

Efektivitas Ekstrak Daun Sirih, Biji Pinang, Daun Pepaya dan Kapur terhadap Kualitas Fisik Interior Telur Ayam Ras

Gallusia Marhaeny Nur Isty*, Novita Ramadhani, Sritiasni

Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari

*Email Korespondensi: gallusiamarhaenynuristy@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penggunaan ekstrak daun sirih (*Piper betle*), biji pinang (*Areca catechu*), daun pepaya (*Carica papaya L*), dan kapur (CaCO_3) terhadap kualitas fisik interior telur ayam ras selama penyimpanan pada suhu ruang 28°C-33 °C selama 21 hari. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan: P0, P1, P2, P3, dan P4, masing-masing diulang sebanyak empat kali. Parameter yang diamati meliputi penyusutan berat telur, ukuran rongga udara, indeks putih telur, indeks kuning telur, pH putih dan kuning telur, Haugh Unit, serta ketebalan kerabang. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan Analisis Ragam (ANOVA), dan apabila terdapat pengaruh nyata ($p < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap semua parameter fisik telur ($p < 0,05$). P2 memberikan hasil terbaik, dengan nilai penyusutan berat terendah (2,54%), Haugh Unit tertinggi (76,94), dan indeks kuning telur tertinggi (0,5203). P4 juga menunjukkan efektivitas tinggi dalam mempertahankan pH putih telur (7,13) dan ketebalan kerabang (0,3971 mm). Sementara itu, P0 menunjukkan penurunan kualitas paling signifikan pada hampir semua parameter. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pelapisan telur menggunakan bahan alami, khususnya ekstrak biji pinang dan kapur, terbukti efektif dalam memperlambat penurunan kualitas fisik telur selama penyimpanan. Dengan demikian, bahan alami ini berpotensi menjadi alternatif pengawet yang ramah lingkungan untuk digunakan oleh ibu rumah tangga, masyarakat maupun industri kecil.

Kata kunci: Ekstrak Alami, Kualitas Fisik, Pelapisan, Telur Ayam Ras

Abstract

This study aims to activate the effectiveness of the use of betel leaf extract (*Piper betle*), areca nut (*Areca catechu*), papaya leaf (*Carica papaya L*), and lime (CaCO_3) on the physical quality of the interior of broiler chicken eggs during storage at room temperature 28OC-33OC for 21 days. The study used a Completely Randomized Design (CRD) with five treatments: P0, P1, P2, P3, and P4, each repeated four times. The parameters observed included egg weight loss, air cavity size, egg white index, egg yolk index, egg white and yolk pH, Haugh Unit, and shell thickness. The data obtained were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA), and if there was a significant effect ($p < 0.05$), then it was continued with Duncan's further test to determine the differences between treatments. The results showed that the treatment had a significant effect on all physical parameters of the egg ($p < 0.05$). P2 gave the best results, with the lowest weight loss (2.54%), the highest Haugh Unit (76.94), and the highest yolk index (0.5203). P4 also showed high effectiveness in maintaining egg white pH (7.13) and shell thickness (0.3971 mm). Meanwhile, P0 showed the most significant quality decline in almost all parameters. Based on these results, it can be concluded that egg coating using natural ingredients, especially areca nut and lime extracts, has proven effective in slowing down the decline in the physical quality of eggs during storage. Thus, this natural ingredient has the potential to be an environmentally friendly alternative preservative for use by housewives and small industrial communities.

Keywords: Commercial Chicken Eggs, Edible Coating, Natural Extract, Physical Quality

PENDAHULUAN

Produksi telur ayam ras di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya konsumsi protein yang cukup. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), produksi telur ayam ras pada tahun 2023 mencapai lebih dari 6,1 juta ton, mengalami kenaikan sebesar 4,5% dibandingkan tahun sebelumnya. Namun, tantangan dalam menjaga kualitas telur tetap menjadi perhatian utama, terutama terkait dengan kualitas interior telur yang sangat berpengaruh terhadap tingkat penerimaan konsumen. Faktor utama yang mempengaruhi kualitas telur meliputi umur penyimpanan, suhu lingkungan, dan metode perlakuan sebelum dikonsumsi atau dipasarkan. Salah satu metode pengawetan telur yang ramah lingkungan adalah dengan menggunakan bahan alami seperti ekstrak daun sirih (*Piper betle*), biji pinang (*Areca catechu*), daun pepaya (*Carica papaya*), dan kapur (CaCO_3). Bahan-bahan ini diketahui memiliki sifat *antimikroba* dan dapat menghambat pertumbuhan *bakteri patogen* yang menyebabkan kerusakan telur.

Masyarakat Papua khususnya di Andai Distrik Manokwari Selatan terdapat kebutuhan untuk mengembangkan inovasi dalam peningkatan kualitas telur yang dapat diterapkan oleh Masyarakat, dan pelaku usaha peternakan. Salah satu pendekatan yang mulai dikembangkan adalah pemanfaatan bahan alami sebagai bahan perendaman untuk memperpanjang daya simpan dan mempertahankan kualitas telur. Beberapa bahan alami yang memiliki potensi besar adalah ekstrak daun sirih, biji pinang, daun pepaya, dan kapur.

Daun sirih (*Piper betle*) memiliki sifat antibakteri yang kuat, terutama terhadap bakteri yang dapat menyebabkan pembusukan telur. Biji pinang (*Areca catechu*), di sisi lain, mengandung senyawa *tanin* dan *alkaloid* yang berfungsi sebagai antimikroba alami. Daun pepaya (*Carica papaya*) mengandung *papain enzim proteolitik* yang dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur pada telur. Dan kapur berfungsi untuk mencegah masuknya mikroorganisme kedalam telur.

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, beberapa perlakuan terbaik telah diidentifikasi sebagai metode yang efektif dalam mempertahankan kualitas telur selama penyimpanan. Perendaman dengan ekstrak daun sirih 60% selama 40 menit terbukti mampu memperlambat kenaikan pH dan mempertahankan indeks kuning telur Wulandari *et al.* (2013). Selain itu, penggunaan ekstrak biji pinang 45% selama 1 kali 24 jam juga menunjukkan hasil serupa dalam menjaga kualitas internal telur Kurniawan *et al.* (2024). Perlakuan dengan larutan kapur 5% terbukti efektif dalam mengurangi penyusutan berat telur dan memperpanjang daya simpan Mudawaroch (2024). Berdasarkan latar belakang

penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui efektifitas perlakuan terhadap kualitas interior telur ayam.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan selama 3 bulan terhitung dari bulan April sampai dengan bulan Juni 2025 yang berlokasi di kampus satu Reremi Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari tepatnya di Laboratorium Pengolahan. Sedangkan lokasi penyuluhan dilaksanakan di Anday Desa Wasai Distrik Manokwari Selatan

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi timbangan digital, pH meter, jangka sorong, gelas ukur, blender, kuas cat, aluminium foil, Pisau, Nampan, Baskom, sendok, toples kaca dan wadah perendaman.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah telur ayam ras segar, daun sirih (*Piper betle*), biji pinang (*Areca catechu*), daun pepaya (*Carica papaya*), kapur ($CaCO_3$), Ethanol 70% dan air bersih.

Metode penelitian

Rancangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan, Sehingga diperoleh 20 unit percobaan. Setiap unit perlakuan digunakan 4 butir telur, sehingga telur yang digunakan sebanyak 80 butir telur. Perlakuan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

P0 : 4 butir telur tanpa perlakuan (kontrol)

P1 : 4 butir telur + daun sirih 180 gram + 272,72 ml air hangat.

P2 : 4 butir telur + ekstrak biji pinang 40 gram + Etanol 70% 400 ml

P3 : 4 butir telur + daun pepaya 120 gram + air 280 ml

P4 : 4 butir telur + kapur 4 gram + air 80 ml

Parameter

Penyusutan berat telur

$$\text{Penyusutan Berat Telur (\%)} = \frac{\text{BTAW} - \text{BTAK}}{\text{Berat Awal Telur}} \times 100$$

(Mudawaroch, 2024)

Ket:

BTAW : Berat telur awal

BTAK : Berat telur akhir

Rongga udara telur ayam ras, Pengukuran kedalaman rongga udara dilakukan dengan cara mengambil pecahan telur bagian tumpul (bagian yang memiliki rongga udara) dari telur yang dipecah saat pengukuran diameter putih telur, kemudian mengukur kedalaman rongga udara dari membran dalam kerabang yang berpisah dengan membran kerabang bagian luar dengan menggunakan jangka sorong (Djaelani, 2016).

Indeks Putih Telur, Untuk melakukan perhitungan Indeks Putih Telur yaitu pecahkan semua telur yang telah di simpan selam 21 hari, ukur tinggi dan lebar putih telur menggunakan alat jangka sorong. Hasil pengamatan tinggi putih telur dan lebar putih telur dicatat dan Indeks Kuning Telur dihitung dengan rumus

$$IPT = \frac{H}{0,5 (L1+L2)}$$

Keterangan:

T : Tinggi Putih Telur

L2 : Panjang Putih Telur

L1 : Lebar Putih Telur

(Tarigan et al., 2016)

Indeks Kuning Telur, diukur menggunakan jangka sorong, tinggi kuning dan putih telur di ukur dengan rumus

$$IKT = \frac{H}{0,5 (D2)}$$

Ket :

H : Tinggi kuning telur

D2 : Diameter kuning Telur

(Argo et al., 2013)

Pengukuran Nilai pH kuning telur dan putih telur dilakukan dengan menggunakan pH meter digital. (Rahardjo *et al.*, 2020)

Tebal Kerabang ,diukur menggunakan jangka sorong dengan cara mengukur ketebalan kerabang telur pada tiga titik berbeda (bagian ujung, tengah, dan pangkal telur). Rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut digunakan sebagai nilai tebal kerabang telur (Magfirah *et al.*, 2024) Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Tebal Kerabang Telur} = \frac{\text{Titik 1} + \text{titik 2} + \text{titik 3}}{3}$$

Pengukuran Komponen untuk mengukur Haugh Unit (HU) adalah pengukuran tinggi putih telur dan berat telur. Telur ditimbang, dipecah, dan diletakan di atas kaca. Ketebalan (ketinggian) putih telur (mm) diukur dengan jangka sorong. Bagian putih telur dipilih diantara pinggir kuning telur dan pinggir putih telur Purdiyanto *et al.* (2018) . Rumus perhitungan untuk mengetahui nilai Indeks Haugh adalah sebagai berikut. Rumus ini mengikuti penelitian dari Hisasaga *et al.* (2020)

$$\text{Haugh Unit (HU)} = 100 \times \log (h - 1.7W^{0.37} + 7.6).$$

Keterangan:

h : Tinggi Putih Telur (mm)

W : Berat Telur (g)

Prosedur penelitian

Daun sirih dicuci bersih untuk menghilangkan debu dan kotoran lainnya, kemudian ditiriskan. Setelah itu daun diris kecil dan ditimbang lalu dihaluskan dengan blender serta ditambahkan air hangat bersuhu 50-60°C. Aduk hingga homogen lalu di tiriskan menggunakan saringan.

Biji pinang dihaluskan terlebih dahulu kemudian ditimbang dengan 1:10 (1gram bubuk biji pinang dengan etanol 70% sebanyak 10 ml). Kemudian, biji tersebut di timbang sebanyak 40 gram diekstraksi menggunakan metode maserasi, di mana serbuk biji yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam wadah kaca dan dicampur sebanyak 400 ml. Larutan etanol 70%. Wadah tersebut selanjutnya ditutup rapat menggunakan aluminium foil serta disimpan pada tempat yang terhindar dari sinar matahari. Campuran dibiarkan selama 24 jam, dengan sesekali pengadukan selama 6 jam pertama. Setelah 24 jam, campuran disaring, dan ampasnya diambil kembali untuk diekstraksi lagi dengan menggunakan jumlah pelarut yang sama.

Daun pepaya dipilih yang berwarna hijau muda utuh tidak ada yang rusak akibat penyakit, di petik langsung dari pohon lalu di haluskan , di iris-iris kecil-kecil/ blender, timbang daun pepaya sebanyak 120 gram ekstrak di campurkan dengan air 280 ml.

Kapur kerang 4 gram di campur dengan air sebanyak 80 ml, lalu aduk hingga rata dan lapisi dengan telur.

Analisis data

Data yang diperoleh dari penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode statistik. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SPSS 16. Data yang diperoleh akan diuji menggunakan Analisis Ragam (ANOVA) dengan taraf signifikansi

5%. Jika terdapat perbedaan yang signifikan, dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Parameter yang diamati meliputi penyusutan berat telur, indeks kuning telur, pH kuning telur, Haugh Unit (HU), indeks putih telur, dan tebal kerabang telur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Kualitas Fisik Telur

Tabel 1. Hasil Kualitas Telur Berdasarkan Parameter

Parameter	Perlakuan				
	P0	P1	P2	P3	P4
Penyusutan Berat Telur (%)	3.60 ^a	5.33 ^b	2.54 ^a	3.26 ^a	2.8917 ^a
Rongga Udara (mm)	8.66 ^b	7.95 ^{ab}	5.46 ^a	9.01 ^b	5.91 ^a
Indeks Putih Telur	0.05 ^a	0.06 ^b	0.10 ^c	0.06 ^b	0.09 ^c
Indeks Kuning Telur	0.35 ^a	0.41 ^{ab}	0.52 ^c	0.38 ^{ab}	0.47 ^{bc}
pH Putih Telur	8.53 ^b	7.55 ^a	7.28 ^a	8.08 ^b	7.12 ^a
pH Kuning Telur	6.57 ^d	6.11 ^{bc}	5.85 ^a	6.28 ^c	6.00 ^a
Haugh Unit (HU)	62.94 ^a	69.26 ^b	76.94 ^c	62.16 ^a	76.46 ^c
Tebal Kerabang (mm)	0.32 ^a	0.39 ^b	0.40 ^b	0.39 ^b	0.39 ^b

Penyusutan Berat Telur Ayam

Penyusutan berat telur merupakan salah satu parameter penting untuk mengetahui seberapa baik kualitas telur mampu bertahan selama masa penyimpanan. Pada dasarnya, penyusutan ini terjadi karena penguapan air dan gas dari dalam telur melalui pori-pori kerabang. Semakin besar penyusutan, maka semakin menurun pula kualitas kesegaran telur. Dalam penelitian ini, telur ayam ras yang telah diberi perlakuan direndam dalam berbagai jenis larutan alami, yaitu ekstrak daun sirih, ekstrak biji pinang, ekstrak daun pepaya, dan larutan kapur, serta dibandingkan dengan telur tanpa perlakuan (kontrol). Penyimpanan dilakukan selama 21 hari pada suhu ruang 28°C-32°C, dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata antar perlakuan terhadap penyusutan berat telur.

Hasil analisis yang dilakukan menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap penyusutan berat telur, hasil terbaik diperoleh dari P2, dengan rata-rata penyusutan sebesar 2,54% hasil ini bisa di lihat pada tabel 2 di parameter penyusutan berat telur. Angka ini merupakan yang paling rendah di antara semua perlakuan. Hal ini karena kandungan senyawa aktif dalam biji pinang, seperti tanin dan *flavonoid*, memiliki sifat

astringen yang mampu membentuk lapisan tipis di atas permukaan kerabang. Lapisan ini menutup pori-pori secara mikro sehingga memperlambat penguapan air dari dalam telur. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Kurniawan *et al.* (2024) yang menyebutkan bahwa penyusutan berat telur yang direndam dalam ekstrak biji pinang berada pada kisaran 2,7–2,8% setelah 3 minggu penyimpanan, yang sangat mendekati hasil penelitian ini. Hal ini menunjukkan bahwa biji pinang dapat digunakan sebagai bahan pelapis alami yang efektif untuk mempertahankan bobot dan kesegaran telur.

P4 juga memberikan hasil yang cukup baik, yaitu dengan rata-rata penyusutan 2,89%. Meskipun tidak seefektif P2, nilai ini tetap tergolong baik dan menunjukkan bahwa kapur juga efektif dalam menjaga kelembaban telur Mudawaroch (2024), larutan kapur bekerja membentuk lapisan kalsium karbonat di permukaan telur, yang kemudian berfungsi sebagai penghalang keluarnya uap air. Meskipun keduanya memiliki mekanisme berbeda, yaitu P4 bersifat menutup secara fisik dan P2 bersifat membentuk lapisan biologis, keduanya sama-sama efektif dalam memperlambat penyusutan berat telur.

P1, justru menghasilkan penyusutan paling tinggi sebesar 5,33%, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan P0 yang hanya mencapai 3,60%. Hal ini kemungkinan besar terjadi karena P1 memang memiliki kemampuan antibakteri yang baik, tetapi tidak mampu membentuk lapisan pelindung fisik di permukaan telur. Dalam penelitian Wulandari *et al.* (2013), daun sirih memang lebih difokuskan pada sifat antimikrobanya, tanpa menyebutkan efek pembentukan lapisan penghalang air. Karena itu, ketika telur direndam dalam larutan daun sirih, air tetap bisa menguap melalui pori-pori kerabang. Bahkan bisa jadi, senyawa aktif dari daun sirih justru mempercepat pengikisan kutikula alami, sehingga penguapan menjadi lebih cepat.

Hasil yang lebih rendah pada P0 (kontrol) dibandingkan P1 juga dapat dijelaskan bahwa telur pada P0 masih memiliki kutikula alami yang utuh dan belum terganggu oleh perlakuan apa pun. Menurut Santoso (2020), kutikula merupakan lapisan tipis di permukaan kerabang yang mampu menghambat keluarnya air dan gas. Telur yang tidak dicuci atau direndam masih memiliki kutikula ini dalam kondisi baik. Maka dari itu, tidak heran jika pada perlakuan kontrol justru penyusutan lebih kecil dibandingkan dengan daun sirih yang walaupun mengandung antibakteri, namun tidak menutup pori-pori kerabang secara fisik. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua bahan alami dapat efektif sebagai pelapis, terutama jika tidak mampu membentuk lapisan pelindung yang nyata

Rongga Udara Telur Ayam

Rongga udara pada telur ayam merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kesegaran dan kualitas telur selama penyimpanan. Rongga udara terbentuk akibat adanya penguapan air dan gas dari dalam telur melalui pori-pori kerabang. Semakin besar rongga udara yang terbentuk, semakin tinggi pula kehilangan cairan internal, dan ini menunjukkan bahwa mutu telur mulai menurun. Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan setelah telur disimpan selama 21 hari dan hasilnya menunjukkan bahwa P2 memberikan hasil terbaik dengan nilai rata-rata 5,46 mm, dan P4 sebesar 5,91 mm. Nilai tersebut termasuk paling efektif di antara semua perlakuan lainnya, dan menunjukkan kemampuan bahan pelapis tersebut dalam menahan laju penguapan air dari dalam telur angka ini bisa di lihat pada tabel 2 untuk parameter Rongga Udara pada telur ayam ras

Efektivitas ekstrak biji pinang dalam menghambat pertumbuhan rongga udara disebabkan oleh adanya kandungan senyawa aktif seperti tanin, flavonoid, dan saponin yang memiliki sifat astringen. Senyawa ini membentuk lapisan mikro di permukaan kerabang telur yang menyumbat pori-pori sehingga memperlambat penguapan. Menurut Djaelani (2016) rongga udara akan terus membesar selama penyimpanan karena proses penguapan air dari albumen, dan jika tidak dihambat oleh bahan pelindung, maka laju pembesaran rongga udara akan semakin cepat. Hasil penelitian ini sejalan dengan pernyataan tersebut, di mana P2 terbukti menahan pertumbuhan rongga udara lebih baik dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya.

Jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, nilai rongga udara pada P2 dalam penelitian ini tergolong lebih efektif dan menunjukkan efektivitas pelapisan yang lebih baik. Menurut Djaelani (2016) rongga udara telur ayam ras yang direndam dalam berbagai perlakuan menunjukkan peningkatan seiring waktu penyimpanan. Pada P2 dalam penelitiannya, nilai rongga udara mencapai 5,73 mm, sedangkan pada perlakuan-perlakuan lainnya bahkan dapat meningkat hingga 8,73 mm P6 dan 10,35 mm P8 setelah penyimpanan. Bila dibandingkan dengan hasil penelitian ini, yaitu 5,46 mm pada P2, maka terlihat bahwa pelapisan menggunakan ekstrak biji pinang memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam menekan pembentukan rongga udara. Perbedaan ini menunjukkan bahwa ekstrak biji pinang dapat membentuk lapisan pelindung yang lebih optimal dalam menjaga kelembaban internal telur, bahkan lebih baik dari beberapa perlakuan berbasis larutan alami yang digunakan dalam penelitian (Djaelani, 2016).

P3, P0, menunjukkan nilai rongga udara yang cukup tinggi, masing-masing sebesar 9,01mm dan 8,66mm. Nilai yang tinggi tersebut menunjukkan bahwa bahan pelapis ini

tidak cukup efektif dalam menahan uap air dari dalam telur. P3 mengandung enzim papain yang bersifat proteolitik, yang diduga dapat mempercepat degradasi struktur protein albumen, sehingga uap air lebih mudah keluar dan mempercepat pembesaran rongga udara. Hal ini sejalan dengan Djaelani (2016) yang menyebutkan bahwa rusaknya struktur albumen akan mempercepat pembesaran rongga udara. Sementara itu, hasil dari P1 dengan rongga udara lebih kecil angkanya di bandingkan dengan P3 dan P0, rongga udara P1 7.95 mm di mana P1 memang mengandung eugenol dan flavonoid yang bersifat antibakteri, Wulandari *et al.* (2013), ekstrak ini hanya bekerja sebagai desinfektan alami dan tidak membentuk lapisan pelindung fisik seperti P2 dan P4.

Indeks Putih Telur Ayam

Indeks putih telur merupakan indikator penting dalam menilai kualitas albumen selama masa penyimpanan. Semakin tinggi nilai indeks putih telur, maka semakin kental struktur albumennya, yang berarti telur masih dalam kondisi segar. Sebaliknya, nilai indeks yang rendah menunjukkan bahwa albumen telah mulai encer akibat proses degradasi protein dan penguapan air. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan setelah telur disimpan selama 21 hari pada suhu ruang. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa terjadi perbedaan yang nyata antar perlakuan terhadap nilai indeks putih telur, yang mengindikasikan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh berbeda terhadap kemampuan mempertahankan kekentalan albumen. Hasil uji Anova, LSD dan duncan bisa di lihat pada Lampiran 6

Berdasarkan Tabel 2 Untuk Parameter Indeks Putih Telur P2 menghasilkan nilai indeks putih telur tertinggi yaitu 0,10, dan P4 sebesar 0,09. Nilai yang tinggi ini menunjukkan bahwa struktur albumen masih stabil Menurut Kurniawan *et al.* (2024), perlakuan dengan bahan pelindung yang tepat mampu mempertahankan indeks putih telur hingga mencapai 0,10, yang sejalan dengan hasil penelitian ini. P2 dan P4 dinilai berhasil memperlambat penurunan *ovomusin*, protein utama yang menjaga kekentalan putih telur.

P3 dan P1 menunjukkan nilai indeks putih telur masing-masing sebesar 0,06 dan 0,06. Nilai ini menandakan bahwa kekentalan albumen mulai menurun, meskipun tidak secepat perlakuan kontrol. Penurunan kekentalan ini kemungkinan disebabkan oleh tidak terbentuknya lapisan pelindung yang optimal pada permukaan kerabang, sehingga air dan gas dari dalam telur lebih mudah menguap. Menurut Mudawaroch (2024) indeks putih telur tanpa perlakuan khusus atau dengan pelapisan yang tidak efektif akan menurun secara bertahap hingga sekitar 0,045 pada hari ke-21 penyimpanan. Meskipun nilai pada P3 dan P1 dalam penelitian ini masih lebih tinggi, tren penurunan kualitas tetap terlihat jelas.

P0 menunjukkan nilai indeks putih telur yang kurang efektif yaitu 0,05 nilai ini menunjukkan bahwa albumen telah mengalami penurunan lebih jauh dibandingkan perlakuan lain. Hal ini mengindikasikan bahwa tanpa perlakuan apa pun, kekentalan putih telur akan semakin cepat berkurang selama penyimpanan di suhu ruang.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan tertentu mampu menjaga stabilitas struktur albumen dengan lebih baik, ditunjukkan melalui tingginya nilai indeks putih telur. Meskipun semua perlakuan menunjukkan penurunan namun P2 dan P4 tetap menunjukkan tingkat kekentalan yang mendekati ideal. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan perlakuan yang sesuai dapat memperlambat proses penurunan internal telur, menjaga kekentalan putih telur, serta memperpanjang masa simpan telur konsumsi selama penyimpanan pada suhu ruang

Indeks Kuning Telur Ayam

Indeks kuning telur (IKT) merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kualitas fisik telur ayam. IKT digunakan untuk menunjukkan tingkat kesegaran kuning telur berdasarkan perbandingan antara tinggi kuning telur dengan diameter kuning telur. Nilai IKT yang tinggi mengindikasikan bahwa kuning telur masih berbentuk bulat tinggi dan tidak menyebar, artinya kualitas internal telur tersebut masih sangat baik. Dalam kondisi penyimpanan, kuning telur cenderung mengalami penurunan bentuk (menjadi lebih datar) seiring meningkatnya umur simpan. Oleh karena itu, nilai IKT menjadi indikator penting untuk mengevaluasi sejauh mana perlakuan dapat mempertahankan mutu kuning telur selama penyimpanan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, Hasil Analisis menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap indeks kuning telur, dengan nilai signifikansi sebesar 0,026 ($< 0,05$) P2 memberikan nilai indeks kuning telur tertinggi, yaitu 0,52 yang berarti perlakuan ini paling efektif dalam mempertahankan struktur kuning telur tetap tinggi dan tidak menyebar. Diikuti oleh P4 dengan nilai 0,47 serta P1 sebesar 0,41 dan P3 sebesar 0,38 yang menunjukkan efektivitas yang cukup dalam menjaga bentuk kuning telur. Sementara itu, P0 menunjukkan nilai yang kurang efektif yaitu 0,35 menandakan bahwa tanpa perlakuan, struktur kuning telur cenderung menyebar lebih cepat akibat penetrasi udara dan penurunan membran vitelin. Nilai tinggi pada P2 dan P4 menunjukkan kemampuan untuk mempertahankan struktur internal kuning telur yang lebih baik dibandingkan dengan P0, P1, dan P3. Hasil Uji Anova, LSD dan Duncan bisa di lihat pada Lampiran 7

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil ini menunjukkan pencapaian yang cukup signifikan Menurut Rahardjo *et al.* (2020) pada hari ke-21 penyimpanan, nilai indeks kuning telur ayam mencapai 0,22 yang menunjukkan tingkat kesegaran yang sudah menurun. Sementara itu, Kurniawan *et al.* (2024) melaporkan bahwa penggunaan bahan pelapis dapat menghasilkan IKT hingga 0,10 meskipun dengan variasi metode dan konsentrasi berbeda. Dibandingkan dengan P0 dalam penelitian ini 0,35 nilai tersebut masih menunjukkan bahwa telur tanpa perlakuan dalam penelitian ini memiliki mutu yang sedikit lebih baik dari kontrol versi peneliti lain, namun tetap berada pada posisi kurang efektif dibanding perlakuan lainnya. Hasil dari P1 dan P3 juga lebih tinggi dari nilai yang dilaporkan Rahardjo *et al.* (2020), menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan pada penelitian ini tetap mampu memperlambat penurunan mutu, walaupun tidak seoptimal P2 dan P4.

P1 dan P3 memiliki nilai IKT masing-masing 0,41 dan 0,38, keduanya berada di tengah antara perlakuan terbaik dan kontrol. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun perlakuan P1 dan P3 tidak seefektif P2 dan P4, keduanya masih memiliki pengaruh dalam memperlambat penyebaran kuning telur. Nilai ini juga lebih tinggi dari hasil penelitian Rahardjo *et al.* (2020) yang menunjukkan bahwa pada hari ke-21, IKT berkisar 0,22 tergantung bahan pelapis yang digunakan. Dengan demikian, semua perlakuan dalam penelitian ini, kecuali kontrol, menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian tersebut, menandakan bahwa perlakuan-perlakuan yang diberikan memiliki potensi dalam mempertahankan kesegaran kuning telur secara signifikan, angka di atas bisa di lihat pada tabel 2 untuk parameter Indeks Kuning Telur

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan yang beragam dalam mempertahankan bentuk kuning telur selama penyimpanan. Perlakuan P2 menjadi yang paling efektif, diikuti oleh P4, P1, dan P3. Sementara itu, kontrol (P0) mengalami penurunan mutu paling cepat. Nilai IKT yang tinggi pada P2 dan P4 menunjukkan bahwa kedua perlakuan tersebut mampu memperlambat pelepasan kuning telur dan mempertahankan bentuknya tetap bulat dan tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pelapisan yang tepat dapat menjaga kestabilan membran vitelin dan memperlambat proses penurunan struktur kuning telur yang terjadi secara alami selama penyimpanan.

pH Putih Telur Ayam

pH putih telur merupakan salah satu parameter penting yang mencerminkan kesegaran dan kestabilan struktur albumen. Pada telur segar, pH putih telur biasanya berkisar antara 7,5–8,0. Namun, seiring berjalannya waktu selama masa penyimpanan, pH

putih telur akan meningkat akibat penguapan air dan pelepasan gas karbon dioksida (CO₂) melalui pori-pori kerabang. CO₂ yang keluar menyebabkan menurunnya konsentrasi ion bikarbonat dalam albumen, sehingga sistem buffer terganggu dan menyebabkan albumen menjadi lebih encer. Semakin tinggi pH putih telur, maka semakin encer sifat fisiknya, yang berimplikasi pada penurunan kualitas internal telur secara keseluruhan.

Dalam penelitian ini, Berdasarkan tabel 2 pada parameter pH putih telur Hasil Analisis menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh sangat signifikan terhadap nilai pH putih telur, dengan nilai signifikansi sebesar 0,000 (< 0,05) P4 menunjukkan nilai pH putih telur paling efektif yaitu 7,12, yang paling mendekati kisaran telur segar. Nilai ini menunjukkan bahwa struktur albumen pada perlakuan tersebut masih stabil dan belum banyak mengalami penurunan. Perlakuan lain yang juga menunjukkan nilai pH yang efektif adalah P2 sebesar 7,28 dan P1 sebesar 7,55. Keduanya masih berada di bawah pH normal maksimal untuk telur segar, dan tergolong cukup baik dalam menahan laju peningkatan pH. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa perlakuan mampu menjaga kondisi internal telur lebih stabil, dengan memperlambat penguapan air dan pelepasan CO₂ yang menjadi penyebab meningkatnya pH putih telur. Perbedaan nilai antar perlakuan mencerminkan efektivitas masing-masing dalam menahan perubahan kualitas selama penyimpanan.

P3 dan P0 menunjukkan nilai pH yang kurang efektif, yaitu masing-masing sebesar 8,08 dan 8,53. Nilai ini menunjukkan bahwa albumen pada kedua perlakuan tersebut sudah mengalami perubahan kimiawi yang cukup besar. pH yang tinggi mengindikasikan bahwa sistem buffer dalam albumen mulai rusak, dan struktur protein seperti ovomusin mulai menurun. Ini menyebabkan putih telur menjadi encer dan lebih mudah rusak. Hasil ini sesuai dengan temuan Rahardjo *et al.* (2020) yang mencatat bahwa pH putih telur ayam ras pada hari ke-21 penyimpanan dapat meningkat hingga 9,17, menandakan bahwa albumen berada pada kondisi sangat encer. Begitu pula dengan hasil dari Mudawaroch (2024) yang menunjukkan pH putih telur mencapai 8,30 pada perlakuan tertentu, yang juga masih lebih tinggi dibanding P4, P2, dan P1 dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan, semua perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda terhadap kestabilan pH putih telur. P4 paling efektif dalam menahan laju kenaikan pH, disusul oleh P2 dan P1, yang masih mampu menjaga pH tetap di bawah angka 8. Sebaliknya, P3 dan P0 menunjukkan kecenderungan peningkatan pH yang lebih tinggi, menandakan bahwa perlakuan tersebut kurang efektif dalam menjaga mutu albumen selama penyimpanan.

pH Kuning Telur Ayam

pH kuning telur merupakan indikator penting untuk menilai kualitas dan kestabilan struktur internal telur. Normalnya, pH kuning telur pada telur segar berkisar antara 6,0–6,2. Seiring bertambahnya umur simpan, pH kuning telur akan meningkat secara bertahap akibat transpor air dari albumen ke kuning telur, serta hilangnya CO₂ yang menyebabkan terganggunya sistem *buffer*. Kondisi ini dapat mengakibatkan rusaknya membran vitelin yang melindungi kuning telur, sehingga bentuk dan kualitas kuning telur menurun. Oleh karena itu, pengukuran pH kuning telur menjadi salah satu parameter penting untuk menilai efektivitas perlakuan dalam mempertahankan mutu telur selama penyimpanan.

Berdasarkan Tabel 2 P2 menunjukkan nilai pH kuning telur yang paling efektif, yaitu 5,85. Ini menunjukkan bahwa perlakuan P2 paling efektif dalam mempertahankan kestabilan pH kuning telur. Disusul oleh P4 6,00 dan P1 6,11 yang menandakan bahwa kedua perlakuan ini juga memberikan perlindungan yang cukup terhadap kerusakan membran vitelin. Nilai-nilai tersebut menandakan bahwa ketiga perlakuan mampu memperlambat proses penurunan kimia dan mempertahankan sistem buffer dalam kuning telur.

P3 menghasilkan nilai pH sebesar 6,28 dan P0 sebesar 6,57 yang merupakan nilai tertinggi dalam penelitian menandakan bahwa kualitas kuning telur pada perlakuan tersebut sudah menurun secara signifikan. Peningkatan pH pada kontrol menunjukkan bahwa tidak adanya pelapisan menyebabkan hilangnya CO₂ dan kelembaban secara lebih cepat, sehingga menyebabkan kerusakan membran vitelin. Hal serupa juga terjadi pada P3, yang tidak efektif dalam membentuk lapisan pelindung, atau bahkan mengandung senyawa yang mempercepat pelepasan air dari albumen ke kuning telur, sehingga mempercepat penurunan,

Hasil ini diperkuat oleh temuan Rahardjo *et al.* (2020) yang mencatat bahwa pada hari ke-21 penyimpanan, pH kuning telur dapat meningkat hingga 7,03, menandakan bahwa telur mengalami penurunan yang cukup jika tidak diberi perlakuan yang efektif. Dibandingkan dengan hasil penelitian ini, P2, P4, dan P1 memiliki performa lebih baik karena mampu mempertahankan pH kuning telur di bawah angka tersebut. Bahkan, P2 dalam penelitian ini memberikan pH paling mendekati telur segar, yang berarti struktur dan stabilitas kuning telur tetap terjaga secara optimal. berdasarkan Uji Anova, LSD dan Duncan dapat di lihat pada Lampiran 9

Secara keseluruhan, P2 terbukti paling optimal dalam mempertahankan kestabilan pH kuning telur, diikuti oleh P4 dan P1 yang juga menunjukkan hasil cukup baik. P3 dan

P0 menunjukkan peningkatan pH yang kurang baik menandakan bahwa kedua perlakuan ini tidak efektif dalam menjaga sistem buffer dan struktur kuning telur. Perbedaan nilai ini menunjukkan bahwa pelapisan tertentu mampu memperlambat kerusakan membran vitelin, mengurangi difusi air dari albumen ke kuning telur, serta menjaga kondisi kuning telur tetap segar.

Tebal Kerabang Telur Ayam

Tebal kerabang telur merupakan struktur pelindung utama yang berperan penting dalam menjaga mutu telur selama penyimpanan. Kerabang terdiri dari lapisan kalsium karbonat yang meskipun keras, tetap memiliki pori-pori mikroskopik yang memungkinkan pertukaran gas dan uap air. Ketebalan kerabang berpengaruh langsung terhadap ketahanan fisik telur serta kecepatan penguapan air dari dalamnya. Oleh karena itu, semakin tebal kerabang telur, maka semakin tinggi potensi telur dalam mempertahankan kualitas internalnya. Parameter ini menjadi penting terutama dalam penyimpanan jangka menengah hingga panjang, khususnya pada suhu ruang tanpa pendinginan.

Berdasarkan hasil analisis diperoleh signifikansi sebesar 0,010 ($< 0,05$) yang menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan kerabang telur. Hasil uji lanjut duncan memperlihatkan bahwa P0 0,32 mm berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. P2 menghasilkan tebal kerabang tertinggi yaitu 0,40 mm, diikuti oleh P4 0,39 P1 0,39 dan P3 0,39 yang Hal ini menunjukkan bahwa hampir semua perlakuan mampu meningkatkan ketebalan kerabang telur dibandingkan kontrol, dengan P2 sebagai perlakuan paling efektif, hasil Uji Anova, LSD dan Duncan dapat di lihat pada Lampiran 10

Nilai tertinggi bisa di lihat pada tabel 2, P2 menunjukkan keberhasilan perlakuan dalam memperkuat struktur kerabang, baik secara fisik. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu, angka 0,40mm yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Magfirah *et al.* (2023) yaitu 0,38mm, Mudawaroch (2024) yaitu 0,38 mm, dan Kurniawan *et al.* (2024) yang mencapai 0,39 mm. Hal ini menandakan bahwa formula dan kondisi perlakuan pada penelitian ini memberikan efek perlindungan yang lebih kuat terhadap pelunakan kerabang telur selama penyimpanan.

P1, P3, dan P4 juga menunjukkan hasil yang baik dengan nilai tebal kerabang di atas 0,39 mm, yang secara statistik tidak berbeda nyata dengan P2, namun tetap secara fungsional memperkuat struktur pelindung telur. Sementara itu, nilai tebal kerabang terendah ditemukan pada P0, yaitu 0,32 mm, yang menunjukkan penurunan kualitas akibat tidak adanya pelapisan pelindung. Hal ini sejalan dengan penelitian Djaelani (2016) yang

mencatat bahwa ketebalan kerabang telur ayam ras tanpa perlakuan selama penyimpanan 21 hari sekitar 0,32 mm. Penurunan ini terjadi karena proses penguapan air melalui pori-pori kerabang yang terbuka, menyebabkan struktur mineral melemah dan mengurangi ketahanannya terhadap tekanan eksternal.

Dalam penelitian muncul noda kecoklatan pada bagian dalam kerabang telur pada P2. Hal ini menunjukkan adanya penetrasi senyawa aktif dari perlakuan melalui pori-pori mikroskopik kerabang. Menurut (Ar *et al.*, 1974), kerabang telur ayam memiliki ribuan pori-pori yang memungkinkan difusi molekul kecil dari luar ke dalam struktur kerabang. Dalam hal ini, senyawa seperti tanin berukuran kecil dan larut air, sehingga dapat menembus lapisan luar kerabang dan berinteraksi dengan membran dalam. Meskipun demikian, keberadaan noda ini tidak menunjukkan adanya kontaminasi berbahaya, tetapi lebih sebagai bukti bahwa senyawa tersebut aktif masuk ke dalam jaringan pelindung kerabang.

Terkait keamanan konsumsi, penetrasi senyawa aktif ke bagian dalam kerabang telur tidak menyebabkan telur menjadi berbahaya untuk dikonsumsi, selama bahan yang digunakan berasal dari sumber alami yang aman dan tidak mengandung zat toksik. Rao *et al.*, (2012) menyatakan bahwa tanin bersifat non-toksik dalam konsentrasi rendah dan bahkan memiliki manfaat fungsional pada bahan pangan. Selain itu, menurut USDA FSIS (2018), telur tetap aman dikonsumsi selama kerabangnya tidak mengalami keretakan, tidak ada perubahan mencolok pada isi telur, dan tidak terdapat kontaminasi mikrobiologis. Artinya, meskipun terjadi perubahan warna atau noda akibat interaksi senyawa aktif, selama struktur internal telur tetap terjaga, telur tersebut masih layak dikonsumsi secara aman.

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa semua perlakuan dalam penelitian ini menunjukkan kemampuan untuk meningkatkan ketebalan kerabang telur, dengan P2 sebagai perlakuan paling optimal. Ketebalan kerabang yang meningkat akan memberikan perlindungan tambahan terhadap penguapan air, kerusakan mekanis, serta potensi kontaminasi. Selain memperkuat struktur fisik telur, interaksi senyawa aktif dengan lapisan kerabang juga berkontribusi dalam memperpanjang masa simpan telur secara alami. Temuan ini mempertegas pentingnya penggunaan bahan alami dalam pelapisan telur sebagai alternatif perlindungan yang efektif dan tetap aman bagi konsumen.

Haugh Unit Telur Ayam

Haugh Unit (HU) merupakan parameter utama dalam menilai kualitas internal telur, khususnya pada bagian putih telur (albumen). Nilai HU dihitung berdasarkan

hubungan antara tinggi albumen dan berat telur, di mana nilai tinggi menunjukkan kualitas albumen yang masih kental dan segar. Telur dengan HU tinggi umumnya memiliki putih telur yang kental dan kuning telur yang masih terangkat, menandakan kondisi segar. Semakin rendah HU, maka menandakan bahwa albumen mulai mencair dan kualitas telur mengalami penurunan. Oleh karena itu, parameter ini menjadi indikator penting dalam menilai efektivitas perlakuan terhadap ketahanan mutu telur selama penyimpanan.

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini, nilai HU tertinggi diperoleh pada P2 76,94 dan P4 76,46, disusul oleh P1 69,26 dan P0 62,94 serta P3 62,16. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh sangat signifikan terhadap HU dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Untuk Uji Anova, LSD dan Duncan Haugh Unit bisa di lihat pada Lampiran 11

Berdasarkan tabel 2 P2 dan P4 yang menghasilkan HU tertinggi menunjukkan bahwa perlakuan tersebut efektif dalam mempertahankan kekentalan albumen, sehingga struktur internal telur tetap stabil selama penyimpanan. Bandingkan dengan hasil penelitian Kurniawan *et al.* (2024) yang menggunakan ekstrak alami serupa dan memperoleh HU maksimal 81,42, maka hasil penelitian ini mendekati nilai tersebut dan menunjukkan efektivitas yang tinggi. Sementara itu, P1 dengan HU sebesar 69,26 menunjukkan kemampuan yang cukup efektif dalam mempertahankan mutu putih telur, meskipun tidak seefektif P2 dan P4. Hal ini mengindikasikan bahwa P1 mampu menahan penurunan namun kurang maksimal dalam membentuk penghalang terhadap penguapan air dan pelepasan gas dari albumen.

Pada P0 dan P3, nilai HU masing-masing sebesar 62,94 dan 62,16, menunjukkan bahwa tanpa perlakuan atau dengan perlakuan yang kurang optimal, mutu albumen cenderung menurun lebih cepat. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rahardjo *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa HU telur ayam ras menurun menjadi 31,02 setelah 21 hari penyimpanan tanpa pelapisan. Begitu juga dalam penelitian Bahkan dalam penelitian oleh Argo *et al.* (2013) nilai rata-rata HU telur ayam arab petelur hanya mencapai 52,51, meskipun dilakukan pada kondisi penyimpanan berbeda.

Hasil ini menunjukkan bahwa P2 dan P4 secara signifikan lebih mampu mempertahankan mutu albumen dibandingkan perlakuan lainnya. Perlakuan ini diduga mampu membentuk lapisan pelindung yang efektif di permukaan kerabang, sehingga memperlambat proses penguapan air dan pelepasan CO₂. Efek ini menjaga tekanan osmotik di dalam telur, mempertahankan tinggi albumen, dan secara langsung meningkatkan nilai HU. Sebaliknya, pada P0 dan P3, kemungkinan tidak terbentuk penghalang yang kuat

sehingga penurunan struktur albumen terjadi lebih cepat dan menyebabkan penurunan nilai HU.

Secara keseluruhan, semua perlakuan memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap nilai Haugh Unit. P2 dan P4 terbukti paling efektif, sementara P1 masih mampu mempertahankan mutu secara sedang, dan P0 serta P3 menunjukkan penurunan kualitas paling cepat. Hasil ini memperkuat bahwa pemberian perlakuan pelapisan berbasis bahan alami berpotensi menjadi metode yang efisien dalam menjaga kualitas telur selama masa penyimpanan, terutama pada kondisi suhu ruang yang lebih rentan mempercepat kerusakan fisik telur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik diperoleh pada P2, yaitu biji pinang 40 gram yang dihaluskan dan dicampur dengan etanol 70% sebanyak 272,72ml, lalu direndam selama 24 jam. P2 secara signifikan mempertahankan kualitas fisik telur dengan penyusutan berat paling rendah, *Haugh* Unit tertinggi, dan indeks kuning telur terbaik. P2 juga efektif, yakni dengan kapur 4 gram dan 80ml air yang diaplikasikan melalui pelapisan. P4 mampu menjaga pH Putih telur dan ketebalan kerabang dengan baik.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengeksplorasi kombinasi bahan-bahan alami tersebut guna meningkatkan efektivitas pelapisan telur secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ar, A., Rahn, H., Paganelli, C. V., & Schmidt-Nielsen, K. (1974). *The avian egg: Mass and strength of the shell. Respiration Physiology*, 22(1), 1-7.
- Argo, L. B., Tristiarti, T., & Mangisah, I. (2013). Kualitas fisik telur ayam arab petelur fase I dengan berbagai level *Azolla microphylla*. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 445–457.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Produksi telur ayam ras. Diakses dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2NDkxIzi=/layer-egg-production-by-produvince.html> (20 Januari 2025)
- Djaelani, M. A. (2016). Ukuran rongga udara, pH telur dan diameter putih telur ayam ras (*Gallus L.*) setelah pencelupan dalam larutan rumput laut dan disimpan beberapa waktu. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 1(1), 19–23.
- Hisasaga, C., Griffin, S. E., & Tarrant, K. J. (2020). Survey of egg quality in commercially available table eggs. *Poultry Science*, 99(12), 7202–7206.

- Kurniawan, M. E., Nurfiana, R., Armayanti, A. K., Haerunnisa, H., & Sulfiani, S. (2024). Pengaruh perendaman ekstrak biji pinang terhadap kualitas internal ayam ras. *Jurnal Agriovet*, 6(2), 31–40.
- Maghfirah, N., Sulaiman, A., & Rizal, M. (2024). Kualitas indeks bentuk, volume, berat jenis, dan tebal kerabang telur itik alabio pada umur produksi 6, 9, 12 bulan. *Jurnal Penelitian Peternakan Lahan Basah*, 4(2), 1–9.
- Mudawaroch, R. E. (2024). Umur simpan telur ayam yang dilapisi dengan kapur (CaCO_3) dan minyak kelapa. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 82–93.
- Purdiyanto, J. (2018). Pengaruh lama simpan telur itik terhadap penurunan berat, indeks kuning telur (IKT), dan Haugh Unit (HU). *Maduranch: Jurnal Ilmu Peternakan*, 3(1), 23–28.
- Rahardjo, A. H. D., & Sukmaningsih, T. (2020). Lama penyimpanan terhadap kualitas internal telur ayam niaga petelur. *Media Peternakan*, 22(2), 45–51.
- Rao, S., & Ramalakshmi, K. (2012). Tannins: Classification and health effects – A review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(1), 27–33.
- Santoso, M. D. Y. (2021). Pengawetan telur ayam dengan antimikroba alami. *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, 3(1), 44–49.
- Tarigan, B., Ribka, L., & Agustina, K. K. (2016). Kualitas telur asin bermedia kulit manggis (*Garcinia mangostana* L) berdasarkan indeks putih telur, kuning telur, dan Haugh Unit. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 5(1), 30–37.
- USDA Food Safety and Inspection Service. (2018). *Egg products inspection manual*. United States Department of Agriculture.
- Wulandari, E., Rachmawan, O., Taofik, A. T., Suwarno, N., & Faisal, A. (2013). Pengaruh ekstrak daun sirih (*Piper betle* L) sebagai perendam telur ayam ras konsumsi terhadap daya awet pada penyimpanan suhu ruang. *Jurnal Istek*, 7(2), 47–54.