TERNAK TROPIKA
Journal of Tropical Animal Production
Vol 26, No. 1 pp. 91-99, Juni 2025

DOI: 10.21776/ub.jtapro.2025.026.01.10
OPEN ACCES Freely Available Online

PENGARUH STIMULASI TERMAL PADA UMUR EMBRIO BERBEDA TERHADAP BOBOT DAN PERSENTASE ORGAN DALAM *DAY OLD CHICKS* AYAM PERSILANGAN

Effect of Thermal Stimulation at Different Embryonic Ages on the Internal Organ Weight and Percentage of Day Old Chicks of Crossbred Chickens

Faizal Andri, Edriana Izzah Ersanti, Edhy Sudjarwo, Adelina Ari Hamiyanti

Fakultas Peternakan Univesitas Brawijaya, Universitas Brawijaya, Jl. Veteran, Ketawanggede, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia 65145

Corresponding author: adelina@ub.ac.id
Submitted 30 Mei 2025, Accepted 29 Juni 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda terhadap bobot dan persentase organ dalam *Day Old Chicks* (DOC) ayam persilangan. Penelitian ini menggunakan 200 butir telur tetas fertil dari hasil persilangan antara ayam Bangkok jantan dan ayam ras petelur betina strain Lohmann. Penelitian ini menggunakan metode percobaan dengan rancangan acak lengkap yang terdiri dari empat perlakuan, yaitu: P0: penetasan standar tanpa stimulasi termal, P1: penetasan dengan stimulasi termal pada umur embrio 10–18 hari, P2: penetasan dengan stimulasi termal pada umur embrio 12–18 hari, dan P3: penetasan dengan stimulasi termal pada umur embrio 14–18 hari. Setiap perlakuan menggunakan lima ulangan dan setiap ulangan terdiri dari 10 butir telur tetas fertil. Penetasan standar dilakukan pada suhu 37,50°C dan kelembaban relatif 55,00%. Perlakuan stimulasi termal dilakukan dengan menaikkan suhu menjadi 39,50°C dan kelembaban relatif 65,00% selama 6 jam per hari. Data dianalisis menggunakan analisis ragam satu arah dengan nilai $P < 0,05$ sebagai kriteria untuk menunjukkan perbedaan yang nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot dan persentase organ dalam (jantung, hati, dan ampela) DOC ayam persilangan. Rentang bobot jantung, persentase jantung, bobot hati, persentase hati, bobot ampela, dan persentase ampela dalam penelitian ini masing-masing adalah 0,35–0,42 g, 0,09–1,03%, 1,04–1,08 g, 2,61–2,71%, 2,18–2,38 g, dan 5,61–5,95%. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda dapat dilakukan dengan aman tanpa memengaruhi bobot dan persentase organ dalam (jantung, hati, dan ampela) DOC ayam persilangan.

Kata Kunci: Ayam persilangan; day old chicks; organ dalam; penetasan; stimulasi termal

How to cite : Andri, F., Ersanti, E. I., Sudjarwo, E., & Hamiyanti, A. A. (2025). Pengaruh Stimulasi Termal Pada Umur Embrio Berbeda Terhadap Bobot dan Persentase Organ Dalam Day Old Chicks Ayam Persilangan. TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production Vol 26, No 1 (91-99)

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of thermal stimulation at different embryonic ages on the weight and percentage of internal organs of Day Old Chicks (DOC) of crossbred chickens. This study used 200 fertile hatching eggs from a crossbreeding between male Bangkok chicken and female Lohmann laying hens. This study used an experimental method with a completely randomized design using four treatments, namely: P0: standard hatching without thermal stimulation, P1: hatching with thermal stimulation at 10-18 days embryonic age, P2: hatching with thermal stimulation at 12-18 days embryonic age, and P3: hatching with thermal stimulation at 14-18 days embryonic age. Each treatment used five replicates and each replicate consisted of 10 fertile hatching eggs. Standard hatching was conducted at 37.50°C and 55.00% relative humidity. Thermal stimulation treatment was conducted by increasing the temperature to 39.50°C and 65.00% relative humidity for 6 hours/day. Data were analyzed using one-way analysis of variance with a value of $P < 0.05$ determined as a criterion for significant differences. The results showed that thermal stimulation at different embryonic ages did not have a significant effect ($P > 0.05$) on the weight and percentage of internal organs (heart, liver, and gizzard) of crossbred chicken. The ranges of heart weight, heart percentage, liver weight, liver percentage, gizzard weight, and gizzard percentage in this study were 0.35-0.42 g, 0.09-1.03%, 1.04-1.08 g, 2.61-2.71%, 2.18-2.38 g, and 5.61-5.95%, respectively. The conclusion of this study is that thermal stimulation at different embryonic ages can be carried out safely without affecting the weight and percentage of internal organs (heart, liver, and gizzard) of crossbred DOC.

Keywords: *Crossbred chicken; day old chicks; internal organs; hatching; thermal stimulation*

PENDAHULUAN

Usaha peternakan ayam di Indonesia sudah banyak dikembangkan dengan berbagai jenis ayam, salah satunya adalah ayam persilangan. Tujuan dari program persilangan adalah untuk meningkatkan mutu genetik sehingga menghasilkan jenis ayam dengan produktivitas yang lebih baik (Febrianto dkk., 2020). Ayam hasil persilangan yang kini banyak diminati oleh masyarakat adalah hasil persilangan antara ayam Bangkok jantan dengan ayam ras petelur betina. Ayam persilangan ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan ayam lokal diantaranya adalah masa panen yang relatif singkat dengan bobot badan yang lebih tinggi (Sugiharto *et al*., 2019). Ayam persilangan ini memiliki rasa dan tekstur daging yang mirip dengan daging ayam kampung sehingga banyak diminati masyarakat (Jailani dan Ginting, 2024).

Penetasan merupakan fase penting dalam sistem produksi unggas. Metode penetasan pada ayam dapat dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu penetasan alami dan buatan. Penggunaan metode penetasan buatan dengan mesin tetas dapat meningkatkan daya tetas karena periode mengeram pada induk dapat dihilangkan, sehingga lebih produktif untuk menghasilkan telur dengan jumlah yang banyak (Wijianti dan Setiawan, 2015). Penggunaan mesin tetas juga tidak dipengaruhi oleh cuaca sekitar, sehingga proses penetasan lebih efektif dibandingkan dengan menggunakan penetasan alami atau pengeraman oleh induk ayam (Has *et al*., 2023). Pada saat proses penetasan akan terjadi proses pertumbuhan embrio ayam yang berlangsung selama 21 hari (Andri *et al*., 2023). Setiap harinya, embrio berkembang secara bertahap, mulai dari pembentukan pembuluh darah dan organ dalam, hingga membentuk tubuh secara utuh dan akhirnya menetas menjadi *Day Old Chicks* (DOC) (Yulianti dkk., 2023).

Pemanasan global menjadi salah satu tantangan besar di bidang peternakan karena menyebabkan peningkatan suhu

lingkungan. Adanya peningkatan suhu lingkungan akan menyebabkan terjadinya cekaman panas yang dapat menurunkan produktivitas ayam (Oluwagbenga and Fraley, 2023). Selain itu, cekaman panas juga dapat menurunkan tingkat kesejahteraan ayam dan meningkatkan risiko kematian (Apalowo *et al*., 2024). Oleh karena itu, diperlukan strategi adaptasi dan mitigasi untuk menjaga performa dan kesehatan ayam di tengah pemanasan global yang semakin mengkhawatirkan.

Stimulasi termal menjadi salah satu cara untuk mengatasi permasalahan cekaman panas pada ayam akibat adanya peningkatan suhu lingkungan. Stimulasi termal dapat dilakukan untuk meningkatkan toleransi terhadap cekaman panas pada ayam dengan cara meningkatkan suhu pada level tertentu pada saat perkembangan embrio (Al-Zghoul and Saleh, 2020). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa stimulasi termal tidak memiliki efek negatif pada pertumbuhan embrio (Piestun *et al.,* 2015).

Pada penelitian lain, pemberian stimulasi termal dapat menurunkan suhu tubuh ayam pasca menetas (Saleh *et al.,* 2020). Suhu tubuh yang rendah pada ayam dapat diartikqn bahwa ayam dapat mempertahankan kemampuan termoregulasi sehingga energi yang tersedia dalam tubuh dapat digunakan untuk metabolisme, fungsi fisiologis, dan produksi (Shakeri and Le, 2022).

Penelitian terkait stimulasi termal saat ini masih terbatas pada komoditas broiler dan layer. Sementara itu, penerapan stimulasi termal pada komoditas ayam persilangan masih sangat jarang dilakukan. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda terhadap bobot dan persentase organ dalam DOC ayam persilangan.

MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Produksi Ternak Unggas Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya mulai bulan September - Oktober 2024.

Materi Penelitian

Materi yang digunakan pada penelitian ini meliputi telur tetas ayam persilangan dari ayam Bangkok jantan dan ayam ras petelur betina strain Lohmann. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi timbangan digital, jangka sorong, termohigrometer, mesin tetas otomatis, *setter tray*, *hatcher tray*, *candler*, alkohol 70%, kalium permanganat dan formalin 40%.

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu P0: Tanpa stimulasi termal (kontrol), P1: Stimulasi termal pada umur embrio 10-18 hari, P2: Stimulasi termal pada umur embrio 12-18 hari, P3: Stimulasi termal pada umur embrio 14-18 hari.

Prosedur Penelitian

Sejumlah 400 butir telur tetas ayam persilangan digunakan pada penelitian ini. Prosedur penelitian diawali dengan pelaksanaan disinfeksi telur, yaitu pembersihan permukaan telur menggunakan alkohol 70% untuk menghilangkan kotoran dan mikroorganisme yang dapat menghambat perkembangan embrio. Setelah sanitasi, dilakukan penimbangan bobot telur dan pengukuran indeks bentuk telur. Tahap berikutnya adalah fumigasi, yaitu proses sterilisasi telur menggunakan 17,50 g kalium permanganat dan 35,00 ml formalin 40% di dalam kotak fumigasi berukuran 1 m^3 selama 20 menit. Telur tetas kemudian diinkubasi dengan suhu 37,50^oC dan kelembapan relatif 55,00% selama 9 hari.

Pada hari ke-9 dilakukan *candling* untuk mengevaluasi fertilitas telur. Setelah itu, dilakukan seleksi sejumlah 200 butir telur tetas yang fertil dan memiliki bobot dan indeks bentuk seragam. Nilai rata-rata

dan standar deviasi bobot telur adalah 59,87 ± 3,67 g dengan koefisien keragaman 6,13%. Sedangkan nilai rata-rata dan standar deviasi indeks bentuk telur adalah 79,63 ± 2,43% dengan koefisien keragaman 3,06%. Selanjutnya, 200 butir telur fertil tersebut didistribusikan secara acak pada 4 perlakuan dan 5 ulangan (masing-masing ulangan terdiri dari 10 butir telur fertil).

Telur pada P0 tetap diinkubasi dengan suhu 37,50ºC dan kelembapan relatif 55,00% hingga umur embrio 18 hari. Stimulasi termal dilakukan pada perlakuan P1, P2, dan P3 dengan cara meningkatkan suhu dan kelembapan relatif dari yang semula 37,50ºC dan 55% menjadi 39,50ºC dan 65,00% selama 6 jam/hari. Setelah perlakuan stimulasi termal selesai pada setiap harinya, suhu dan kelembapan relatif dikembalikan menjadi 37,50ºC dan 55%. Periode stimulasi termal dilakukan sesuai dengan masing-masing perlakuan. Selanjutnya, pada umur embrio 19-21, telur pada semua perlakuan diinkubasi dengan suhu 37,50ºC dan kelembapan relatif 55,00%. Data pengaturan suhu dan kelembapan mesin tetas dapat dilihat pada Tabel 1. Setelah DOC menetas, dipilih satu ekor DOC dengan bobot badan mendekati rata-rata untuk evaluasi variabel.

Tabel 1. Pengaturan Suhu dan Kelembapan Mesin Tetas

Perlakuan	Umur Embrio (hari)	Waktu	Suhu (ºC)	Kelembapan (%)
P0	1 – 21	00.00 - 23.59	37,50	55,00
P1	1 – 9	00.00 - 23.59	37,50	55,00
	10 – 18	00.00 - 08.59	37,50	55,00
		09.00 - 15.00	**39,50**	**65,00**
		15.01 - 23.59	37,50	55,00
	19 – 21	00.00 - 23.59	37,50	55,00
P2	1 – 11	00.00 - 23.59	37,50	55,00
	12 – 18	00.00 - 08.59	37,50	55,00
		09.00 - 15.00	**39,50**	**65,00**
		15.01 - 23.59	37,50	55,00
	19 – 21	00.00 - 23.59	37,50	55,00
P3	1 – 9	00.00 - 23.59	37,50	55,00
	14 – 18	00.00 - 08.59	37,50	55,00
		09.00 - 15.00	**39,50**	**65,00**
		15.01 - 23.59	37,50	55,00
	19 – 21	00.00 - 23.59	37,50	55,00

Variabel Penelitian

Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi:

a) Bobot dan persentase jantung

Bobot jantung ditimbang dengan timbangan digital ketelitian 0,01 g. Persentase jantung dihitung dengan rumus berdasarkan (Andri *et al*., 2024):

$$\text{Persentase bobot jantung (\%)} = \frac{bobot\ organ\ jantung\ (gram)}{bobot\ hidup\ (gram)} \text{ x } 100\%$$

b) Bobot dan persentase hati
Bobot hati ditimbang dengan timbangan digital ketelitian 0,01 g. Persentase hati dihitung dengan rumus (Andri *et al*., 2024):

$$\text{Persentase bobot hati (\%)} = \frac{bobot\ organ\ hati\ (gram)}{bobot\ hidup\ (gram)} \text{ x } 100\%$$

c) Bobot dan persentase gizzard
Bobot *gizzard* ditimbang dengan timbangan digital ketelitian 0,01 g. Persentase *gizzard* dihitung dengan rumus (Andri *et al*., 2024):

$$\text{Persentase bobot } gizzard \text{ (\%)} = \frac{bobot\ organ\ gizzard\ (gram)}{bobot\ hidup\ (gram)} \text{ x } 100\%$$

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pola searah. Apabila terdapat perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) dilanjutkan dengan uji Duncan (Sudarwati dkk., 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot dan Persentase Jantung

Jantung merupakan organ vital pemompa darah (Pratama dkk., 2021). Bobot dan persentase jantung dapat memperlihatkan kondisi kesehatan jantung. Pengaruh stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda terhadap bobot dan persentase jantung DOC ayam persilangan ditampilkan pada Tabel 2. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot dan persentase jantung DOC ayam persilangan. Hasil penelitian ini sesuai dengan Krischek *et al*. (2017) yang juga menemukan bahwa stimulasi termal pada umur embrio 10-13 hari tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot jantung DOC broiler.

Pada penelitian lain, Iraqi *et al*. (2024) juga melaporkan bahwa stimulasi termal pada umur embrio 12-18 hari tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase jantung DOC broiler. Han *et al.* (2022) juga melaporkan bahwa stimulasi termal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase jantung DOC layer.

Tabel 2. Pengaruh Stimulasi Termal pada Umur Embrio Berbeda terhadap Bobot dan Persentase Jantung Ayam Persilangan

Perlakuan	Bobot Jantung (g)	Persentase Jantung (%)
P0	0,41 ± 0,10	1,01 ± 0,24
P1	0,35 ± 0,05	0,91 ± 0,13
P2	0,42 ± 0,04	1,03 ± 0,09
P3	0,36 ± 0,02	0,91 ± 0,06

Keterangan: Perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05)

Hasil yang tidak berpengaruh nyata pada penelitian ini diduga karena kondisi stimulasi termal yang diberikan masih dapat ditoleransi untuk perkembangan embrio (Aygün and Narinç, 2016). Kemampuan *homeostatis* pada embrio ayam memungkinkan adanya penyesuaian suhu dalam batas tertentu tanpa mengganggu fungsi fisiologis, sehingga evaluasi terhadap berat dan persentase organ jantung tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Organ jantung merupakan salah satu organ yang berkembang lebih awal pada fase embriogenesis, yaitu pada umur embrio 3-7 hari (Iskandaria *et al.,* 2023). Jantung memiliki peran krusial dalam penyediaan suplai darah untuk pembentukan sel, jaringan, dan perkembangan organ-organ

lain (Khan *et al*., 2023). Stimulasi termal yang diberikan setelah melewati fase pertumbuhan organ jantung tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot organ jantung. Hasil tersebut didukung dengan penelitian oleh Costa *et al.* (2020) yang menunjukan bahwa selama inkubasi perubahan suhu cenderung mempengaruhi bobot tubuh secara keseluruhan, sedangkan bobot jantung dinyatakan dalam persentase bobot tubuh maka proporsinya akan tetap konstan meskipun terjadi perubahan kecil pada pertumbuhan tubuh.

Bobot dan Persentase Hati

Pengaruh stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda terhadap bobot dan persentase hati DOC ayam persilangan ditampilkan pada Tabel 3. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot dan persentase hati DOC ayam persilangan. Hasil ini sesuai dengan Krischek *et al*. (2017) yang menemukan bahwa stimulasi termal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot hati DOC broiler. Pada penelitian lain, Han *et al.,* (2022) juga melaporkan bahwa stimulasi termal dengan suhu tinggi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase hati DOC layer.

Hasil yang tidak berpengaruh nyata pada penelitian ini diduga karena meskipun metabolisme hati cenderung meningkat saat embrio distimulasi dengan suhu tinggi untuk memenuhi kebutuhan energi tubuh, namun energi yang dihasilkan digunakan untuk kebutuhan fisiologis tubuh seperti produksi glukosa dan lipid untuk mendukung pertumbuhan jaringan lain, bukan untuk meningkatkan ukuran atau bobot hati. Hal tersebut didiukung oleh hasil penelitian Loyau *et al.* (2014) yang menunjukkan bahwa manipulasi suhu termal tidak mengubah komposisi tubuh atau fungsi hati secara nyata, karena metabolisme hati cenderung menyesuaikan dengan kebutuhan fisiologis tanpa mempengaruhi berat organ. Hati merupakan pusat metabolisme lipid yang bertanggung jawab dalam pengaturan kadar lipid dalam tubuh (Nirwana dkk., 2023).

Tabel 3. Pengaruh Stimulasi Termal pada Umur Embrio Berbeda Terhadap Bobot dan Persentase Organ Hati Ayam Persilangan

Perlakuan	Bobot Hati (g)	Persentase Hati (%)
P0	1,08 ± 0,10	2,68 ± 0,30
P1	1,04 ± 0,05	2.67 ± 0,10
P2	1,06 ± 0,08	2,61 ± 0,25
P3	1,06 ± 0,08	2,71 ± 0,22

Keterangan: Perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05)

Organ hati memiliki fungsi metabolisme yang dominan dengan kemampuan adaptasi yang baik terhadap berbagai kondisi lingkungan, termasuk stimulasi termal (Zaefarian *et al.,* 2019).

Bobot dan Persentase Gizzard

Pengaruh stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda terhadap bobot dan persentase *gizzard* DOC ayam persilangan ditampilkan pada Tabel 4. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa stimulasi termal pada umur embrio yang berbeda tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot dan persentase *gizzard* DOC ayam persilangan. Hasil ini sesuai dengan Flores *et al*. (2017) yang juga menemukan bahwa stimulasi termal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot *gizzard* broiler. Pada penelitian lain, Amjadian and Shahir (2020) juga melaporkan bahwa stimulasi termal tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase *gizzard* DOC broiler.

Tabel 4. Pengaruh Stimulasi Termal pada Umur Embrio Berbeda terhadap Bobot dan Persentase Organ *Gizzard* Ayam Persilangan

Perlakuan	Bobot *Gizzard* (g)	Persentase *Gizzard* (%)
P0	2,29 ± 0,23	5,68 ± 0,61
P1	2,18 ± 0,15	5,61 ± 0,42
P2	2,38 ± 0,18	5,89 ± 0,58
P3	2,32 ± 0,24	5,95 ± 0,63

Keterangan: Perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05)

Hasil yang tidak berpengaruh nyata pada penelitian ini diduga karena perubahan ukuran *gizzard* lebih dipengaruhi oleh aktivitas mekanis yang terjadi karena pergerakan otot-otot *gizzard* sehingga meningkatkan bobotnya, sehingga tidak berkaitan dengan stimulasi termal selama penetasan. Hal tersebut didukung oleh penelitian Naza dkk. (2023) bahwa perubahan ukuran *gizzard* secara langsung dipengaruhi oleh aktivitas mekanis yang terjadi karena adanya perkembangan otot-otot *gizzard*. Hasil penelitian Hadi dkk. (2022) juga menyatakan bahwa peningkatan bobot *gizzard* berhubungan dengan aktivitas *gizzard* yang meningkat untuk mencerna pakan. Aktivitas mekanis yang terjadi membuat otot-otot *gizzard* bekerja untuk memecah pakan, sehingga terjadi stimulasi fisik yang meningkatkan pertumbuhan otot melalui mekanisme hipertrofi (peningkatan ukuran sel otot).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa bobot dan persentase organ dalam (jantung, hati, dan *gizzard*) ayam persilangan tidak ditentukan oleh stimulasi termal. Perlakuan terbaik pada penelitian ini yaitu stimulasi termal pada umur embrio 12-18 hari yang menghasilkan bobot dan persentase jantung 0,42 ± 0,04 g dan 1,03 ± 0,09%, bobot dan persentase hati 1,06 ± 0,08 g dan 2,61 ± 0,25%, serta bobot dan persentase *gizzard* 2,38 ± 0,18 g dan 5,89 ± 0,58%. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengevaluasi pengaruh stimulasi termal pada umur embrio 12-18 hari terhadap ketahanan ayam persilangan yang dipelihara pada kondisi cekaman panas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya melalui Program Pendanaan Penelitian Doktor Non Lektor Kepala (Nomor 4140.3/UN10.F05/PN/2024).

DAFTAR PUSTAKA

Al-Zghoul, M. B., & Saleh, K. M. M. (2020). Effects of thermal manipulation of eggs on the response of jejunal mucosae to posthatch chronic heat stress in broiler chickens. *Poultry Science, 99*(1), 2727–2735. https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.038

Amjadian, T., & Shahir, M. H. (2020). Effects of repeated thermal manipulation of broiler embryos on hatchability, chick quality, and post-hatch performance. *International Journal of Biometeorology, 64*(12), 2177–2183. https://doi.org/10.1007/s00484-020-02012-w

Andri, F., Marwi, F., Arif, A. A., & Sudjarwo, E. (2024). Effects of pre-hatch thermal programming on internal organ development of crossbred chickens in the first week post-hatch. *TERNK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production, 25*(2), 188–193.

Andri, F., Marwi, F., Nurwahyuni, E., Yulianti, D. L., Setyo, H., Prayogi, H. S., & Sudjarwo, E. (2023). Effects of egg storage duration prior to incubation on performances of Arab chickens during the first week post-hatch. *BIO Web of Conferences, 81*, Article 00045.

Apalowo, O. O., Ekunseitan, D. A., & Fasina, Y. O. (2024). Impact of heat stress on broiler chicken production. *Poultry, 3*(2), 107–128.

Aygün, A., & Narinç, D. (2016). The effects of thermal manipulations during embryogenesis of broiler chicks on growth of embryo and skeletal traits. *AIP Conference Proceedings, 1726*, 020015.

Costa, B. T. A., Lopes, T. S. B., Mesquita, M. A., Lara, L. J. C., & Araujo, I. C. S. (2020). Thermal manipulations of birds during embryogenesis. *World's Poultry Science Journal, 76*(4), 843–851. https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1823302

Febrianto, R., Sutrisna, R., Nova, K., & Tantalo, S. (2020). Pemberian ransum dengan dosis herbal yang berbeda terhadap susut tetas, mortalitas embrio, dan daya hidup DOC ayam persilangan. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan, 4*(1), 7–13.

Flores, F., Nääs, I. D. A., & Garcia, R. G. (2017). Effect of thermal stimulation in embryos from Cobb® genetic strain under commercial scale. *Engenharia Agrícola, 37*(2), 236–245.

Hadi, F. S., Lestariningsih, & Haryuni, N. (2022). Pengaruh penggunaan tepung maggot dalam pakan terhadap organ visceral ayam joper. *Journal of Science Nusantara, 2*(3), 118–122.

Han, G., Li, S., Li, Y., Tran, P. V., Furuse, M., Bungo, T., Chowdhury, V. S., Bai, Z., & Li, C. (2022). Thermal manipulation modifies embryonic growth, hepatic free amino acid concentrations, and hatching performance in layer-type chicks. *Frontiers in Veterinary Science, 9*, Article 1049910.

Has, H., Kusuma, P. N., Napirah, A., Libriani, R., Sutopo, D., & Kurniawan, W. (2023). Optimalisasi penerapan teknologi penetasan pada usaha pembibitan ayam Kampung di Kecamatan Kambu, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara. *Indonesian Journal of Community Services, 2*(1), 1–4.

Iraqi, E., Hady, A. A., Elsayed, N., Khalil, H., El-Saadany, A., & El-Sabrout, K. (2024). Effect of thermal manipulation on embryonic development, hatching process, and chick quality under heat-stress conditions. *Poultry Science, 103*(1), Article 103257.

Iskandaria, W., Anggriani, S., Shaharani, A., & Wahyuni, M. (2023). Development of free-range chicken (*Gallus domesticus*) egg embryos with brood incubation and incubation. *Jurnal Biologi Tropis, 23*(1), 255–259.

Jailani, B. A., & Ginting, R. B. (2024). Analisa pendapatan usaha masyarakat pada peternak ayam buras di Kecamatan Binjai, Kabupaten Langkat. *Journal of Innovation Research and Knowledge, 3*(8), 1779–1792.

Khan, M., Khinchi, P. J., Sampath, M. V., & Hemavathi, B. (2023). *A textbook of animal physiology.* Academic Guru Publishing House.

Krischek, C., Wimmers, K., Janisch, S., Wicke, M., & Sharifi, A. R. (2018). Temperature alterations during embryogenesis have a sex-dependent influence on growth properties and muscle metabolism of day-old chicks and 35-day-old broilers. *Animal, 12*(6), 1224–1231.

Loyau, T., Bedrani, L., Berri, C., Métayer-Coustard, S., Praud, C., Coustham, V., Mignon-Grasteau, S., Duclos, M. J., Tesseraud, S., Rideau, N., Hennequet-Antier, C., Everaert, N., Yahav, S., & Collin, A. (2015). Cyclic variations in incubation conditions induce adaptive responses to later heat exposure in chickens: A review. *Animal, 9*(1), 76–85. https://doi.org/10.1017/S1751731114001931

Naza, M., Sandiah, N., & Asminaya, N. S. (2023). Percentage of giblets of KUB chickens fed flour of chicory by-product (*Brassica pekinensis* L.) in ration. *Indonesian Journal of Animal Agricultural Science, 5*(2), 47–52.

Nirwana, N. H. P., Sugiarto, A. A. T., Laili, I. N., Wulandari, P., Faizin, A. A. I., & Dzulkarnain, S. A. (2023). Peran lipid pada reseptor X hati (LXR). *Indonesian Chemistry and Application Journal, 6*(2), 1–8.

Oluwagbenga, E. M., & Fraley, G. S. (2023). Heat stress and poultry production: A comprehensive review. *Poultry Science, 102*(12), Article 103141.

Piestun, Y., Yahav, S., & Halevy, O. (2015). Thermal manipulation during embryogenesis affects myoblast proliferation and skeletal muscle growth in meat-type chickens. *Poultry Science, 94*(10), 2528–2536.

Pratama, W., Jiyanto, J., & Anwar, P. (2021). Pengaruh pemberian ekstrak jahe emprit (*Zingiber officinale*) dalam air minum terhadap organ dalam broiler. *Green Swarnadwipa: Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian, 10*(3), 530–535.

Saleh, K. M., Tarkhan, A. H., & Al-Zghoul, M. B. (2020). Embryonic thermal manipulation affects the antioxidant response to post-hatch thermal exposure in broiler chickens. *Animals, 10*(1), Article 126. https://doi.org/10.3390/ani10010126

Shakeri, M., & Le, H. H. (2022). Deleterious effects of heat stress on poultry production: Unveiling the benefits of betaine and polyphenols. *Poultry, 1*(3), 147–156.

Sudarwati, H., Natsir, M. H., & Nurgiartiningsih, V. M. A. (2019). *Statistika dan rancangan percobaan: Penerapan dalam bidang peternakan.* UB Press.

Sugiharto, S., Yudiarti, T., Isroli, I., Widiastuti, E., Wahyuni, H. I., & Sartono, T. A. (2019). Effect of formic acid, *Saccharomyces cerevisiae*, or their combination on the growth performance and serum indices of the Indonesian indigenous crossbred chickens. *Annals of Agricultural Sciences, 64*(2), 206–210.

Wijayanti, E. S., & Setiawan, Y. (2015). Pemanfaatan mesin tetas telur untuk peningkatan sektor peternakan di Desa Lalang, Kabupaten Belitung Timur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 2*(2), 57–63.

Yulianti, D. L., Prayogi, H. S., Hamiyanti, A. A., Nurwahyuni, E., Andri, F., & Marwi, F. (2023). *Manajemen breeding dan penetasan unggas.* UB Press, Malang.

Zaefarian, F., Abdollahi, M. R., Cowieson, A., & Ravindran, V. (2019). Avian liver: The forgotten organ. *Animals, 9*(2), Article 63.