

**PENGARUH PENGOLESAN LARUTAN ASAM CUKA PADA TELUR ITIK
TERHADAP KEKUATAN KERABANG DAN LAMA PENETASAN PADA MASA
KRITIS PENETASAN**

*The Effect of Acetic Acid Solution Application on Duck Eggs Shell Strength and
Incubation Duration During the Critical Hatching Period*

Faza Yufan Ilmiawan¹, Rosidi¹, Sigit Mugiyono¹, Akbar Satria Bahari^{1*}

¹Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedriman, Purwokerto

*Corresponding Author. E-mail: akbarsatriabahari@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh level pengolesan larutan asam cuka pada telur itik terhadap kekuatan kerabang dan lama penetasan. Materi penelitian yang digunakan adalah 180 butir telur tetas itik (umur 1–7 hari, bobot 65–75 g) dari induk umur 16–18 minggu. Metode eksperimental digunakan sebagai metode penelitian dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan sebagai rancangan penelitian. Penelitian terdiri dari tiga kelompok perlakuan pengolesan asam cuka (P₀: 0%, P₁: 10%, P₂: 20% asam cuka) dan 6 ulangan, dengan setiap unit percobaan menggunakan 10 telur. Peubah yang diukur dalam penelitian adalah kekuatan kerabang (Mpa) dan lama penetasan telur (jam). Data kekuatan kerabang dan lama penetasan dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA) dan uji kontras ortogonal sebagai uji lanjut. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata nilai kekuatan kerabang (MPa) untuk setiap perlakuan sebagai berikut: P₀ (0,233 ± 0,022), P₁ (0,125 ± 0,013), dan P₂ (0,144 ± 0,031); serta lama penetasan (jam): P₀ (650,438 ± 9,714), P₁ (622,438 ± 5,519), dan P₂ (635,503 ± 2,182). Analisis variansi menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01) akibat pengolesan asam cuka terhadap kedua peubah. Uji kontras ortogonal menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan pada kekuatan kerabang antara perlakuan P₁ dan P₂, sedangkan terdapat perbedaan yang sangat nyata (P<0,01) pada lama penetasan antara P₁ dan P₂. Dapat disimpulkan bahwa pengolesan asam cuka secara signifikan mengurangi kekuatan kerabang dan mempercepat penetasan telur itik. Perlakuan dengan konsentrasi asam cuka 10% menunjukkan efektivitas yang paling optimal dalam mempercepat penetasan.

Kata kunci: *Telur itik; Asam cuka; Kekuatan kerabang; Lama penetasan.*

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of different levels of acetic acid solution application on duck eggs on eggshell strength and hatching time. The materials used in this study were 180 hatching duck eggs (1–7 days old, weighing 65–75 g) from 16–18week old parent ducks. An experimental method with a Completely Randomized Design (CRD) was employed as the research design. The study consisted of three acetic acid treatment groups (P₀: 0%, P₁: 10%, P₂: 20% acetic acid) and 6 replicates, with each experimental unit using 10 eggs. The variables measured in this study were eggshell strength (MPa) and egg hatching time (hours). Eggshell strength and hatching time data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and orthogonal contrast as a post-hoc test. The results showed the mean values of eggshell strength (MPa) for each treatment as follows: P₀ (0.233 ± 0.022), P₁ (0.125 ± 0.013), and P₂ (0.144 ± 0.031); and hatching time (hours): P₀ (650.438 ± 9.714), P₁ (622.438 ± 5.519),

and P₂ (635.503 ± 2.182). Analysis of variance revealed a highly significant difference (P<0.01) in both variables due to the acetic acid application. Orthogonal contrast tests showed no significant difference in eggshell strength between treatments P₁ and P₂, while there was a highly significant difference (P<0.01) in hatching time between P₁ and P₂. It can be concluded that acetic acid application significantly reduces eggshell strength and accelerates the hatching of duck eggs. The treatment with a 10% acetic acid concentration demonstrated the most optimal effectiveness in accelerating hatching.

Keywords: Duck eggs; Acetic acid; Eggshell strength; Hatching time.

PENDAHULUAN

Proses penetasan telur merupakan tahap krusial dalam industri peternakan unggas, termasuk itik. Dalam konteks penetasan telur, daya tetas memegang peranan sentral sebagai tolok ukur keberhasilan, karena mempengaruhi suplai bibit bebek. Terdapat tiga kelompok faktor yang memengaruhi daya tetas: faktor induk (genetik, umur induk, musim, dan nutrisi), faktor telur (kualitas telur, kelangsungan hidup embrio, dan penyimpanan telur), serta faktor inkubator/penetasan (suhu, kelembaban relatif, konsentrasi karbon dioksida dan ventilasi, pemutaran telur, pendinginan, dan kebersihan) (Abd El-Hack *et al.*, 2019; Salamon, 2020). Salah satu penyebab terjadinya kegagalan penetasan telur itik adalah pada proses *pipping* atau proses embrio menetas. Morfologi paruh itik yang relatif tumpul dan karakteristik eksternal telur itik dengan kerabang yang memiliki ketebalan signifikan dapat menjadi faktor penghambat mekanis selama proses *pipping*, sehingga menyulitkan embrio untuk menetas (Pradini *et al.*, 2016; Nas, 2024). Salah satu cara untuk meningkatkan daya tetas itik adalah dengan mempermudah proses *pipping* melalui

aplikasi senyawa kimia pada cangkang telur.

Asam cuka merupakan salah satu bahan yang mengandung senyawa kimia asam asetat (CH₃COOH), yang bersifat asam dan mampu bereaksi dengan kalsium karbonat (CaCO₃) yang merupakan komposisi utama pada kerabang telur sebesar 94% (Fitriani *et al.*, 2024). Asam asetat menunjukkan potensi sebagai alat bantu dalam memudahkan pelepasan kerabang dari telur rebus (Sulton *et al.*, 2020). Pengolesan larutan asam cuka pada telur itik diduga dapat memengaruhi struktur kerabang dengan cara melarutkan sebagian kalsium karbonat, sehingga kerabang menjadi lebih mudah pecah saat proses penetasan. Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi sejauh mana pengolesan asam cuka dapat berkontribusi terhadap keberhasilan penetasan telur itik.

Penelitian dirancang untuk mengevaluasi pengaruh pengolesan larutan asam cuka terhadap kekuatan kerabang dan lama penetasan telur itik selama periode kritis inkubasi, serta untuk mengidentifikasi konsentrasi asam cuka optimal yang dioleskan pada telur itik dalam memengaruhi kedua parameter tersebut.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Mei tahun 2019, bertempat di Laboratorium Produksi Ternak Unggas,

Fakultas Peternakan, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto.

Peralatan dan Bahan

Penelitian ini menggunakan serangkaian peralatan yang meliputi empat

unit mesin inkubasi, lima unit labu ukur volumetrik, satu unit *thermohygrometer*, satu unit neraca analitik, satu unit alat pengukur kekuatan kerabang telur (*egg shell strength tester*), dua unit alat peneropong telur (*candler*), empat buah wadah penampung, dan satu unit jangka sorong.

Materi penelitian terdiri dari 180 butir telur tetas itik dengan lama penyimpanan 1 hingga 7 hari dengan bobot antara 65-75 g, yang diperoleh dari induk berusia 16 hingga 18 minggu dan memiliki karakteristik morfologi yang optimal untuk inkubasi. Bahan-bahan yang diaplikasikan atau digunakan dalam penelitian ini meliputi Asam asetat glasial (sebagai larutan cuka), kalium permanganat (KMnO_4), formalin dan aquadest.

Rancangan Penelitian

Metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) diterapkan dalam penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh pengolesan larutan asam cuka terhadap telur itik. Terdapat tiga tingkat perlakuan yang diuji selama 28 hari: kelompok kontrol (P_0) tanpa pengolesan asam cuka, kelompok dengan pengolesan asam cuka berkonsentrasi 10% (P_1), dan kelompok dengan pengolesan asam cuka berkonsentrasi 20% (P_2). Setiap tingkat perlakuan diulang sebanyak enam kali dengan setiap unit percobaan menggunakan 10 butir telur.

Tata Urutan Penelitian

1. Collecting Sampel Telur

Telur tetas yang memenuhi kriteria seleksi untuk inkubasi ditimbang menggunakan neraca elektrik dengan akurasi 1 g. Telur dengan bobot antara 65 hingga 75 g dan warna kerabang putih kehijauan yang sesuai dengan karakteristik pigmen diseleksi untuk penelitian. Selanjutnya, telur-telur terpilih ditempatkan dalam *egg tray* sebagai persiapan untuk dimasukkan ke dalam mesin inkubasi. Di dalam mesin inkubasi, telur ditata pada rak dengan posisi 45 derajat dan pemutaran telur dilakukan secara manual.

2. Persiapan Larutan Pengolesan

Preparasi larutan asam asetat dilakukan dengan mengencerkan asam asetat glasial (100%) menggunakan aquadest sebagai pelarut. Larutan dengan konsentrasi 10% (v/v) dibuat dengan mencampurkan 10 mL asam asetat glasial dengan 90 mL aquadest, dan larutan 20% (v/v) dibuat dengan mencampurkan 20 mL asam asetat glasial dengan 80 mL aquadest. Total volume aquadest yang disiapkan adalah 1 liter. Untuk mengisolasi setiap kelompok perlakuan dalam mesin inkubasi dan menghindari kontaminasi antar larutan aplikasi, serta mempermudah identifikasi data per kelompok, digunakan 12 sekat kawat ram per mesin, yang membagi ruang inkubasi menjadi empat bagian yang terpisah.

3. Pelaksanaan Proses Penetasan dan Perlakuan Pengolesan

Persiapan mesin inkubasi meliputi pembersihan, pengeringan, pengaturan suhu dan kelembaban (dipantau dengan *termohygrometer*), serta fumigasi menggunakan formalin dan KMnO_4 . Bobot awal setiap telur tetas dicatat, dan identifikasi dilakukan untuk setiap unit eksperimen. Telur diinkubasi dengan posisi 45 derajat pada rak untuk pemutaran manual. Evaluasi perkembangan embrio dilakukan melalui *candling* pada hari ke-7, 14, dan 25 inkubasi. Kondisi inkubator (suhu, kelembaban, ventilasi) dipantau empat kali sehari sesuai dengan tahapan inkubasi. Selama periode inkubasi, parameter lingkungan mesin tetas diatur secara bertahap. Suhu dipertahankan pada kisaran 37-38 °C selama hari ke-1 hingga ke-24, kemudian diturunkan menjadi 37-37,2 °C hingga akhir penetasan. Kelembaban relatif dijaga antara 60-65% selama 24 hari pertama, dan ditingkatkan menjadi 80% hingga menetas. Ventilasi juga disesuaikan secara progresif, dimulai dengan pembukaan 1/3 bagian pada hari ke-1 hingga ke-5, ditingkatkan menjadi 2/3 bagian pada hari ke-6 hingga ke-8, dan dibuka sepenuhnya mulai hari ke-9 hingga akhir penetasan. Pemutaran telur dilakukan

tiga kali sehari mulai hari ke-4 hingga ke-25. Perlakuan pengolesan larutan asam asetat (10% dan 20%) diaplikasikan pada 2/3 bagian alas telur pada hari ke-25 inkubasi. Setelah pengeringan singkat, telur dikembalikan ke inkubator hingga menetas. Lama penetasan awal diamati, dan kekuatan kerabang telur yang diolesi diukur setelah penetasan.

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati dalam penelitian ini meliputi kekuatan kerabang dan lama penetasan. Lama penetasan didefinisikan sebagai waktu inkubasi (dalam hari dan jam) yang dibutuhkan telur untuk menetas menjadi anak itik (DOD), yang ditentukan melalui pemantauan harian pada hari ke-25 hingga ke-28.

Lama Penetasan (Jam) = (Tanggal Menetas - Tanggal Masuk Inkubator) x 24

Kekuatan kerabang diukur sebagai daya tahan kerabang terhadap tekanan mekanis yang diterapkan dalam satuan megapascal (MPa). Mengukur kekuatan kerabang dengan *Eggshell Strength Tester* untuk mengukur gaya maksimum yang diperlukan untuk memecahkan kerabang telur dinyatakan dalam MPa (megapascal).

Analisis Data

Analisis variansi (ANOVA) diterapkan pada data penelitian untuk mengevaluasi efek dari berbagai perlakuan yang diberikan. Jika hasil ANOVA mengindikasikan adanya pengaruh perlakuan yang signifikan secara statistik, maka uji kontras ortogonal akan dilakukan sebagai analisis *post-hoc* untuk menentukan perbandingan berpasangan yang menunjukkan perbedaan nyata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data penelitian menunjukkan rata-rata kekuatan kerabang telur sebesar $0,167 \pm 0,02$ MPa (rentang 0,125 – 0,233 MPa) dan rata-rata durasi penetasan sebesar $636,13 \pm 5,80$ jam

(rentang 622,44 – 650,44 jam). Distribusi data kedua parameter untuk setiap kelompok perlakuan disajikan rinci pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Rataan Kekuatan Kerabang dan Lama Penetasan

Perlakuan	Kekuatan Kerabang (MPa)**	Lama Penetasan (jam)**
P ₀	$0,233 \pm 0,02$	$650,44 \pm 9,71$
P ₁	$0,125 \pm 0,01$	$622,44 \pm 5,52$
P ₂	$0,144 \pm 0,03$	$635,50 \pm 2,18$
Rataan	$0,167 \pm 0,02$	$636,13 \pm 5,80$

Keterangan: kontrol (P₀) tanpa pengolesan asam cuka, pengolesan asam cuka berkonsentrasi 10% (P₁), pengolesan asam cuka berkonsentrasi 20% (P₂), ** = berbeda sangat nyata

Tabel 2. Hasil uji kontras orthogonal antar perlakuan

Variabel	Kontras Antar Perlakuan	
	P ₀ vs P ₁ , P ₂	P ₁ vs P ₂
Kekuatan Kerabang	**	Ns
Lama Penetasan	**	**

Keterangan: kontrol (P₀) tanpa pengolesan asam cuka, pengolesan asam cuka berkonsentrasi 10% (P₁), pengolesan asam cuka berkonsentrasi 20% (P₂), ** = berbeda sangat nyata, ns = non significant (tidak berbeda nyata)

Kekuatan Kerabang

Data yang disajikan pada [Tabel 1](#) menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan kerabang telur secara keseluruhan adalah

$0,167 \pm 0,02$ MPa. Berdasarkan nilai rata-rata kekuatan kerabang dari setiap kelompok perlakuan, urutan dari yang tertinggi hingga terendah adalah sebagai

berikut: kelompok kontrol tanpa pengolesan asam cuka (P_0) sebesar 0,233 MPa, kelompok dengan pengolesan asam cuka 20% (P_2) sebesar 0,144 MPa, dan kelompok dengan pengolesan asam cuka 10% (P_1) sebesar 0,125 MPa. Hasil statistik deskriptif mengindikasikan adanya penurunan kekuatan kerabang seiring dengan pengolesan asam cuka.

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa pengolesan asam cuka memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap kekuatan kerabang telur itik ($P < 0,01$). Analisis kontras ortogonal antara kelompok kontrol (P_0) dan kelompok perlakuan (P_1 dan P_2) menunjukkan bahwa aplikasi asam cuka konsentrasi 10% dan 20% secara signifikan menurunkan kekuatan kerabang dibandingkan dengan kelompok tanpa perlakuan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengolesan asam cuka efektif dalam melemahkan struktur kerabang telur itik.

Penurunan kekuatan kerabang diduga disebabkan oleh kemampuan asam cuka atau asam asetat (CH_3COOH) dalam melarutkan kalsium karbonat (CaCO_3), komponen utama penyusun kerabang telur. Reaksi kimia yang terjadi antara asam asetat dan kalsium karbonat menghasilkan kalsium asetat, air, dan gas karbon dioksida (CO_2), sejalan dengan metode sintesis kalsium asetat menggunakan asam asetat dan cangkang telur ayam (Garduño-Pineda *et al.*, 2019; Ahmed *et al.*, 2021; Yao *et al.*, 2022). Pelarutan cangkang telur menggunakan asam asetat 1 M menyebabkan peningkatan pH larutan dan penurunan massa cangkang akibat terlarutnya CaCO_3 . Sekitar 30% CaCO_3 terlarut setelah 60 menit, dan jumlah tersebut meningkat hingga 75% setelah 180 menit. Analisis kontras ortogonal antara perlakuan P_1 dan P_2 menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan secara statistik terhadap kekuatan kerabang telur. Rata-rata kekuatan kerabang pada perlakuan P_1 sebesar 0,125 MPa, sedangkan pada perlakuan P_2 sebesar 0,144 MPa, dengan selisih sebesar 0,019 MPa.

Salah satu faktor yang dapat memengaruhi kekuatan kerabang adalah durasi penyimpanan telur. Peningkatan waktu simpan berkorelasi dengan pembesaran pori-pori kerabang, yang dapat meningkatkan risiko kontaminasi bakteri dan berpotensi menyebabkan kerusakan telur. Nova *et al.*, (2014) melaporkan bahwa kualitas telur menurun akibat penguapan gas dan air, serta pembesaran rongga udara selama penyimpanan. (Widyantara *et al.*, 2017) menambahkan bahwa kerabang yang tipis memiliki porositas lebih tinggi, mempercepat penurunan kualitas dan meningkatkan risiko pembusukan.

Telur itik dalam penelitian berasal dari induk berusia 11 bulan, yang berada dalam fase puncak produksi telur (10–12 bulan), umumnya menghasilkan telur dengan kualitas optimal. Namun, seiring bertambahnya usia induk, kualitas kerabang cenderung menurun. (Setiawati *et al.*, 2016) menyatakan bahwa usia induk unggas berkorelasi negatif terhadap ketebalan dan kekuatan kerabang. Penurunan tersebut disebabkan oleh keterbatasan fisiologis induk yang lebih tua dalam memobilisasi dan mengakumulasi kalsium yang cukup untuk pembentukan kerabang. Hal serupa juga dilaporkan oleh Wijaya *et al.*, (2019), yang menyatakan bahwa penurunan efisiensi produksi dan sekresi kalsium seiring bertambahnya usia menyebabkan kerabang telur menjadi semakin tipis.

Lama Penetasan

Analisis data pada Tabel 1 menunjukkan rata-rata lama penetasan telur itik adalah $636,13 \pm 5,80$ jam. Kelompok kontrol (P_0) mencatat waktu penetasan terlama (650,44 jam), diikuti P_2 (asam cuka 20%: 635,50 jam), dan P_1 (asam cuka 10%: 622,44 jam) sebagai yang tercepat. Temuan tersebut berbeda dengan penelitian Pradini *et al.*, (2016) yang melaporkan waktu penetasan lebih lama (679,31–696,39 jam) pada telur itik yang disemprot larutan jeruk nipis. Perbedaan disebabkan oleh komposisi kimia asam yang berbeda (asam asetat dalam cuka lebih kuat dari asam sitrat

dalam jeruk nipis) serta metode aplikasi (pengolesan lebih efisien dari penyemprotan dalam memengaruhi struktur kerabang).

Hasil analisis variansi menunjukkan pengaruh sangat signifikan ($P < 0,01$) dari pengolesan asam cuka terhadap lama penetasan telur. Uji kontras ortogonal (P_0 vs P_1 dan P_2) mengonfirmasi bahwa pengolesan asam cuka 10% dan 20% secara signifikan mempercepat penetasan dibandingkan kontrol, mengindikasikan efektivitas asam cuka dalam mempersingkat durasi inkubasi. Efektivitas mempercepat penetasan diduga terkait dengan kemampuan asam asetat melarutkan kalsium karbonat (CaCO_3) kerabang, membuatnya lebih tipis dan rapuh, sehingga mempermudah pipping dan mempercepat waktu menetas. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian [He et al., \(2020\)](#) perendaman telur puyuh dengan asam asetat atau asam cuka menunjukkan

peningkatan daya tetas dan percepatan waktu penetasan melalui penghilangan kutikula dan penipisan kerabang.

Uji kontras ortogonal lebih lanjut (P_1 vs P_2) menunjukkan bahwa waktu penetasan pada kelompok 10% (622,43 jam) secara signifikan lebih pendek 13,07 jam dibandingkan kelompok 20% (635,50 jam). Hal tersebut mengindikasikan bahwa penipisan dan pelunakan kerabang lebih efektif pada konsentrasi 10%. Konsentrasi asam cuka yang lebih tinggi (20%) menyebabkan pelarutan kerabang yang tidak merata, menciptakan ketidakseimbangan struktur yang justru mengganggu efisiensi penetasan. Pernyataan tersebut diperkuat oleh [Yao et al., \(2022\)](#) yang menjelaskan bahwa peningkatan konsentrasi asam asetat dapat meningkatkan terjadinya hidrolisis dan penguapan asam asetat sehingga mengurangi efektivitasnya.

KESIMPULAN

Kekuatan kerabang dan lama penetasan telur itik dalam penelitian berada pada rentang 0,12 – 0,23 MPa dan 622,43 – 650,43 jam. Pengolesan asam cuka secara

signifikan mengurangi kekuatan kerabang dan mempercepat penetasan, dengan konsentrasi 10% menunjukkan efektivitas optimal.

DAFTAR PUSTAKA

Abd El-Hack, M. E., C. B. Hurtado, D. M. Toro, M. Alagawany, E. M. Abdelfattah, and S. S. Elnesr. 2019. Fertility and hatchability in duck eggs. *Worlds Poult Sci J.* 75:599–608. <https://doi.org/10.1017/S0043933919000060>

Ahmed, T. A. E., L. Wu, M. Younes, and M. Hincke. 2021. *Biotechnological Applications of Eggshell: Recent Advances*. *Front Bioeng Biotechnol.* 9:1–19. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.675364>

Fitriani, F., M. Fauzi, and H. Hasniah. 2024. Karakterisasi Kalsium Karbonat Dari Cangkang Telur Bebek Alabio dengan Analisis FT-IR dan SEM Sebagai Pendekatan Aspek Morfologi. *Jurnal Kesehatan Tambusai.* 5:13854–13861. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i4.35828>

Garduño-Pineda, L., I. Linares-Hernández, M. J. Solache-Ríos, A. Teutli-Sequeira, and V. Martínez-Miranda. 2019. Removal of inorganic chemical species and organic matter from slaughterhouse wastewater via calcium acetate synthesized from

- eggshell. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 54:295–305.
<https://doi.org/10.1080/10934529.2018.1548190>
- He, Z., X. Chen, X. Shi, X. Li, C. Li, J. Li, G. Xu, N. Yang, and J. Zheng. 2020. Acetic acid, vinegar, and citric acid as washing materials for cuticle removal to improve hatching performance of quail eggs. *Poult Sci*. 99:3865–3876.
<https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.04.018>
- Nas, J. N. 2024. Penyemprotan Larutan Jeruk Nipis dan Gula dengan Dosis Berbeda Terhadap Lama Pipping, Daya Tetas Dan Mortalitas Telur Itik. *Jurnal Peternakan Sabana*. 3:102–109.
doi:10.58300/jps.v3i2.957.
- Nova, I., T. Kurtini, and V. Wanniatie. 2014. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Internal Telur Ayam Ras pada Fase Produksi Pertama. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 2:16–21.
- Pradini, L. A., D. Septinova, and K. Nova. 2016. Pengaruh Larutan Jeruk Nipis dan Gula Pada Dosis yang Berbeda Sebagai Larutan Penyemprot Terhadap Mortalitas, Lama Tetas, dan Saleable DOD Itik Tegal. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 4:149–155.
- Salamon, A. 2020. Fertility and Hatchability in Goose Eggs: A Review. *Int J Poult Sci*. 19:51–65.
- Setiawati, T., R. Afnan, and N. Ulupi. 2016. Performa Produksi dan Kualitas Telur Ayam Petelur pada Sistem Litter dan Cage dengan Suhu Kandang Berbeda. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 04:197–203.
- Sultoni, A., Rosidi, and Imam Suswoyo. 2020. Tingkat Abnormalitas DOD dan Saleable Duckling Pada Telur Itik yang Dioles Cairan Cuka Pada Akhir Penetasan. *Angon Journal of Animal Sciece and Technology*. 2:12–19.
- Widyantara, P. R. A., G. A. Kristina Dewi, and I. N. T. Ariana. 2017. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Telur Konsumsi Ayam Kampung dan Ayam Lohman Brown. *Makalah Ilmiah Peternakan*. 20:5–11.
- Wijaya, A. D., Munir, and Muh. J. Kadir. 2019. Pengaruh Topografi dan Umur Ayam yang Berbeda terhadap Ketebalan Kerabang dan pH Telur Ayam Ras Petelur. *Jurnal Bionature*. 20:14–20.
- Yao, Y., J. Zhang, R. Zhang, Y. Shi, P. An, X. Hu, and Y. Wan. 2022. Optimization of preparation of calcium acetate from eggshell by Response Surface Methodology (RSM). *Food Science and Technology (Brazil)*. 42:1–8.
<https://doi.org/10.1590/fst.114421>