

**PERKEMBANGAN EMBRIO AYAM KAMPUNG UNGGUL
BALITBANGTAN (KUB) DENGAN IN-OVO FEEDING
MENGUNAKAN L-ARGININ**

*Embryo Development of Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) Chicken with
In-Ovo Feeding Using L-Arginine*

Dewi Pranatasari, Abu Zaenal Zakariya

Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta - Magelang, Jalan Magelang Kopeng KM 07, Tegalrejo,
Magelang, Indonesia

Corresponding author: pranatasaridewi@gmail.com

Submitted 10 Juni 2024, Accepted 22 November 2024

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan embrio ayam KUB dengan *in-ovo feeding* menggunakan L-Arginin. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga November 2023 di CV Sanjaya Desa Trasan, Kecamatan Bandongan dan di Laboratorium Unggas dan Aneka Ternak, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta – Magelang. Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima pengulangan dengan per kelompok perlakuan lima butir telur. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analysis of variance (ANOVA). Apabila perlakuan memperlihatkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan's multiple range test (DMRT). Penelitian ini menggunakan 300 butir telur fertil ayam KUB dengan perlakuan injeksi L-Arginin yaitu P0- sebagai kontrol negatif (tanpa injeksi), P0+ sebagai kontrol positif (injeksi NaCl Fisiologis 0,9%), P1 pemberian L-Arginin 1,5% (1,5 gram per 100 ml NaCl Fisiologis 0,9%), P2 pemberian L-Arginin 2% (2 gram per 100 ml NaCl Fisiologis 0,9%), dan P3 pemberian L- Arginin 2,5% (2,5 gram per 100 ml NaCl Fisiologis 0,9%). Injeksi dilakukan pada hari ke 10 inkubasi dengan diinjeksi 0,5 ml larutan *in-ovo feeding*. Variabel dalam penelitian ini adalah penyusutan bobot telur, bobot embrio, panjang sayap, panjang kaki, dan lingkaran dada. Penelitian ini memberikan hasil yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap bobot embrio tetapi tidak signifikan ($P > 0,05$) pada penyusutan bobot telur, panjang sayap, panjang kaki, dan lingkaran dada. Kesimpulan dalam penelitian adalah injeksi L-Arginin sebanyak 2,5% dapat meningkatkan bobot embrio.

Kata kunci: Ayam KUB; L-arginin; bobot embrio; lingkaran dada; panjang sayap; panjang kaki

How to cite : Pranatasari, D., & Zakariya, A. Z. (2024). Perkembangan Embrio Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) Dengan In-Ovo Feeding Menggunakan L-Arginin. TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production Vol 25, No 2 (108-116)

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the development of KUB chicken embryos with *in-ovo* feeding using L-Arginine. This research was conducted from August to November 2023 at CV Sanjaya, Trasan Village, Bandongan District, and at the Laboratory of Poultry and Various Livestock, Agricultural Development Polytechnic of Yogyakarta - Magelang. This study used a completely randomized design (CRD) experimental design with five treatments and five repetitions with five eggs per treatment group. The data obtained were analyzed using analysis of variance (ANOVA). If the treatment showed a significant effect, it was continued with Duncan's multiple range test (DMRT). This study used 300 fertile eggs of KUB chickens with L-Arginine injection treatment, namely P0- as negative control (no injection), P0+ as positive control (injection of 0,9% Physiological NaCl), P1 the administration of 1,5% L-Arginine (1,5 grams per 100 ml of 0,9% Physiological NaCl), P2 the administration of 2% L-Arginine (2 grams per 100 ml of 0,9% Physiological NaCl), and P3 the administration of 2,5% L-Arginine (2,5 grams per 100 ml of 0,9% Physiological NaCl). The injection was done on the 10th day of incubation by injecting 0.5 ml of *in-ovo* feeding solution. The variables in this study were shrinkage of egg weight, embryo weight, wing length, leg length, and chest circumference. This study gave significant results ($P < 0.05$) on embryo weight but not significant ($P > 0.05$) on shrinkage of egg weight, wing length, leg length, and chest circumference. The conclusion of the study is that the injection of L-Arginine as much as 2.5% can increase embryo weight.

Keywords: KUB chicken; L-Arginine; embryo weight; breast circumference; wing length; leg length

PENDAHULUAN

Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) adalah hasil inovasi dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) di Ciawi, Bogor (Sari *et al.*, 2017). Ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) memang memiliki potensi yang sangat baik dalam hal produktivitas, terutama jika dipelihara secara intensif dan diberikan ransum komersial. Dalam kondisi pemeliharaan yang optimal, Ayam KUB dapat menghasilkan daging dalam waktu kurang dari 70 hari (Sari *et al.*, 2017). Ayam KUB sangat potensial untuk dikembangkan dalam memenuhi kebutuhan protein bagi masyarakat.

Penentuan bobot badan ayam sangat dipengaruhi oleh massa otot. (Fernandes *et al.* (2009) menyatakan bahwa peningkatan massa otot sangat mempengaruhi bobot panen pada ayam. Nutrisi, manajemen pemeliharaan, iklim, dan jumlah sel otot yang optimal akan berpengaruh dalam menentukan massa otot. Jumlah otot yang semakin banyak terbentuk pada fase

embrional akan menyebabkan semakin banyak otot yang melakukan pertumbuhan sehingga akan meningkatkan laju pertumbuhan dan semakin tinggi pula bobot badan yang dicapai (Grodzik *et al.*, 2013).

Pembentukan jumlah otot pada unggas hanya terjadi pada fase inkubasi atau embrio (Guo-song *et al.*, 2012) dan setelah melewati fase embrio otot hanya akan mengalami pembesaran. Aktivitas poliferasi sel pada fase embrio sangat ditentukan oleh tingkat hormon pertumbuhan (Fernandes *et al.*, 2009). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa manipulasi kadar hormon pertumbuhan pada embrio dapat dilakukan dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi, terutama protein (Coşkun *et al.*, 2014). Diperlukan cara yang tepat untuk menambahkan nutrisi ke dalam telur karena perkembangan embrio ayam terjadi di luar tubuh induk dan nutrisi yang dibutuhkan dalam perkembangan embrio tersebut sudah ditentukan dalam proses pembuatan telur. Salah satu teknik yang telah dikembangkan adalah *in-ovo feeding* atau pemberian nutrisi langsung ke dalam telur.

Teknik *in-ovo feeding* merupakan metode penambahan atau pemberian nutrisi ke dalam telur pada masa inkubasi (Chen *et al.*, 2013). *In-ovo feeding* dapat dilakukan dengan cara menyuntikkan asam amino ke dalam telur dan asam amino yang biasa digunakan untuk adalah L-Arginin. L-Arginin adalah asam amino esensial yang memainkan peran penting dalam fisiologi unggas dengan fungsi utamanya termasuk meningkatkan sekresi hormon pertumbuhan dan meningkatkan kadar nitrogen dioksida (NO) (Wu and Morris, 1998) serta berperan dalam sintesis protein (Kirk *et al.*, 1993). L-Arginin dapat merangsang produksi *insulin-like growth factor 1* (IGF-1) yang digunakan untuk memperbanyak jumlah sel sehingga dapat meningkatkan luas permukaan dan massa organ (Omidi *et al.*, 2020).

Pada masa inkubasi, pemberian asam amino L-Arginin menggunakan metode *in-ovo feeding* dapat memacu pertumbuhan dan memperbanyak sel. Penelitian terdahulu yang dilakukan menunjukkan bahwa aktivitas pembelahan sel ayam pada fase embrional dapat distimulasi dengan penambahan L-arginin melalui teknik *in-ovo feeding* oleh (Yu *et al.*, 2018). Pemberian L-Arginin secara *in-ovo* menghasilkan embrio lebih tinggi (Azhar *et al.*, 2016). Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan adanya peningkatan bobot embrio yang diikuti dengan peningkatan rasio bobot embrio dengan bobot telur pada perlakuan injeksi

L-Arginin (Taufik *et al.*, 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan embrio ayam KUB dengan *in-ovo feeding* menggunakan L-Arginin.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2023 di CV Sanjaya desa Trasan, Kecamatan Bandongan dan di Laboratorium Unggas dan Aneka Ternak, Politeknik Pembangunan Pertanian Yogyakarta – Magelang.

Bahan yang digunakan adalah telur fertil ayam KUB 300 butir, L-Arginin, NaCl Fisiologis, formalin, alkohol, KMnO₄ dan destan.

Alat yang digunakan adalah seperangkat mesin tetas, *candler*, mesin bor kecil, spuit 3 cc, gelas ukur, kapas, *eggtray*, plester silikon, pisau bedah, cawan petri, timbangan analitik, jangka sorong dan pita ukur.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima perlakuan dan lima pengulangan dengan per kelompok perlakuan lima butir telur. Data yang diperoleh berupa data parametrik dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila perlakuan memperlihatkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan's multiple range test (DMRT). Adapun perlakuan yang diberikan sebagai berikut:

- P0- = kontrol negatif (tanpa injeksi)
- P0+ = kontrol positif (injeksi NaCl Fisiologis 0,9%)
- P1 = pemberian L-Arginin 1,5% (1,5 gram per 100 ml NaCl Fisiologis)
- P2 = pemberian L-Arginin 2% (2 gram per 100 ml NaCl Fisiologis)
- P3 = pemberian L-Arginin 2,5% (2,5 gram per 100 ml NaCl Fisiologis)

Variabel dalam penelitian ini adalah penyusutan bobot telur, bobot embrio, panjang sayap, panjang kaki, dan lingkaran dada.

a. Penyusutan bobot telur

Penyusutan bobot telur dapat dihitung menggunakan rumus (Van der Pol, 2013; Yusuf *et al.*, 2023).

$$\text{Penyusutan bobot telur} = \frac{\text{bobot hari ke 0 (g)} - \text{bobot hari ke 18 (g)}}{\text{bobot telur hari ke 0}} \times 100$$

b. Bobot embrio

Bobot embrio diukur dengan cara memisahkan bagian embrio dari putih telur kemudian ditimbang

menggunakan timbangan analitik. Penimbangan embrio dapat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Penimbangan embrio

c. Panjang sayap

Panjang sayap diukur dengan merentangkan bagian sayap kemudian diukur dari pangkal humerus hingga ujung phalanges dengan menggunakan pita ukur atau jangka sorong jangka sorong (Candrawati, 2007)

diukur dari pangkal paha hingga ujung kaki menggunakan jangka sorong.

e. Lingkar dada

Lingkar dada diukur dengan cara melingkari bagian dada embrio dengan pita ukur.

d. Panjang kaki

Panjang kaki diukur dengan merentangkan bagian kaki kemudian

Cara pengukuran, panjang sayap, panjang kaki, dan lingkar dada dapat ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. A= Pengukuran panjang sayap, B= Pengukuran panjang kaki, C= Pengukuran lingkar dada

Sebanyak 300 telur fertil di fumigasi menggunakan fumigan sebelum dimasukkan ke mesin tetas. Pada inkubasi hari ke 10 dilakukan injeksi L-Arginin ke dalam telur. Larutan L-Arginin diinjeksi pada periode inkubasi hari ke-10 pada area runcing dengan target deposisi adalah

albumen. Injeksi menggunakan spuit 3 cc dengan kedalaman 10 mm dari cangkang telur dengan cara cangkang telur dilubangi terlebih dahulu menggunakan bor kecil, kemudian setelah injeksi lubang ditutup menggunakan plester silikon. Larutan *in-ovo feeding* yang diinjeksikan adalah

sebanyak 0,5 ml. Pada hari ke 18 inkubasi, semua telur diambil dari inkubator kemudian ditimbang menggunakan timbangan analitik sebelum dilakukan pengamatan embrio. Telur kemudian dipecah dan dipisahkan komponen telurnya (cangkang, kuning telur, putih telur dan embrio). Embrio yang telah dipisahkan ditimbang menggunakan timbangan analitik, diukur panjang sayap, dan panjang kaki menggunakan jangka sorong, serta diukur lingkaran dada menggunakan pita ukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian perkembangan embrio ayam Kampung Unggul Balitbangtan (KUB) dengan *in-ovo feeding* menggunakan L-arginin dapat ditunjukkan pada Tabel 1.

Penyusutan Bobot Telur

Penentuan penyusutan bobot telur dilakukan dengan cara bobot telur sebelum masuk mesin tetas dikurangi dengan bobot telur umur 18 hari inkubasi dibagi bobot telur sebelum masuk mesin tetas dikali 100%. Rata – rata penyusutan bobot telur umur 18 hari pengeraman pada penelitian ini adalah 9,47 – 14,55 % (Tabel 1). Hasil analisis statistik menggunakan Anova

terhadap variabel penyusutan bobot telur dalam penelitian ini adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pemberian L-Arginin dengan metode *in-ovo feeding* tidak berpengaruh terhadap penyusutan bobot telur. Penyusutan bobot telur selama proses pengeraman adalah fenomena yang mengindikasikan adanya perkembangan dan metabolisme embrio dalam telur. Proses ini melibatkan pertukaran oksigen dan karbon dioksida serta penguapan air melalui kerabang telur (Peebles and Brake, 1985). Penyusutan bobot telur selama proses pengeraman adalah 10 – 14% (Shanawany, 1987).

Penyusutan bobot telur tidak berbeda nyata karena lama penyimpanan yang sama sehingga memiliki fase pertumbuhan embrio yang sama. Menurut Susanti *et al.* (2015), lama penyimpanan telur tetas 2, 4, dan 6 hari memiliki persentase penyusutan bobot telur yang sama. Selain itu, bobot awal telur sebelum penetasan yang sama menyebabkan penyusutan telur yang sama pula. Hal ini sesuai dengan pendapat (North and Bell, 1990), penyusutan bobot telur selama proses penetasan dipengaruhi oleh bobot awal telur. Sehingga bobot telur yang relatif seragam memungkinkan penyusutan yang relatif seragam pula.

Tabel 1. Kinerja Embrio Umur 18 hari Pengeraman di Mesin Tetas

Perlakuan	Penyusutan Bobot Telur (%)	Bobot Embrio (g)	Panjang Sayap (cm)	Panjang Kaki (cm)	Lingkar dada (cm)
P0-	10,65±3,40 ^{ns}	17,67±1,88 ^a	2,85±0,31 ^{ns}	3,96±0,42 ^{ns}	4,40±0,49 ^{ns}
P0+	10,53±3,62 ^{ns}	17,37±3,58 ^a	2,43±0,49 ^{ns}	4,33±1,07 ^{ns}	4,50±0,58 ^{ns}
P1	12,39±2,65 ^{ns}	19,91±0,98 ^{ab}	2,98±0,74 ^{ns}	5,43±0,76 ^{ns}	4,50±0,41 ^{ns}
P2	14,55±5,37 ^{ns}	19,77±1,59 ^{ab}	2,70±0,45 ^{ns}	5,25±0,57 ^{ns}	4,75±0,29 ^{ns}
P3	9,47±5,18 ^{ns}	21,62±1,77 ^b	2,83±0,26 ^{ns}	4,75±0,32 ^{ns}	4,88±0,25 ^{ns}

Keterangan:

^{ab} superskrip pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$)

^{ns} menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

P0- = kontrol negatif, P0+ = kontrol positif, P1 = pemberian L-Arginin 1,5%, P2 = pemberian L-Arginin 2%, dan P3 = pemberian L-Arginin 2,5%

Bobot Embrio

Penentuan bobot embrio dilakukan dengan cara menimbang embrio dengan menggunakan timbangan analitik. Rata – rata bobot embrio umur 18 hari pengeraman pada penelitian ini adalah 17,37 – 21,62 gram (Tabel 1). Hasil analisis statistik

menggunakan Anova terhadap bobot embrio menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$), kemudian dilakukan uji lanjut dengan menggunakan DMRT menunjukkan bahwa perlakuan kontrol P0- dan P0+ berbeda nyata terhadap perlakuan P3 (pemberian L-Arginin 2,5%). Pemberian L-Arginin

sebanyak 2,5 % dengan metode *in-ovo feeding* dapat meningkatkan bobot embrio pada ayam KUB. Hal ini sesuai dengan penelitian Azhar *et al.* (2016), pemberian L-Arginin secara *in-ovo* menghasilkan bobot embrio yang lebih tinggi.

Pemberian L-Arginin sebanyak 1,5% dapat meningkatkan bobot embrio sebanyak 18,78 gram (Azhar *et al.*, 2016). Pada penelitian ini pemberian L-Arginin sebanyak 2,5% masih dapat meningkatkan bobot embrio. Pemberian L-Arginin sebanyak 2,5% dapat menghasilkan bobot embrio 21,62 gram. Peningkatan bobot embrio disebabkan karena peningkatan massa otot saat diberikan nutrisi secara *in-ovo*. L-Arginin merupakan asam amino yang dapat merangsang perkembangan otot (Zhao *et al.*, 2011). L-Arginin dapat meningkatkan hormon pertumbuhan (Sahin *et al.*, 2006) dan insulin (Foye, 2005). Peningkatan aktivitas organogenesis seperti proliferasi, diferensiasi dan pematangan sel dapat disebabkan adanya peningkatan hormon pertumbuhan (Deprem and Gulmez, 2007).

Panjang Sayap

Pengukuran panjang sayap dilakukan dengan merentangkan bagian sayap kemudian diukur dari pangkal sayap hingga ujung bagian sayap menggunakan jangka sorong. Rata – rata panjang sayap umur 18 hari pengeraman pada penelitian ini adalah 2,43 – 2.98 cm (Tabel 1). Hasil analisis statistik menggunakan Anova terhadap variabel panjang sayap dalam penelitian ini adalah tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Pemberian L-Arginin dengan metode *in-ovo feeding* tidak berpengaruh terhadap panjang sayap. Hal ini sesuai dengan penelitian Nasrun (2016) yang menyatakan bahwa *in-ovo feeding* menggunakan L-Arginin tidak berpengaruh terhadap panjang sayap.

Hasil penelitian ini menghasilkan panjang sayap ayam KUB umur 18 hari relatif sama dengan penelitian Kusumawati *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa panjang sayap pada ayam Jawa Super umur 18 hari pengeraman adalah 2,5 cm. L-Arginin berperan meningkatkan plasma

IGF-1 dalam proses pertumbuhan otot, pengaruhnya terhadap pertumbuhan tulang mungkin tidak sebesar pada otot dan sayap juga bukan merupakan bagian tempat pembentukan massa otot yang cukup besar (Nasrun, 2016). Ukuran Panjang sayap masih relatif sama karena merupakan bagian yang akan digunakan sebagai alat gerak.

Panjang Kaki

Pengukuran Panjang kaki dilakukan dengan merentangkan bagian kaki kemudian diukur dari pangkal paha hingga ujung jari kaki menggunakan jangka sorong. Rata – rata panjang kaki umur 18 hari pengeraman pada penelitian ini adalah 3,98 – 5.43 cm (Tabel 1). Hasil analisis statistik menggunakan Anova terhadap variabel panjang kaki dalam penelitian ini adalah tidak berbeda nyata ($P>0,05$). Pemberian L-Arginin dengan metode *in-ovo feeding* tidak berpengaruh terhadap panjang kaki. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Nasrun (2016) yang menyatakan bahwa pemberian L-Arginin dapat berpengaruh terhadap panjang kaki, akan tetapi panjang kaki hasil penelitiannya mengalami penurunan.

Hasil penelitian ini menghasilkan panjang kaki ayam KUB umur 18 hari relatif sama dengan penelitian Kusumawati *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa panjang kaki pada ayam Jawa Super umur 18 hari pengeraman adalah 4,3 cm. Seperti pada panjang sayap, L- Arginin berperan meningkatkan plasma IGF-1 dalam proses pertumbuhan otot, pengaruhnya terhadap pertumbuhan tulang mungkin tidak sebesar pada otot dan kaki juga bukan merupakan bagian tempat pembentukan massa otot yang cukup besar (Nasrun, 2016). Kaki merupakan bagian yang akan digunakan sebagai alat gerak, sehingga ukuran panjangnya masih relatif sama.

Lingkar Dada

Pengukuran lingkar dada dilakukan dengan melingkarkan bagian dada embrio ayam menggunakan pita ukur. Rata – rata lingkar dada umur 18 hari pengeraman pada penelitian ini adalah 4,40 – 4,88 cm (Tabel

1). Hasil analisis statistik menggunakan Anova terhadap variabel lingkaran dada dalam penelitian ini adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$). Pemberian L-Arginin dengan metode *in-ovo feeding* tidak berpengaruh terhadap lingkaran dada. Berbeda dengan penelitian Azhar *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa pemberian L-Arginin dengan cara *in-ovo feeding* dapat meningkatkan lingkaran dada pada embrio ayam.

Lingkaran dada embrio pada penelitian ini tidak berbeda nyata akan tetapi berdasarkan hasil pengukuran terdapat kenaikan ukuran lingkaran dada. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa pemberian L-Arginin melalui *in-ovo feeding* dapat meningkatkan bobot embrio umur 18 hari inkubasi. Korelasi antara bobot badan dengan lingkaran dada nilainya adalah 0,622 dengan kategori tinggi (Djegho dan Kihe, 2020). Lingkaran dada merupakan tempat melekatnya otot paling banyak jika dibandingkan dengan bagian tubuh lainnya sehingga sangat penting untuk diukur (Budiarto, 2015; Djegho dan Kihe, 2020). Otot dada merupakan otot yang cukup responsif dengan faktor nutrisi (Funan *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah pemberian L-Arginin 2,5 % dengan metode *in-ovo feeding* dapat meningkatkan bobot embrio ayam KUB umur 18 hari pengeraman, tetapi tidak berpengaruh terhadap penyusutan bobot telur, panjang sayap, panjang kaki dan lingkaran dada embrio ayam KUB.

DAFTAR PUSTAKA

Azhar, M., Rahardja, D. P., & Pakiding, W. (2016). Embryo development and post-hatch performances of kampung chicken by *in ovo feeding* of L-arginine. *Media Peternakan*, 39(3), 168-172.
<https://doi.org/10.5398/medpet.2016.39.3.168>

- Budiarto, A. B. (2015). Ukuran tubuh hasil persilangan ayam kedu dengan silangan sentul kampung dan resiprokalnya umur 0 sampai 12 minggu [Skripsi]. Bogor: Program Studi Teknologi Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Candrawati, V. Y. (2007). Studi ukuran dan bentuk tubuh ayam kampung, ayam Sentul dan ayam wareng Tangerang melalui analisis komponen utama [Skripsi]. Bogor: Program Studi Teknologi Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor.
- Chen, W., Lv, Y. T., Zhang, H. X., Ruan, D., Wang, S., & Lin, Y. C. (2013). Developmental specificity in skeletal muscle of late-term avian embryos and its potential manipulation. *Poultry science*, 92(10), 2754-2764.
<https://doi.org/10.3382/ps.2013-03099>
- Coşkun, İ., Çayan, H., Yılmaz, Ö., Taskın, A., Tahtabiçen, E., & Samli, H. (2014). Effects of *in ovo* pollen extract injection to fertile broiler eggs on hatchability and subsequent chick weight. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 485-489.
- Deprem, T., & Guelmez, N. (2007). The effects of *in ovo* insulin-like growth factor-1 on embryonic development of musculus longus colli dorsalis in Japanese quail. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 31(4), 233-240.
- Djego, Y., & Kihe, J. N. (2020). Korelasi fenotip antara ukuran bagian tubuh dengan bobot badan dari silangan ayam Pedaging, Kate dan Lokal Sabu pada umur dua belas minggu. *Jurnal Nukleus Peternakan*. 7(1), 51-54.
<https://doi.org/10.35508/nukleus.v7i1.2260>
- Fernandes, J. I. M., Murakami, A. E., Martins, E. N., Sakamoto, M. I., & Garcia, E. R. M. (2009). Effect of arginine on the development of the pectoralis muscle and the diameter

- and the protein: deoxyribonucleic acid rate of its skeletal myofibers in broilers. *Poultry Science*, 88(7), 1399-1406.
<https://doi.org/10.3382/ps.2008-00214>
- Foye, O. T. (2005). The biochemical and molecular effects of amniotic nutrient administration, "in-ovo feeding" on intestinal development and function and carbohydrate metabolism in turkey embryos and poult [Dissertation]. Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Funan, R., Lisnahan, C. V., & Dethan, A. A. (2020). Profil Pengaruh Suplementasi L-Lysine HCl dalam Pakan terhadap Dimensi Tubuh Ayam Broiler. *JAS*, 5(4), 61-63.
<https://doi.org/10.32938/ja.v5i4.1069>
- Grodzik, M., Sawosz, F., Sawosz, E., Hotowy, A., Wierzbicki, M., Kutwin, M., & Chwalibog, A. (2013). Nano-nutrition of chicken embryos. The effect of in ovo administration of diamond nanoparticles and L-glutamine on molecular responses in chicken embryo pectoral muscles. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(11), 23033-23044.
<https://doi.org/10.3390/ijms141123033>
- Kirk, S. J., Hurson, M., Regan, M. C., Holt, D. R., Wasserkrug, H. L., & Barbul, A. (1993). Arginine stimulates wound healing and immune function in elderly human beings. *Surgery*, 114(2), 155-160.
- Kusumawati, A., Febriany, R., Hananti, S., Dewi, M. S., & Istiyawati, N. (2016). Perkembangan embrio dan penentuan jenis kelamin DOC (Day-Old Chicken) ayam jawa super. *Jurnal Sain Veteriner*, 34(1), 29-41.
<https://doi.org/10.22146/jsv.22811>
- Nasrun. (2016). Pertumbuhan Embrio Ayam Buras Umur 18 Hari Hasil Induksi Asam Amino L-Arginin ke Dalam Telur Selama Masa Inkubasi (In-Ovo Feeding) [Skripsi]. Makasar: Fakultas Peternakan. Universitas Hassanuddin.
- North, M. O., & Bell, D. D. (1990). Commercial Chicken Production Manual. 4th edition. By Van Nestrod Rainhold. New York.
- Omidi, S., Ebrahimi, M., Janmohammadi, H., Moghaddam, G., Rajabi, Z., & Hosseintabar-Ghasemabad, B. (2020). The impact of in ovo injection of l-arginine on hatchability, immune system and caecum microflora of broiler chickens. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 104(1), 178-185.
<https://doi.org/10.1111/jpn.13222>
- Peebles, E. D., & Brake, J. (1985). Relationship of Eggshell Porosity to Stage of Embryonic Development in Broiler Breeders. *Poultry Science*, 64(12), 2388-2391.
<https://doi.org/10.3382/ps.0642388>
- Sari, M. L., Tantalo, S., & Nova, K. (2017). Performa ayam KUB (kampung unggul balitnak) periode grower pada pemberian ransum dengan kadar protein kasar yang berbeda. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals)*, 1(3), 36-41.
- Sahin, K., Onderci, M., Sahin, N., Balci, T. A., Gursu, M. F., Juturu, V., & Kucuk, O. (2006). Dietary arginine silicate inositol complex improves bone mineralization in quail. *Poultry science*, 85(3), 486-492.
<https://doi.org/10.1093/ps/85.3.486>
- Shanawany, M. M. (1987). Hatching weight in relation to egg weight in domestic birds. *World's Poultry Science Journal*, 43(2), 107-115.
<https://doi.org/10.1079/WPS19870008>
- Susanti, I., Kurtini, T., & Septinova, D. (2015). Pengaruh lama penyimpanan terhadap fertilitas, susut tetas, daya tetas dan bobot tetas telur ayam arab. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(4).

- <http://dx.doi.org/10.23960/jipt.v3i4.p%25p>
- Taufik, M., Sara, U., Yusuf, M., Maruddin, F., & Azhar, M. (2023). Embryo Development and Chick Performance of Local Chicken Following In-ovo Injection of L-Arginine into Local Chicken Eggs. *Buletin Peternakan*, 47(2), 63-69. <https://doi.org/10.21059/buletinpeternak.v47i2.80642>
- Van der Pol, C. W., van Roover-Reijrink, I. A. M., Maatjens, C. M., Van den Anker, I., Kemp, B., & Van den Brand, H. (2014). Effect of eggshell temperature throughout incubation on broiler hatchling leg bone development. *Poultry science*, 93(11), 2878-2883. <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04210>
- Wang GuoSong, W. G., Liu HeHe, L. H., Li LinSeng, L. L., & Wang JiWen, W. J. (2012). Influence of ovo injecting IGF-1 on weights of embryo, heart and liver of duck during hatching stages.
- Wu, G., & Morris Jr, S. M. (1998). Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. *Biochemical Journal*, 336(1), 1-17. <https://doi.org/10.1042/bj3360001>
- Yu, L. L., Gao, T., Zhao, M. M., Lv, P. A., Zhang, L., Li, J. L., & Zhou, G. H. (2018). Effects of in ovo feeding of l-arginine on breast muscle growth and protein deposition in post-hatch broilers. *Animal*, 12(11), 2256-2263. <https://doi.org/10.1017/S1751731118000241>
- Yusuf, Y., Junaedi, J., Suparman, S., & Khaeruddin, K. (2023). Analisis Performa Penetasan dan Sifat Tingkah Laku Mengeram pada Ayam Kampung. *Tarjih Tropical Livestock Journal*, 3(2), 53-60. <https://doi.org/10.47030/trolija.v3i2.498>
- Zhao, G. P., Cui, H. X., Liu, R. R., Zheng, M. Q., Chen, J. L., & Wen, J. (2011). Comparison of breast muscle meat quality in 2 broiler breeds. *Poultry Science*, 90(10), 2355-2359. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01432>