

Falah dkk., 2025

## EFISIENSI KONSUMSI DAN PERTUMBUHAN STRAIN ISA BROWN FASE PRE-LAYER PADA BERBAGAI BENTUK PAKAN

Fadhilah Dhani Santika Falah<sup>1)\*</sup>, Dimas Fajar Nugoroho<sup>1)</sup>, Nida'ul Husna Imaniah<sup>1)</sup>,  
Afiza Wulandari<sup>1)</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.36,  
Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714

\*Corresponding author: fadhilahdhanisf@ulm.ac.id

\* Received for review September 18, 2025 Accepted for publication October 6, 2025

### Abstract

*This study aimed to evaluate the efficiency of feed consumption and growth in ISA Brown strain during their pre-layer phase, specifically examining the impact of different feed forms: Mash, Crumble, and Pellet. An experimental design with three feed form treatments was employed, measuring feed consumption, body weight gain (BWG), and feed conversion ratio (FCR). Statistical analysis including ANOVA and Duncan's Multiple Range Test was used to identify significant differences between treatments. The results showed crumble feed led to the highest daily feed intake ( $2310.00 \pm 11.71b$  g/hen/day), while mash ( $2075.50 \pm 56.31a$ ) and pellet ( $2080.17 \pm 54.48a$ ) were not significantly different from each other but were lower than crumble. Crumble also resulted in the highest BWG ( $170.17 \pm 4.94c$  g/hen/day), followed by mash ( $143.13 \pm 20.66b$ ), and pellet ( $109.20 \pm 10.80a$ ). FCR was highest (least efficient) in Pellet ( $19.23 \pm 2.22b$ ), while mash ( $14.78 \pm 2.39a$ ) and crumble ( $13.58 \pm 0.42a$ ) showed better and similar efficiencies. It was concluded that crumble feed is most effective in enhancing feed intake, growth, and conversion efficiency in the ISA Brown strain during the pre-layer phase.*

**Keywords:** Feed Form, Feed Intake, Growth, ISA Brown, Pre-layer

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efisiensi konsumsi pakan dan pertumbuhan pada strain ISA Brown selama fase pre-layer, dengan fokus pada dampak berbagai bentuk pakan: Mash, Crumble, dan Pellet. Desain eksperimental dengan tiga perlakuan bentuk pakan diterapkan, mengukur konsumsi pakan, penambahan berat badan (BWG), dan rasio konversi pakan (FCR). Analisis statistik termasuk ANOVA dan Uji Rentang Ganda Duncan digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan yang signifikan antara perlakuan. Hasil menunjukkan bahwa pakan crumble menghasilkan konsumsi pakan harian tertinggi ( $2310,00 \pm 11,71b$  g/ayam/hari), sementara mash ( $2075,50 \pm 56,31a$ ) dan pellet ( $2080,17 \pm 54,48a$ ) tidak berbeda secara signifikan satu sama lain tetapi lebih rendah daripada crumble. Crumble juga menghasilkan BWG tertinggi ( $170,17 \pm 4,94c$  g/ayam/hari), diikuti oleh mash ( $143,13 \pm 20,66b$ ), dan pellet ( $109,20 \pm 10,80a$ ). FCR tertinggi (terburuk) terdapat pada pellet ( $19,23 \pm 2,22b$ ), sementara mash ( $14,78 \pm 2,39a$ ) dan crumble ( $13,58 \pm 0,42a$ ) menunjukkan efisiensi yang lebih baik dan serupa. Disimpulkan bahwa pakan crumble paling efektif dalam meningkatkan asupan pakan, pertumbuhan, dan efisiensi konversi pada strain ISA Brown selama fase pre-layer.

**Kata kunci:** Bentuk Pakan, ISA Brown, Konsumsi, Pertumbuhan, Pre-layer



Copyright © 2025 The Author(s)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

Falah dkk., 2025

## 1. PENDAHULUAN

Peternakan ayam memiliki peranan yang penting dalam memenuhi kebutuhan protein hewani, dengan ayam petelur menjadi komoditas utama. Strain ISA Brown secara umum digunakan sebagai salah satu strain ayam petelur komersial yang dominan, berdasarkan dari hasil performa produksi yang tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai sistem manajemen (Hamissou Maman et al., 2024). Fase pre-layer, yang berlangsung sekitar usia 16 hingga 20 minggu, merupakan periode yang penting dalam perkembangan pullet (de Andrade et al., 2023), ayam mengalami perubahan fisiologis yang tinggi, mencakup pertumbuhan bobot badan, perkembangan kerangka, dan pematangan saluran reproduksi sebagai persiapan dimulainya produksi telur (de Andrade et al., 2023). Kesiapan pullet untuk bertelur, puncak produksi telur, dan kualitas telur secara keseluruhan dipengaruhi secara langsung oleh nutrisi dan manajemen yang tepat selama fase ini. Setiap kekurangan nutrisi selama periode ini dapat berdampak negatif pada kinerja bertelur dalam jangka panjang (de Andrade et al., 2023). Untuk mengoptimalkan performa dan pemanfaatan nutrisi, manajemen pakan yang efektif juga sangat penting (Lopulalan et al., 2024). Manajemen pakan yang efektif, termasuk pemilihan bentuk pakan, juga sangat penting untuk mengoptimalkan pemanfaatan nutrisi dan performa keseluruhan (Lopulalan et al., 2024). Menurut Widharto & Marsudi (2017), pakan yang sesuai akan membuat bibit menunjukkan performansnya, sehingga akan mencapai tingkat efisiensi yang tinggi dan pertumbuhan yang cepat.

Bentuk fisik pakan yang diberikan kepada ayam dapat mempengaruhi palatabilitas, konsumsi pakan, pencernaan, dan pemanfaatan nutrisi. Secara umum, pakan tersedia dalam beberapa bentuk utama: mash (tepung), crumble (remah), dan pellet (butiran). Pakan mash, sebagai bentuk pakan paling dasar, dibuat dengan menggiling biji-bijian dan dicampurkan dengan protein serta nutrisi esensial. Bentuk pakan mash memiliki ukuran partikel yang lebih kecil menyebabkan pemborosan dikarenakan ayam cenderung memilih partikel yang lebih besar dan meninggalkan bagian yang lebih halus (Moula et al., 2019; Štastník et al., 2025). Sebaliknya, pellet diproses lebih lanjut dari mash dengan penambahan panas dan tekanan untuk membentuk potongan yang padat dan seragam. Proses ini membuat pakan lebih mudah dikonsumsi, mengurangi limbah, serta meningkatkan kepadatan nutrisi per satuan volume (Yenice et al., 2025). Pellet juga dapat meningkatkan gelatinisasi pati dan sterilisasi pakan karena proses pemanasan (Yenice et al., 2025).

Crumble adalah bentuk pakan yang dibuat dengan menghancurkan pellet menjadi bentuk yang lebih kecil dan tidak beraturan. Bentuk ini dianggap ideal untuk anak ayam atau pada fase transisi karena mudah dipatuk dan dicerna, serta dapat meningkatkan asupan pakan dan meminimalkan pemborosan (Yenice et al., 2025). Berbagai penelitian ilmiah mengenai pengaruh bentuk pakan pada performa ayam petelur menunjukkan hasil yang bervariasi dan terkadang tidak konsisten. Studi terbaru menunjukkan bahwa pakan pellet atau crumble dapat meningkatkan efisiensi konversi pakan dan performa ayam petelur. Sebagai contoh, Wang et al. (2017) melaporkan bahwa pakan pellet dapat meningkatkan laju bertelur, berat telur, kekuatan cangkang, haugh unit, dan FCR. Studi lain juga melaporkan FCR yang lebih rendah daripada mash (Wang et al., 2017; Yenice et al., 2025). Namun, beberapa laporan menunjukkan performa yang lebih buruk dengan pakan crumble dan pellet dibandingkan mash (Yenice et al., 2025). Inkonsistensi ini menunjukkan bahwa efek bentuk pakan tidak selalu seragam dan dapat dipengaruhi oleh banyak faktor lain seperti ukuran partikel, komposisi pakan, strain ayam, dan kondisi lingkungan (Wang et al., 2017; Yenice

Falah dkk., 2025

et al., 2025). Penelitian terbaru menekankan bahwa studi lebih lanjut dengan desain yang berbeda diperlukan untuk evaluasi secara menyeluruh dampak bentuk pakan dan ukuran partikel pada performa bertelur dan kualitas telur (Wang et al., 2017; Yenice et al., 2025). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian pakan dalam bentuk Mash, Crumble, dan Pellet terhadap efisiensi konsumsi pakan, pertambahan berat badan, dan rasio konversi pakan pada ayam ISA Brown fase pre-layer.

## 2. BAHAN DAN METODE

### 2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain eksperimental berdasarkan Rancangan Acak Lengkap (RAL), melibatkan tiga perlakuan bentuk pakan: P1 (Mash), P2 (Crumble), dan P3 (Pellet). Setiap perlakuan diterapkan pada unit eksperimen yang merepresentasikan kondisi yang seragam, sehingga memastikan validitas dan homogenitas data yang baik.

### 2.2 Materi

Ayam petelur strain ISA Brown fase pre-layer sebanyak 90 ekor yaitu 3 perlakuan, 6 ulangan, per ulangan 5 ekor. Ayam yang digunakan berusia sekitar 16 minggu pada awal penelitian. Ayam-ayam tersebut ditempatkan dalam kandang yang sesuai dengan kondisi lingkungan yang terkontrol, memastikan ketersediaan pakan dan air secara ad libitum, serta kondisi sanitasi yang baik untuk meminimalkan stres dan potensi wabah penyakit.

### 2.3 Perlakuan Pakan

Terdapat 3 bentuk pakan komersial yang diterapkan sebagai perlakuan :

- P1 (Mash) : Pakan dalam bentuk tepung halus.
- P2 (Crumble) : Pakan dalam bentuk remah hasil penghancuran pellet.
- P3 (Pellet) : Pakan dalam butiran padat.

Pakan eksperimental diformulasikan memiliki kandungan nutrisi yang sama (Tabel 1). Pendekatan ini merupakan praktik standar dalam penelitian nutrisi untuk menjamin bahwa variabel yang diuji (bentuk pakan) adalah satu-satunya faktor pembeda antar perlakuan. Hal ini memungkinkan penarikan kesimpulan yang akurat mengenai dampak sifat fisik pakan, bukan variasi kadar protein, energi, atau mineral.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pakan strain ISA Brown fase pre-layer

Kandungan Nutrisi	
ME	2750 kcal/kg
Protein Kasar	17,5%
Lemak Kasar	3,10%
Ca	2,20%
P <sub>avl</sub>	0,44%

Falah dkk., 2025

## 2.4 Pengumpulan Data Parameter

Data yang dikumpulkan meliputi :

- Konsumsi Pakan (Feed Intake, FI)  
Diukur setiap hari dengan menimbang pakan yang diberikan dan sisa pakan. Konsumsi pakan harian rata-rata per ekor per hari kemudian dihitung untuk setiap perlakuan.
- Pertambahan Berat Badan (PBB, Body Weight Gain, BWG)  
Diukur dengan menimbang berat badan ayam secara individu pada awal, tengah, dan akhir periode penelitian. Pertambahan berat badan harian rata-rata dihitung dari perbedaan berat badan akhir, tengah, dan awal penelitian.
- Rasio Konversi Pakan (FCR, Feed Conversion Ratio) :  
Dihitung menggunakan rumus:  $FCR = \text{Total Konsumsi Pakan (g)} / \text{Total Pertambahan Berat Badan (g)}$  selama periode pengamatan.

## 2.5 Analisis Statistik

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan analisis variansi (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan yang signifikan ( $P < 0.05$ ), maka dilanjutkan uji jarak berganda Duncan (UJBD) dilakukan untuk mengidentifikasi kelompok perlakuan mana yang berbeda secara signifikan. Notasi superskrip (a, b, c) yang menyertai nilai rata-rata dalam tabel hasil menunjukkan perbedaan signifikan secara statistik antar perlakuan. Nilai rata-rata yang berbagi huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan, sedangkan nilai rata-rata dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada tingkat probabilitas tertentu (umumnya  $P < 0.05$ ).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ayam yang diberi pakan crumble secara konsisten menunjukkan performa terbaik, yang ditandai dengan konsumsi pakan tinggi, pertambahan berat badan signifikan, dan FCR yang efisien. Hal ini dapat diartikan pada karakteristik fisik crumble yang mudah dipatuk dan dicerna oleh ayam, menjadikannya bentuk pakan yang ideal terutama untuk ayam muda atau pada fase transisi (Yenice et al., 2025). Pengamatan ini sejalan dengan literatur yang mendukung bahwa crumble dapat meningkatkan asupan pakan dan daya cerna sambil meminimalkan pemborosan (Yenice et al., 2025).

Tabel 2. Rata-rata Konsumsi Pakan, Pertambahan Berat Badan (PBB), dan Rasio Konversi Pakan (FCR) Ayam ISA Brown Fase Pre-layer pada Berbagai Bentuk Pakan

Perlakuan	Konsumsi Pakan (g/ekor/selama penelitian)	PBB (g/ekor/selama penelitian)	FCR
P1 (Mash)	2075.50 ± 56.31 <sup>a</sup>	143.13 ± 20.66 <sup>b</sup>	14.78 ± 2.39 <sup>a</sup>
P2 (Crumble)	2310.00 ± 11.71 <sup>b</sup>	170.17 ± 4.94 <sup>c</sup>	13.58 ± 0.42 <sup>a</sup>
P3 (Pellet)	2080.17 ± 54.48 <sup>a</sup>	109.20 ± 10.80 <sup>a</sup>	19.23 ± 2.22 <sup>b</sup>

## Falah dkk., 2025

Ayam yang diberi pakan crumble secara konsisten menunjukkan performa terbaik, yang ditandai dengan konsumsi pakan tinggi, penambahan berat badan signifikan, dan FCR yang efisien. Hal ini dapat diartikan pada karakteristik fisik crumble yang mudah dipatuk dan dicerna oleh ayam, menjadikannya bentuk pakan yang ideal terutama untuk ayam muda atau pada fase transisi (Yenice et al., 2025). Pengamatan ini sejalan dengan literatur yang mendukung bahwa crumble dapat meningkatkan asupan pakan dan daya cerna sambil meminimalkan pemborosan (Yenice et al., 2025).

Pakan mash menunjukkan performa menengah dalam hal konsumsi pakan dan penambahan berat badan, namun pada FCR sebanding dengan crumble. Meskipun pakan mash diketahui mendukung kesehatan gizzard dan aktivitas pencernaan yang lebih kuat, potensi masalah seperti pemborosan pakan dan segregasi partikel halus (fines) dapat membatasi pemanfaatan nutrisi yang optimal (Yenice et al., 2025; Štastník et al., 2025). Partikel halus ini seringkali mengandung mineral dan vitamin penting yang mungkin tidak dikonsumsi sepenuhnya jika ayam melakukan seleksi pakan (Štastník et al., 2025). Literatur menunjukkan bahwa penambahan minyak pada mash dapat menjadi strategi untuk mengatasi masalah fines dan meningkatkan persentase pakan yang dikonsumsi secara merata (Astuti et al., 2015).

Berbeda dengan kedua bentuk pakan lainnya, pakan pellet menunjukkan penambahan berat badan terendah dan FCR terburuk dalam penelitian ini. Hal ini mengindikasikan inefisiensi dalam konversi pakan yang dikonsumsi menjadi biomassa, meskipun konsumsi pakan untuk Pellet tidak jauh berbeda dari mash. Data menunjukkan bahwa hubungan antara konsumsi pakan dan penambahan berat badan secara umum sejalan untuk perlakuan crumble dan mash. Pada perlakuan crumble, peningkatan konsumsi pakan memang secara langsung berkorelasi dengan peningkatan PBB yang signifikan. Pakan mash, memiliki nilai konsumsi pakan yang menghasilkan PBB yang baik. Namun, pada perlakuan pellet, terdapat perbedaan yang signifikan. Meskipun konsumsi pakan pada pellet (2080.17 g/ekor/hari) tidak berbeda signifikan dari mash (2075.50 g/ekor/hari), penambahan berat badan yang dihasilkan (109.20 g/ekor/hari) secara signifikan jauh lebih rendah dibandingkan mash (143.13 g/ekor/hari). Hal ini menunjukkan bahwa hubungan antara asupan pakan dan penambahan berat badan tidak berjalan secara seragam untuk semua bentuk pakan. Disosiasi antara asupan pakan dan efisiensi konversinya menjadi biomassa tubuh terdapat pada bentuk pakan pellet. Pengaruh konsumsi pakan terhadap PBB tidak semata-mata bergantung pada jumlah pakan yang dimakan, tetapi juga pada seberapa efisien nutrisi dari pakan tersebut dimanfaatkan oleh tubuh. Hal ini mengisyaratkan bahwa dalam kasus pakan pelet, mungkin ada masalah yang mendasari, seperti menurunnya daya cerna, stres metabolik, atau masalah rasa (palatabilitas) yang mengakibatkan penyerapan nutrisi yang tidak optimal, meskipun asupannya sudah memadai.

Pernyataan bahwa FCR yang berpengaruh secara signifikan hanya pada pellet juga didukung hasil statistik. FCR pada perlakuan pellet ( $19.23 \pm 2.22b$ ) secara signifikan lebih tinggi (lebih buruk) dibandingkan dengan kedua perlakuan lainnya (mash dan crumble), FCR ( $14.78 \pm 2.39a$  dan  $13.58 \pm 0.42a$ ) tidak berbeda signifikan satu sama lain, artinya bahwa dari sudut pandang efisiensi pakan, mash dan crumble sama-sama efektif, sementara pellet secara substansial kurang efisien. FCR yang lebih tinggi pada pellet adalah efek dari PBB yang sangat rendah walaupun konsumsi pakan tidak jauh berbeda dari mash. Temuan ini penting karena bertentangan dengan persepsi umum



Falah dkk., 2025

bahwa pellet seringkali unggul dalam FCR pada unggas (Wang et al., 2017;Yenice et al., 2025). Inefisiensi FCR spesifik pada pellet untuk strain ISA Brown fase pre-layer menunjukkan bahwa manfaat pelletisasi (misalnya, kepadatan nutrisi, pengurangan limbah) mungkin tidak sepenuhnya terealisasi atau diimbangi oleh faktor-faktor lain. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat pellet yang "lebih sulit disesuaikan" oleh ayam, menyebabkan stres atau penurunan aktivitas enzim pencernaan, atau mungkin ketidaksesuaian antara sifat fisik pellet dan sistem pencernaan ayam pre-layer yang sedang berkembang (Bozkurt et al., 2019).

Nilai FCR yang diamati dalam penelitian ini (13.58 – 19.23) secara signifikan lebih tinggi (menunjukkan efisiensi yang lebih rendah) dibandingkan dengan FCR yang dilaporkan untuk ayam petelur ISA Brown pada fase produksi (sekitar 3.42 – 3.84) dalam studi terbaru (Moula et al., 2019). Penelitian berfokus pada ayam ISA Brown fase pre-layer, di mana ayam masih dalam tahap pertumbuhan dan belum memulai produksi telur. FCR pada ayam petelur (yang menjadi fokus pada studi Moula et al. (2019) dihitung dengan mempertimbangkan berat telur yang dihasilkan, secara signifikan meningkatkan efisiensi konversi pakan secara keseluruhan karena output-nya tidak hanya berat badan, tetapi juga massa telur. FCR pada fase pre-layer hanya mencerminkan konversi pakan menjadi pertambahan berat badan. Oleh karena itu, FCR yang lebih tinggi pada fase pre-layer adalah hal yang normal dan diharapkan. Perbedaan ini menyoroti pentingnya interpretasi metrik performa di berbagai tahap fisiologis, karena perbandingan kuantitatif langsung FCR antara ayam yang sedang tumbuh (pre-layer) dan ayam yang sedang berproduksi (layer) dapat menyesatkan tanpa memperhitungkan output biologis yang berbeda.

Hasil penelitian ini, pakan dengan bentuk pellet menunjukkan FCR terburuk, sejalan dengan beberapa laporan literatur yang juga menemukan performa yang lebih rendah pada pakan pellet atau crumble dibandingkan mash (Yenice et al., 2025). Namun, ini kontras dengan studi lain yang menunjukkan manfaat pellet dalam meningkatkan FCR (Wang et al., 2017). Inkonsistensi ini menunjukkan bahwa efek bentuk pakan sangat kontekstual (Wang et al., 2017;Yenice et al., 2025). Faktor-faktor seperti ukuran partikel pakan, formulasi spesifik, genetik strain, dan kondisi manajemen dapat memodifikasi respons ayam terhadap bentuk pakan (Moula et al., 2019; (Yenice et al., 2025). Pada fase pre-layer, kemungkinan ada faktor-faktor spesifik (misalnya preferensi tekstur, adaptasi saluran pencernaan) yang membuat bentuk pakan pellet kurang optimal dibandingkan dengan asumsi umum yang berasal dari penelitian broiler atau layer dewasa (Bozkurt et al., 2019). Studi ini berkontribusi pada pemahaman yang berkembang bahwa bentuk pakan optimal tidak bersifat universal, melainkan bergantung pada konteks spesifik produksi. Palatabilitas dan kemudahan konsumsi sangat dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk partikel pakan (Moula et al., 2019;Yenice et al., 2025). Crumble, dengan ukuran partikel yang lebih besar dari mash tetapi lebih kecil dari pellet, lebih mudah dipatuk dan ditelan oleh ayam fase pre-layer, yang mendorong asupan pakan lebih tinggi (Yenice et al., 2025). Mash, meskipun mudah dicerna, dapat menyebabkan ayam memilih partikel yang lebih besar dan meninggalkan "fines" (Šťastník et al., 2025). Pellet, meskipun padat nutrisi, mungkin terlalu keras atau besar untuk konsumsi optimal oleh ayam fase pre-layer, atau membutuhkan periode adaptasi yang lebih lama (Bozkurt et al., 2019).

Pemanfaatan nutrisi dan kesehatan saluran pencernaan juga berperan. Pakan mash dapat mendorong aktivitas gizzard yang lebih kuat, yang berpotensi meningkatkan pencernaan dan kesehatan usus (Yenice et al., 2025). Meskipun pellet diproses dengan panas tinggi yang dapat

Falah dkk., 2025

meningkatkan gelatinisasi pati dan sterilisasi (Yenice et al., 2025), jika ada masalah palatabilitas atau adaptasi, manfaat ini mungkin tidak sepenuhnya terealisasi, menyebabkan pemanfaatan nutrisi yang buruk dan FCR tinggi (Liu et al., 2021). Ayam pada fase pre-layer sedang mengalami perkembangan pesat pada saluran pencernaan dan organ reproduksi. Kebutuhan spesifik pada tahap ini mungkin membuat mereka merespons bentuk pakan secara berbeda dibandingkan ayam broiler atau layer dewasa, yang mungkin menjelaskan mengapa pellet tidak memberikan keuntungan yang diharapkan dalam penelitian ini (de Andrade et al., 2023).

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian bentuk pakan crumble dapat meningkatkan konsumsi pakan dan pertambahan berat badan, sehingga rasio konversi pakan lebih rendah daripada bentuk pakan mash dan pellet.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, F. K., Busono, W., & Sjoftjan, O. (2015). Pengaruh Penambahan Probiotik Cair Dalam Pakan Terhadap Penampilan Produksi Pada Ayam Pedaging. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, 6(2), 99–104.
- Bozkurt, M., Koçer, B., Ege, G., Tüzün, A. E., Bıyık, H. H., & Poyrazoğlu, E. (2019). Influence of the particle size and form of feed on growth performance, digestive tract traits and nutrient digestibility of white egg-laying pullets from 1 to 112 D of age. *Poultry Science*, 98(9), 4016–4029. <https://doi.org/10.3382/ps/pez144>
- de Andrade, P. G. C., Mendonça, M. A. de F., Cruz, F. G. G., Rufino, J. P. F., Silva, F. M. F., & Reis, L. de A. (2023). Effects of dietary fiber on performance and egg quality of laying hens at pre-laying and laying peak. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 45. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v45i1.57534>
- Hamissou Maman, A., Yildirim, İ., & Asker, G. N. (2024). Effect of crossbreeding on production performances and egg quality traits between improved local cocks and Isa Brown chickens. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18(6), 2180–2188. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v18i6.10>
- Liu, Y., Feng, J., Wang, Y., Lv, J., Li, J., Guo, L., & Min, Y. (2021). Fermented corn–soybean meal mixed feed modulates intestinal morphology, barrier functions and cecal microbiota in laying hens. *Animals*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/ani11113059>
- Lopulalan, M., Ralahalu, T. N., & Horhorouw, W. M. (2024). Pengaruh Manajemen Pakan Terhadap Kualitas Eksternal Telur Pada Beberapa Peternakan Ayam Ras Petelur Di Pulau Ambon. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(1), 110–116. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2024.13.1.110>
- Moula, N., Humbel, M., Leterrier, M., Lempereur, L., Ait-Kaki, A., Touazi, L., Saidj, D., & Hornick, J. L. (2019). Effects of *Opuntia ficus-indica* on growth performance and serum parameters of broiler chicken in Algeria. *Tropicultura*, 37(1). <https://doi.org/10.25518/2295-8010.263>
- Šťastník, O., Zálešáková, D., Novotný, J., Kumbár, V., Roztočilová, A., Mrkvicová, E., & Pavlata, L. (2025). Different particle sizes of laying hens diets and it's effect on blood biochemical parameters, ileal digesta viscosity and nitrogen retention. *Czech Journal of Animal Science*, 70(5), 183–193. <https://doi.org/10.17221/11/2025-CJAS>

**Falah dkk., 2025**

- Wang, X. C., Zhang, H. J., Wang, H., Yue, H. Y., Wang, J., Wu, S. G., & Qi, G. H. (2017). Effect of different protein ingredients on performance, egg quality, organ health, and jejunum morphology of laying hens. *Poultry Science*, 96(5), 1316–1324. <https://doi.org/10.3382/ps/pew396>
- Widharto, D., & Marsudi, W. (2017). Pengaruh Penambahan Tepung Tulang Sotong (Cuttlefish bone) dalam Ransum terhadap Konsumsi Pakan, Pertambahan Bobot Badan, dan Karkas Ayam Pedaging. *Agrisaintifika Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 1(2), 132–139. <http://www.infoternak.com/fungsi->
- Yenice, E., Çenesiz, A. A., Çiftci, İ., Ceylan, N., Toprak, N. N., & Yavaş, İ. (2025). Effects of particle size and feed form on the performance, egg quality, digestive organs and plumage condition in laying hens. *Poultry Science*, 104(7). <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105230>