecil dengan volume tetap maka kerapatan semakin rendah.

Selain itu, massa telur yang disimpan pada temperatur ruang mengalami penurunan yang lebih besar dibandingkan dari telur yang disimpan di lemari es (8°C). Berdasarkan pernyataan tersebut maka kerapatan akan menghasilkan korelasi yang berbanding terbalik dengan perubahan massanya (weight loss). Gambar 2 merupakan hasil kerapatan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang dan temperatur lemari es (8°C) selama 21 hari.

Berdasarkan hasil penelitian, kerapatan telur bebek selama penyimpanan semakin menurun. Hal ini berkorelasi dengan nilai weigh loss telur bebek, semakin besar penurunan massa telur bebek maka diperoleh kerapatan yang semakin kecil pula dengan volume telur konstan. Telur bebek yang disimpan pada temperatur lemari es (8°C) menghasilkan nilai kerapatan yang lebih besar dibandingkan pada temperatur ruang. Hal tersebut dikarenakan temperatur lemari es (8°C) dapat menghambat penurunan massa yang terjadi pada telur bebek. Hasil uji two-way ANOVA diperoleh signifikansi Pvalue < 0.05 , berarti H_0 ditolak. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda berpengaruh terhadap kecenderungan kerapatan telur bebek.

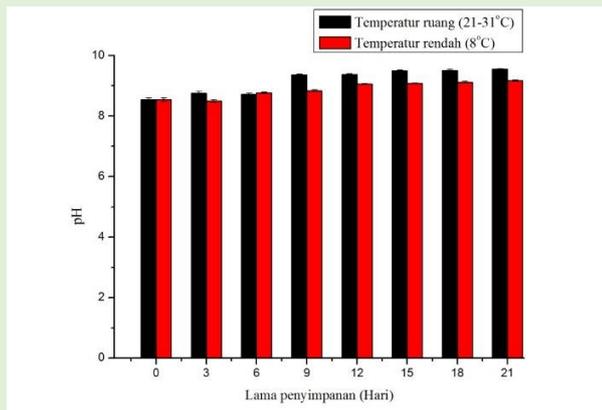


Gambar 2. Kerapatan telur bebek selama penyimpanan di temperatur berbeda

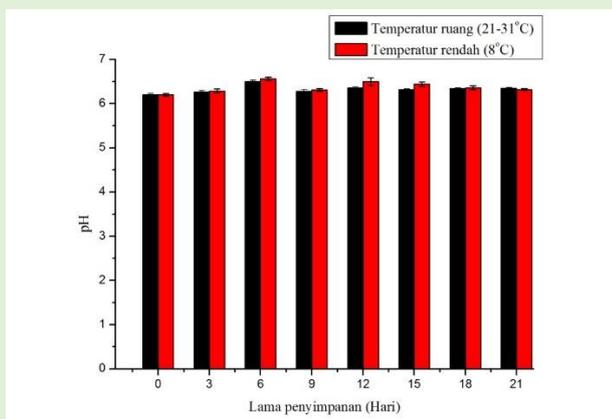
Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman atau biasa dikenal dengan pH (power of hydrogen) merupakan parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat asam atau basa yang dimiliki oleh suatu zat. pH normal berada pada kisaran nilai 7, nilai lebih dari 7 menunjukkan kondisi basa, jika kurang dari 7 menunjukkan kondisi asam. Nilai pH albumen (putih) telur bebek ditunjukkan pada Gambar 3(a). pH albumen telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang memiliki nilai pH lebih tinggi dibandingkan dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah. Gambar 4.3 menunjukkan peningkatan pH putih telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pH putih telur bebek yang disimpan pada temperatur lemari es (8°C). Perbedaan nilai pH tersebut disebabkan karena temperatur rendah dapat mengurangi proses penguapan H_2O dan CO_2 yang terjadi pada putih telur. Hal ini didukung dengan hasil two-way ANOVA, ditunjukkan melalui signifikansi yang diperoleh hasil Pvalue < 0.05 , berarti H_0 ditolak. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan telur bebek berpengaruh terhadap kecenderungan perubahan pH albumen telur.

Peningkatan pH selama penyimpanan disebabkan penguapan H_2O dan CO_2 pada telur. Penguapan CO_2 dari dalam telur diakibatkan oleh senyawa NaHCO_3 (natrium bikarbonat) yang terurai menjadi NaOH , kemudian NaOH akan terurai kembali menjadi ion-ion Na^+ dan OH^- sehingga nilai pH meningkat (Silversides & Budgell, 2004). Hasil penelitian menunjukkan telur bebek segar memiliki nilai pH berkisar pada nilai 8,54 yaitu dalam kondisi basa. Nilai pH yang diperoleh meningkat sampai hari ke-21 pada nilai 9,55 dalam kondisi basa. Peningkatan pH menimbulkan kerusakan serabut-serabut protein yang membentuk membran vitelin kuning telur.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) pH albumen dan (b) pH kuning telur selama penyimpanan pada temperatur berbeda

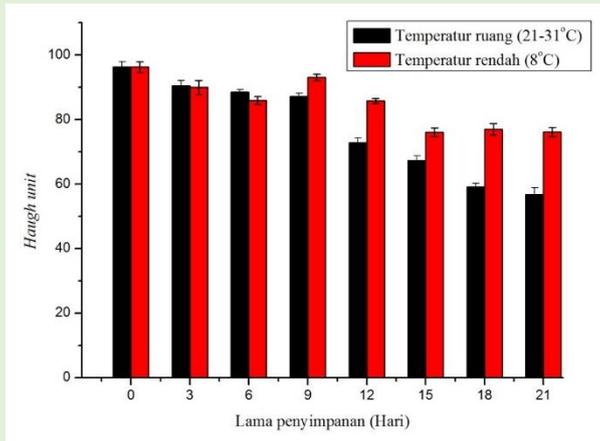
Secara fisik peningkatan pH dalam penelitian ini dapat diamati dengan semakin encernya putih telur bebek seiring dengan semakin lama telur disimpan

Sementara itu, pH kuning telur mengalami fluktuasi perubahan seiring lama penyimpanan pada temperatur yang berbeda (Gambar 3(b)). Hasil yang diperoleh menunjukkan perubahan pH kuning telur tidak terlalu signifikan dan berada dalam kondisi asam. Berdasarkan hasil two-way ANOVA, ditunjukkan melalui signifikansi diperoleh hasil $P\text{value} > 0.05$, berarti H_0 diterima. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kecenderungan perubahan pH kuning telur pada temperatur yang berbeda. pH kuning telur yang disimpan pada temperatur ruang memiliki perbedaan nilai yang tidak terlalu jauh terhadap pH kuning telur yang disimpan di lemari es (8°C).

Kuning telur segar memiliki nilai pH 6,2, sedangkan pH kuning telur akan meningkat sampai hari ke-6 dengan nilai pH 6,5 untuk telur yang disimpan pada temperatur ruang dan 6,56 untuk telur yang disimpan pada temperatur emari es (8°C). pH kuning telur akan menurun pada hari ke-9. Telur yang disimpan di lemari es (8°C) setelah hari ke-9 pH mengalami peningkatan sampai nilai 6,50 pada hari ke-12. Selanjutnya pH kuning telur mengalami penurunan sampai hari ke-21 penyimpanan

Haugh unit (HU)

Haugh unit atau biasa disingkat HU merupakan nilai yang mencerminkan keadaan albumen telur yang berguna untuk menentukan kualitas telur. Telur yang bagus kualitasnya memiliki putih telur yang tinggi, sehingga memiliki nilai HU yang tinggi. Kualitas telur yang bagus memiliki nilai HU 75, sedangkan telur yang kualitasnya buruk memiliki nilai HU lebih rendah dari 50 (Fahri et al., 2019). Seiring dengan bertambah lama waktu penyimpanan maka nilai Haugh unit semakin menurun dikarenakan keadaan putih telur yang semakin encer. HU mempunyai hubungan secara langsung dengan kandungan ovomucin yang terdapat pada telur. Penurunan HU disebabkan oleh penguapan melalui pori-pori cangkang telur yang mengakibatkan rusaknya serat ovomucin (Lestari et al., 2015). Gambar 4 menunjukkan nilai HU telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang selama penyimpanan terjadi penurunan secara linier. Sedangkan penurunan HU terjadi secara fluktuatif untuk telur bebek yang disimpan di lemari es (8°C). HU telur bebek yang disimpan di lemari es (8°C) mulai hari ke-0 menurun secara linier sampai hari ke-6 ditunjukkan. Pada Hari ke-9, HU telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) naik sampai nilai $93,06 \pm ,97$. Hari ke-12 sampai hari ke-21, HU telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah (8°C) kembali menurun.

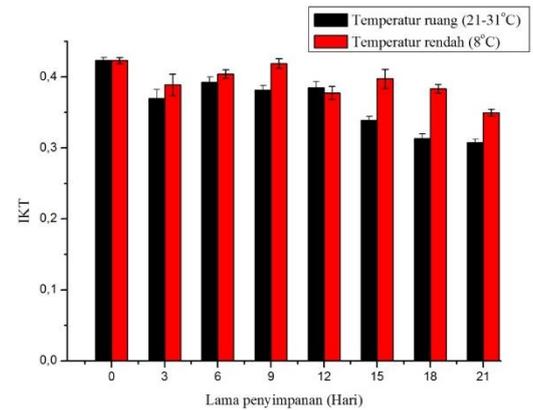


Gambar 4. Haugh unit telur bebek selama penyimpanan pada temperatur berbeda

Sehingga nilai HU yang diperoleh dari telur bebek yang disimpan di lemari es (8 °C) mengalami anomali pada hari ke-9. Hal ini dimungkinkan karena sampel telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah tersebut untuk hari ke-9 mempunyai struktur albumen yang berbeda dibandingkan sampel lainnya.

Lama penyimpanan pada temperatur yang berbeda terbukti mempengaruhi nilai HU telur bebek. Telur bebek yang disimpan semakin lama disimpan akan menghasilkan nilai HU lebih rendah dibandingkan dengan HU telur bebek segar. Temperatur rendah di lemari es (8 °C) terbukti dapat menghambat penurunan nilai HU pada telur yang dapat dilihat pada Gambar 4. Hal ini didukung dengan hasil two-way ANOVA, ditunjukkan melalui signifikansi diperoleh hasil Pvalue < 0.05, berarti H0 ditolak. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda berpengaruh terhadap kecenderungan perubahan nilai HU.

Berdasarkan nilai HU dari standar USDA (Moula et al., 2013), telur bebek hari ke-0 sampai hari ke-12 yang disimpan pada temperatur ruang tergolong telur yang berkualitas dengan grade AA (HU>72). Telur bebek hari ke-13 sampai telur bebek hari ke-15 yang disimpan pada temperatur ruang memiliki grade lebih rendah yaitu pada grade A (60>HU>72).



Gambar 5. Indeks kuning telur (IKT) dari telur bebek selama penyimpanan pada temperatur berbeda

Telur bebek hari ke-16 sampai hari ke-21 yang disimpan pada temperatur ruang tergolong dalam grade yang paling rendah pada grade B (31>HU>60). Sedangkan untuk telur yang disimpan pada temperatur rendah di lemari es (8 °C), sampai hari ke-21 masih tergolong dalam grade AA (HU>72). Dapat disimpulkan telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah di lemari es (8 °C), terbukti dapat mempertahankan kualitas telur bebek.

Indeks Kuning Telur (IKT)

Indeks kuning telur atau biasa disingkat IKT merupakan nilai yang menunjukkan kualitas internal telur ditinjau dari kuning telurnya (yolk). Gambar 5 menunjukkan pengaruh lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda terhadap perubahan IKT telur bebek. IKT telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah di lemari es (8 °C). Hasil ini didukung dengan uji two-way ANOVA, ditunjukkan melalui signifikansi Pvalue < 0.05, berarti H0 ditolak. Hasil tersebut menunjukkan lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda berpengaruh besar terhadap kecenderungan perubahan nilai IKT telur bebek.

Penurunan nilai IKT selama penyimpanan dikarenakan terjadi pengenceran kuning telur. Penurunan IKT disebabkan oleh membran vitelin kuning telur tidak kuat menahan air dari putih telur, sehingga air dari putih telur memasuki kuning telur secara difusi sehingga terjadi pembesaran kuning telur dan menjadi lebih encer (Indrawan et al., 2012). Kuning telur yang semakin encer mengakibatkan tinggi kuning telur semakin kecil dan diameternya menjadi lebih besar sehingga nilai IKT menjadi lebih kecil.

KESIMPULAN

Lama penyimpanan telur bebek pada temperatur berbeda menunjukkan perubahan sifat fisik dari telur bebek yang diukur. Telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang selama 21 hari penyimpanan mengalami peningkatan *weight loss* dan pH sedangkan kerapatan, haugh unit, dan indeks kuning telur mengalami penurunan. Sedangkan, telur bebek yang disimpan pada temperatur rendah di lemari es (8°C) memiliki kecenderungan perubahan yang sama dengan telur bebek yang disimpan pada temperatur ruang, tetapi menghasilkan nilai *weight loss* dan pH putih telur yang lebih rendah dan menghasilkan kerapatan, pH kuning telur, haugh unit, dan indeks kuning telur yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil yang diperoleh, terlihat bahwa temperatur rendah di lemari es (8 °C). terbukti dapat menjaga kualitas putih dan kuning telur bebek

REFERENSI

1. Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., & Sazili, A. Q. (2014). Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 12(3-4), 87-92.
2. Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). *Peternakan Dalam Angka 2022*. Dokumen, <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>.
3. Chaiyasit, W., Brannan, R., Chareonsuk, D., & Chanasatru, W. (2019). Properties of Chicken and Duck Egg Albumens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(1), 1-9.
4. Coimbra, J. S. R., Gabas, A. L., Minim, L. A., Garcia Rojas, E. E., Telis, V. R. N., & Telis-Romero, J. (2006). Density, heat capacity and thermal conductivity of liquid egg products. *Journal of Food Engineering*, 74(2), 186-190. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.01.043>
5. Fahri, M., Kurnianto, E., & Suprijatna, E. (2019). The effect of storage time and egg weight at room temperature on interior quality of hatching egg in Magelang duck. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, 29(3), 241-248. <https://doi.org/10.21776/ub.jiip.2019.029.03.06>
6. Indrawan, I. G., Sukada, I. M., & Suada, I. K. (2012). Kualitas Telur Dan Pengetahuan Masyarakat Tentang Penanganan Telur Di Tingkat Rumah Tangga. *Indonesia Medicus Veterinus*, 1(5), 607-620.
7. Jalaludeen, A., & Churchil, R. R. (2006). *Duck Eggs and Their Nutritive Value*. Poultry Line
8. Lestari, D., Riyanti, & Wanniatie, V. (2015). Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Warna Kerabang Terhadap Kualitas Internal Telur Itik Tegal the Effects of Storage Time and Eggshell Colour of Tegal Duck Eggs on The Internal Egg Quality. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(1), 7-14
9. Liu, Y. C., Chen, T. H., Wu, Y. C., Lee, Y. C., & Tan, F. J. (2016). Effects of egg washing and storage temperature on the quality of eggshell cuticle and eggs. *Food Chemistry*, 211, 687-693. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.056>
10. Moula, N., Ait-Kaki, A., Leroy, P., & Antoine-Moussiaux, N. (2013). Quality Assessment of marketed eggs in Bassekabylie (Algeria). *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 15(4), 395-399. <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2013000400015>
11. Silversides, F. G., & Budgell, K. (2004). The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. *Poultry Science*, 83(10), 1619-1623. <https://doi.org/10.1093/ps/83.10.1619>
12. Tan, F. J., Rungruengpet, W., Simsiri, U., Kaewkot, C., Sun, Y. M., Chumngoen, W. (2022). Influences of Egg Washing and Storage Eggs During Storage Temperature on Quality and Shelf Life of Duck Eggs During Storage. *Brazilian Journal of Poultry Science*.24(4),1-8.