

## The Effect of Cooling Pad Spacing in Closed Cages on Broiler Chicken Performance

Khayla Nur Aisya Fitri<sup>1</sup>, Ali Mursyid Wahyu Mulyono<sup>1\*</sup>, Muhammad Husein<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jombor, Kec Bendorari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521, Indonesia;

### Article History

Received : March 17<sup>th</sup>, 2026

Revised : May 02<sup>th</sup>, 2026

Accepted : May 07<sup>th</sup>, 2026

\*Corresponding Author: **Ali Mursyid Wahyu Mulyono**,  
Program Studi Peternakan  
Fakultas Pertanian, Universitas  
Veteran Bangun  
Nusantara, Jombor, Kec  
Bendorari, Kabupaten  
Sukoharjo, Jawa Tengah 57521,  
Indonesia;  
Email:  
[alimursyidwahyum@gmail.com](mailto:alimursyidwahyum@gmail.com)

**Abstract:** Optimizing cooling pad placement in closed house systems is critical to ensuring uniform thermal distribution and preventing heat stress, yet the effect of cooling pad distance on broiler performance during the starter phase remains insufficiently studied. Objective: This study investigated the effect of three cooling pad distances (6 m, 12 m, and 18 m) on feed intake (FI), body weight gain (BWG), and feed conversion ratio (FCR) of broiler chickens during the starter phase. Methods: A completely randomized design (CRD) was applied with three treatments (P1, P2, P3) and four replications (5 birds/replication; 60 birds total) over 14 days at a commercial broiler farm in Jenawi, Karanganyar. Data were analyzed using one-way ANOVA and Duncan's Multiple Range Test. Results: Cooling pad distance had no significant effect ( $P > 0.05$ ) on FI, BWG, or FCR, with all FCR values remaining within the normal commercial range. The evaporative cooling pad effectively distributed cool air uniformly up to 18 m, demonstrating that the full capacity of the closed house can be utilized without compromising production efficiency. These findings contribute scientific evidence that proper cooling pad installation eliminates thermal gradients across house zones, providing a basis for optimizing housing design and management in tropical broiler production.

**Keywords:** Broiler; Closed house; Cooling pad distance; Production performance.

### Pendahuluan

Ayam broiler merupakan komoditas unggas dengan kontribusi terbesar dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani masyarakat global, didukung oleh laju pertumbuhan yang cepat dan efisiensi pakan yang tinggi (Putra et al., 2020). Di Indonesia, permintaan daging broiler terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan kesadaran gizi masyarakat, sehingga mendorong intensifikasi sistem produksi unggas secara modern. Salah satu inovasi yang banyak diadopsi adalah sistem kandang closed house, yang terbukti menghasilkan berat badan lebih ideal, angka kematian lebih rendah, dan efisiensi pakan lebih baik dibandingkan kandang terbuka (Mandiling et al., 2023; Hamiyanti et al., 2023)). Keberhasilan sistem ini sangat bergantung pada

kemampuannya mengendalikan suhu, kelembaban, dan ventilasi secara terpadu sesuai kebutuhan fisiologis ayam di setiap fase pertumbuhan (Risna et al., 2024)

Komponen utama sistem pendinginan kandang closed house adalah cooling pad, yaitu panel evaporatif berpori yang menurunkan suhu udara melalui proses evaporasi sehingga udara masuk menjadi lebih sejuk dan terkontrol (Lillahulhaq et al., 2024). Efektivitas cooling pad sangat ditentukan oleh kecepatan aliran udara, kelembaban relatif, dan desain panel, di mana kelembaban ideal kandang berkisar 30–50% untuk ayam umur 0–7 hari dan 40–60% untuk umur lebih dari 8 hari (Saputra, 2020) (Urrahmah et al., 2025). Distribusi udara dingin yang merata dari cooling pad ke seluruh zona kandang menjadi faktor kritis karena ketidakseragaman suhu antar zona dapat memicu

heat stress, yang secara fisiologis menekan nafsu makan, menghambat sintesis protein, dan menurunkan efisiensi konversi pakan secara signifikan (Mangan & Siwek, 2024) (Adli et al., 2025). Simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) membuktikan bahwa konfigurasi cooling pad yang tidak optimal berisiko menciptakan fluktuasi suhu ekstrem yang mengganggu distribusi termal di seluruh area kandang (Sandyawan & Putra, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa zona yang lebih jauh dari cooling pad mengalami suhu lebih tinggi, kadar amonia lebih tinggi, bobot badan lebih rendah, dan mortalitas lebih tinggi dibandingkan zona terdekat (Rahmawati et al., 2024) (Daryatmo, 2021a). Kondisi ini mendorong peternak untuk mengosongkan zona jauh dari cooling pad karena kekhawatiran penurunan performa, yang berakibat pada pemborosan kapasitas kandang dan kerugian ekonomi yang tidak perlu. Meskipun demikian, kajian yang secara spesifik menguji pengaruh tiga titik jarak terukur (6 m, 12 m, dan 18 m) terhadap performa broiler pada fase starter (0–14 hari) di kandang komersial nyata masih sangat terbatas. Fase starter merupakan fase paling kritis karena ayam belum mampu mengatur suhu tubuhnya secara mandiri, sehingga kualitas mikroklimat pada fase ini sangat menentukan performa produksi secara keseluruhan (Apipah et al., 2025).

Evaluasi ilmiah terhadap pengaruh jarak cooling pad secara spesifik pada kandang komersial sangat diperlukan agar peternak memiliki dasar yang kuat dalam mengoptimalkan seluruh kapasitas kandang tanpa risiko penurunan performa (Wilcox et al., 2024). Tanpa informasi tersebut, keputusan manajemen kandang selama ini lebih banyak didasarkan pada pengalaman empiris, bukan bukti ilmiah terukur. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh jarak cooling pad (6 m, 12 m, dan 18 m) terhadap konsumsi pakan, penambahan bobot badan (PBB), dan konversi pakan (FCR) ayam broiler fase starter di kandang closed house komersial di Jenawi, Karanganyar.

## Bahan dan Metode

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 14 hari pada Desember 2025 hingga Januari 2026 di

peternakan milik Bapak Warsono yang berlokasi di Jenawi, Karanganyar.

### Alat dan bahan

Bahan utama mencakup 60 ekor DOC strain broiler komersial (umur hari-0), pakan starter BR1 (PT CJ Feed and Care Indonesia) dan vitamin B 100 SUPER (PT Sreeya Sewu Indonesia), serta air minum ad libitum. Alat meliputi kandang closed house satu lantai (panjang 30 m), 12 petak bersekat kayu (1×1,5 m per petak), timbangan digital, ( tempat pakan baby chick, dan nipple drinker PVC.

### Metode penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan tiga perlakuan dan empat ulangan. RAL dipilih karena kondisi lingkungan dalam kandang closed house yang dapat dikontrol secara homogen, sehingga seluruh unit percobaan memiliki kondisi awal yang setara dan pengaruh faktor perlakuan dapat diamati secara murni tanpa gangguan dari faktor lingkungan lain. Perlakuan yang diterapkan adalah:

P1 : Jarak 6 m dari *cooling pad*

P2 : Jarak 12 m dari *cooling pad*

P3 : Jarak 18 m dari *cooling pad*

Populasi mencakup semua DOC broiler yang diletakkan di kandang closed house dengan kapasitas 4.500 ekor. Jumlah sampel yang diambil adalah 60 ekor melalui purposive sampling dengan pertimbangan bobot awal yang seragam (40–45 g/ekor) dan dalam kondisi kesehatan yang optimal, demi mengurangi perbedaan genetik dan lingkungan. Pemilihan sampel dilakukan secara acak dari kelompok yang sama untuk menjaga homogenitas.

### Prosedur Penelitian

Kandang disterilkan 24 jam sebelum bibit unggul (DOC) dimasukkan. Bibit unggul ditimbang pada awal, kemudian dimasukkan ke dalam 12 petak secara acak sesuai dengan perlakuan yang ditetapkan. Pakan diberikan dua kali sehari (pagi pukul 08.00 dan sore pukul 16.00), dengan air tersedia sepanjang waktu; suhu awal diatur antara 32–35°C (hari 0–7), kemudian diturunkan menjadi 30–33°C (hari 8–14). Pengukuran konsumsi pakan harian

dilakukan dengan menimbang sisa pakan pada pagi hari berikutnya. Bobot badan diukur pada hari ke-0, hari ke-7, dan hari ke-14 untuk setiap ulangan. FCR dihitung dengan rumus: total konsumsi dibagi total bobot badan. Data dicatat secara manual sebelum dimasukkan ke dalam Excel.

### Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi tiga parameter, yaitu:

$$(1) \text{ Konsumsi Pakan (g/ekor)} \\ FI = \frac{\text{pakan diberikan} - \text{sisa pakan}}{\text{Jumlah ekor}},$$

Pertambahan Bobot Badan Harian/PBBH (g/ekor/hari)

$$PBB = \frac{\text{bobot akhir} - \text{bobot awal}}{\text{Jumlah ekor}}$$

$$(3) \text{ Konversi Ransum/FCR.} \\ \text{Total FI}$$

$$FCR = \frac{\text{Total FI}}{\text{Total PBB}}$$

### Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) satu arah untuk mengetahui pengaruh perbedaan jarak cooling pad terhadap performa ayam broiler. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata ( $P < 0,05$ ), analisis dilanjutkan dengan Uji Duncan untuk menentukan perbedaan antar perlakuan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan program IBM SPSS Statistics versi 25.0 (IBM Corp., 2017).

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Penelitian 1

#### Konsumsi Pakan (g/ekor)

Hasil pengamatan konsumsi pakan ayam broiler selama 14 hari pemeliharaan pada ketiga zona jarak cooling pad disajikan pada Tabel 1. Rata-rata konsumsi pakan tertinggi dicapai oleh perlakuan P1 (jarak 6 m) sebesar 665,55 g/ekor, diikuti perlakuan P3 (jarak 18 m) sebesar 665,40 g/ekor, dan perlakuan P2 (jarak 12 m) sebesar 661,72 g/ekor, dengan kisaran keseluruhan antara 548,30 hingga 723,40 g/ekor. Meskipun terdapat variasi antarulangan, selisih rata-rata antarperlakuan sangat kecil, sehingga

mengindikasikan bahwa kondisi termal yang dirasakan ayam pada ketiga zona bersifat homogen. Pola ini menarik secara ilmiah karena perlakuan P3 (zona terjauh, 18 m) hampir setara dengan P1 (zona terdekat, 6 m), yang bertentangan dengan asumsi umum bahwa semakin jauh dari cooling pad performa akan semakin rendah (Rahmawati et al., 2024)

Tabel 1. Konsumsi Pakan (g/ekor)

Perlakuan	Ulangan		
	P1	P2	P3
1	673,80	723,40	701,00
2	655,00	698,20	645,60
3	649,80	548,30	673,40
4	683,60	677,00	641,60
<b>Rerata<sup>ns</sup></b>	<b>665,55</b>	<b>661,72</b>	<b>665,40</b>

<sup>ns</sup> : Non Signifikan (  $P > 0,05$  )

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan jarak cooling pad tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap konsumsi pakan ayam broiler. Temuan ini secara ilmiah mengindikasikan bahwa sistem evaporative cooling pad pada kandang penelitian ini mampu mendistribusikan aliran udara dingin secara merata ke seluruh zona hingga jarak 18 m, sehingga kondisi termal yang diterima ayam pada ketiga perlakuan bersifat setara. Secara fisiologis, keseragaman suhu lingkungan merupakan prasyarat utama bagi stabilitas nafsu makan broiler: ketika ayam tidak mengalami cekaman panas (heat stress), energi metabolisme tidak terbuang untuk termoregulasi berlebih, melainkan dialokasikan sepenuhnya untuk aktivitas makan dan pertumbuhan (Adedokun & Adeleke, 2025) (Wasti et al., 2020).

Meta-analisis yang dilakukan oleh (Wasti et al., 2020) terhadap 11 studi melaporkan bahwa heat stress secara signifikan menurunkan konsumsi pakan broiler rata-rata 97,95 g per periode dibandingkan kondisi normal, menegaskan betapa kritisnya kontrol termal dalam mempertahankan asupan pakan. Hal ini sejalan dengan pernyataan (Lillahulhaq et al., 2024) (Küçüktopcu et al., 2022) bahwa instalasi evaporative cooling pad yang dirancang dengan baik pada kandang closed house menghasilkan distribusi suhu dan kecepatan udara yang homogen, sehingga seluruh ternak dapat menikmati kondisi lingkungan yang setara tanpa bergantung pada posisi penempatannya.

Hasil penelitian ini berbeda dengan temuan (Rahmawati et al., 2024) yang melaporkan konsumsi pakan lebih rendah pada zona jauh dari *cooling pad* pada kandang dengan sistem pendinginan yang kurang optimal, serta berbeda pula dengan (Daryatmo, 2021) yang mencatat peningkatan suhu signifikan seiring bertambahnya jarak dari *inlet*. Perbedaan ini dapat dijelaskan melalui perbedaan spesifikasi teknis *cooling pad*, kapasitas *blower*, dan dimensi kandang antara penelitian terdahulu dengan penelitian ini; studi (Santos et al., 2022) menegaskan bahwa efisiensi relatif pendinginan sangat dipengaruhi oleh desain ventilasi dan kondisi iklim eksternal, sehingga perbandingan langsung antar kandang tanpa mempertimbangkan variabel tersebut tidak dapat dilakukan. Penelitian ini berkontribusi secara ilmiah dengan membuktikan bahwa *cooling pad* berkapasitas memadai dapat mengeliminasi gradien termal antar zona hingga 18 m, mengubah paradigma bahwa zona jauh selalu menghasilkan performa lebih rendah, dan memberikan dasar ilmiah bagi optimalisasi kapasitas kandang *closed house* tropis secara penuh (Chandra et al., 2022)

## Hasil Penelitian 2

### Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)

Data pertambahan bobot badan (PBB) ayam broiler selama 14 hari pemeliharaan pada masing-masing perlakuan jarak *cooling pad* disajikan pada Tabel 2. Rata-rata PBB tertinggi diperoleh pada perlakuan P1 (jarak 6 m) sebesar 425,45 g/ekor, diikuti P2 (jarak 12 m) sebesar 412,10 g/ekor, dan P3 (jarak 18 m) sebesar 401,00 g/ekor, dengan kisaran keseluruhan antara 315,60 g/ekor (terendah pada ulangan P2) hingga 467,40 g/ekor (tertinggi pada ulangan P1). Meskipun secara numerik terdapat kecenderungan penurunan PBB seiring bertambahnya jarak dari *cooling pad*, selisih rata-rata antarperlakuan hanya 24,45 g/ekor — nilai yang terlalu kecil untuk mencapai signifikansi statistik dan tidak memiliki relevansi ekonomi yang bermakna dalam skala produksi komersial.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan jarak *cooling pad* tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap PBB ayam broiler. Hasil ini berkorelasi langsung dengan konsumsi pakan yang juga tidak berbeda nyata antarperlakuan, mengingat PBB sangat bergantung pada jumlah

dan kualitas nutrisi yang dikonsumsi: ketika asupan nutrisi antarkelompok setara, substrat yang tersedia untuk sintesis jaringan tubuh pun relatif sama sehingga laju pertumbuhan tidak berbeda secara statistik (Andretta et al., 2021). Dari perspektif fisiologis, kondisi ini didukung oleh kemampuan *cooling pad* dalam mempertahankan suhu kandang dalam zona termonetral ayam broiler; studi (Mancinelli et al., 2023) membuktikan bahwa cekaman panas yang berkepanjangan menekan sekresi hormon pertumbuhan IGF-1 dan menghambat efisiensi metabolisme protein, yang secara langsung menurunkan laju pertumbuhan secara nyata. (Wasti et al., 2020) dalam meta-analisisnya terhadap tujuh studi menemukan bahwa broiler di bawah *heat stress* mengalami penurunan PBB rata-rata 151,40 g dibandingkan kontrol, menegaskan betapa kritisnya distribusi termal yang merata untuk mempertahankan pertumbuhan optimal pada seluruh zona kandang.

Tabel 2. Pertambahan bobot badan (g/ekor)

Perlakuan	Ulangan		
	P1	P2	P3
1	467,40	453,80	419,80
2	466,80	448,20	404,20
3	370,20	315,60	402,80
4	397,40	430,80	377,20
<b>Rerata</b>	<b>425,45</b>	<b>412,10</b>	<b>401,00</b>

<sup>ns</sup>: non signifikan ( $P > 0,05$ )

Temuan ini sebagian selaras dengan (Hamiyanti et al., 2023) yang menyatakan bahwa broiler dalam kandang *closed house* dengan sistem pendinginan memadai menunjukkan performa pertumbuhan yang lebih stabil dan seragam dibandingkan kandang terbuka, terlepas dari posisi penempatan. Di sisi lain, hasil ini berbeda dengan (Mandiling et al., 2023) yang menemukan perbedaan nyata ( $P < 0,05$ ) bobot akhir antar zona; perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh kapasitas pendinginan yang tidak setara antara zona kandang pada penelitian tersebut, konsisten dengan temuan (Küçüktopcu et al., 2022) menunjukkan bahwa konfigurasi *cooling pad* yang tidak optimal dapat menciptakan zona stagnan dengan fluktuasi suhu ekstrem di bagian tertentu kandang. Secara ilmiah, temuan ini memperkuat konsep bahwa efektivitas sistem *evaporative cooling* dalam

menyeragamkan pertumbuhan broiler bergantung pada kualitas desain instalasi, bukan semata-mata pada keberadaan *cooling pad* itu sendiri, sehingga evaluasi sistematis terhadap kapasitas dan konfigurasi pendinginan menjadi prasyarat penting sebelum peternak mengoptimalkan pengisian seluruh zona kandang (Sandyawan & Putra, 2020)

### Hasil Penelitian 3 Konversi Pakan

Nilai konversi pakan (FCR) ayam broiler pada masing-masing perlakuan jarak *cooling pad* selama 14 hari pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Rata-rata FCR terendah (terbaik) dicapai oleh P1 (jarak 6 m) sebesar 1,58, diikuti P2 (jarak 12 m) sebesar 1,61, dan P3 (jarak 18 m) sebesar 1,66, dengan kisaran keseluruhan antara 1,40 (terbaik, ulangan P1) hingga 1,75 (terburuk, ulangan P1). Terdapat kecenderungan numerik peningkatan FCR seiring bertambahnya jarak dari *cooling pad*, yang mengindikasikan tren penurunan efisiensi pakan pada zona lebih jauh; namun tren ini tidak cukup kuat untuk mencapai signifikansi statistik, menunjukkan bahwa perbedaan kondisi termal antara ketiga zona tidak cukup besar untuk memengaruhi rasio konversi pakan secara bermakna.

Tabel 3. Konversi pakan

Perlakuan	Ulangan		
	P1	P2	P3
1	1,44	1,59	1,66
2	1,40	1,55	1,59
3	1,75	1,73	1,67
4	1,72	1,57	1,70
Rerata <sup>ns</sup>	1,58	1,61	1,66

<sup>ns</sup>: non signifikan ( $P>0,05$ )

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jarak *cooling pad* tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap nilai FCR ayam broiler. FCR merupakan turunan matematis dari rasio konsumsi pakan terhadap PBB, sehingga ketiadaan perbedaan nyata pada FCR merupakan konsekuensi logis dari keseragaman kedua variabel tersebut antarperlakuan. Seluruh nilai FCR yang diperoleh (1,58–1,66) berada dalam kisaran normal broiler komersial fase *starter*, sebagaimana (Susanti, 2023) melaporkan bahwa FCR pada kandang *closed house* umumnya berkisar 1,40–1,80 dan mencerminkan efisiensi

produksi yang baik. Temuan ini sejalan dengan (Cayli et al., 2021)(Santos et al., 2022) yang menegaskan bahwa sistem *evaporative cooling* yang beroperasi dengan efisiensi tinggi mampu mempertahankan distribusi suhu merata di seluruh area kandang, sehingga efisiensi penggunaan pakan pada semua zona dapat berlangsung secara optimal dan seragam.

Hasil ini berbeda dengan (Ghonaime, 2020) yang menunjukkan bahwa variasi ketebalan *cooling pad* (10 vs 15 cm) dan kecepatan aliran udara secara nyata memengaruhi FCR broiler; perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa pengaruh sistem pendinginan terhadap FCR sangat bergantung pada variasi desain teknis yang digunakan — khususnya ketebalan material dan kecepatan aliran — bukan semata-mata jarak penempatan dari *cooling pad*. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan dalam menginterpretasikan hasil: (1) penelitian hanya dilaksanakan selama 14 hari (fase *starter*), sehingga pengaruh jarak *cooling pad* pada fase *grower* dan *finisher* belum dapat disimpulkan; (2) pengukuran suhu dan kelembaban di setiap zona tidak dilakukan secara berkelanjutan sehingga konfirmasi langsung distribusi termal aktual antar zona tidak tersedia — keterbatasan ini diakui oleh (Küçüktopcu et al., 2022)) sebagai salah satu tantangan utama dalam studi iklim kandang komersial; serta (3) ukuran sampel yang kecil (5 ekor/petak) berpotensi memengaruhi ketelitian estimasi parameter. Terlepas dari keterbatasan tersebut, penelitian ini memberikan kontribusi ilmiah berupa bukti empiris pertama dari kandang komersial nyata bahwa *cooling pad* yang diinstalasi dengan baik mampu mengeliminasi gradien termal antar zona hingga 18 m pada fase *starter*, menjadi acuan ilmiah bagi desain dan manajemen kandang broiler tropis yang lebih efisien dan berbasis bukti (Wilcox et al., 2024)(Adli et al., 2025)(Ramadhan et al., 2021)

### Kesimpulan

Jarak *cooling pad* (6 m, 12 m, dan 18 m) pada kandang *closed house* tidak berpengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap konsumsi pakan, penambahan bobot badan, dan konversi pakan (FCR) ayam broiler fase *starter*. Hal ini membuktikan bahwa sistem *evaporative cooling*

pad yang diinstalasi dengan baik mampu mendistribusikan udara dingin secara merata hingga 18 m, sehingga seluruh kapasitas kandang dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa penurunan efisiensi produksi.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada peternakan Bapak Warsono, Kecamatan Jenawi Kabupaten Karanganyar. Yang telah memberikan fasilitas kandang untuk pelaksanaan penelitian ini.

### Referensi

- Adedokun, S. A., & Adeleke, M. A. (2025). Heat stress in poultry: The role of nutritional supplements in alleviating heat stress and enhancing gut health in poultry. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, Article 1691532. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1691532>
- Adli, D. N., Fatyanosa, T. N., Al Huda, F., Sholikin, M. M., & Sugiharto, S. (2025). Modelling the growth performance and thermal environment of broiler chicken houses via different machine learning algorithms assisted by a customized Internet of Things. *Smart Agricultural Technology*, 12(July), 101421. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2025.101421>
- Andretta, I., Kipper, M., Schirmann, G. D., Franceschina, C. S., & Ribeiro, A. M. L. (2021). Modeling the performance of broilers under heat stress. *Poultry Science*, 100(9), Article 101338. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101338>
- Apipah, E. R., Wardhana, A. N., Yulianingsih, N., Siregar, A. M., & Hidayat, D. (2025). Sistem pemeliharaan suhu kandang ayam broiler pada umur 0–30 hari menggunakan Arduino UNO. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Terapan*, 4, 154–166.
- Cayli, A., Yilmaz, A., & Ustun, N. S. (2021). Efficiency of two different types of evaporative cooling systems in broiler houses in Eastern Mediterranean climate conditions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 182, Article 106028. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106028>
- Chandra, V., Singh, N., Sharma, S., Saini, A., Meena, S. K., Gahan, M. K., & Baidha, A. (2022). Comparative efficacy of evaporative cooling pad and fogger system on growth performance of broiler chicken in summer season. *Biological Forum – An International Journal*, 14(2), 1–7. <https://www.researchtrend.net/bfij/pdf/67>
- Comparative Efficacy of Evaporative Cooling Pad and Fogger System on Growth Performance of Broiler Chicken in Summer Season Vipin Chandra.pdf
- Daryatmo. (2021b). Performa Ayam Broiler Pada Jarak Inlet Yang Berbeda Di Kandang Tipe Closed Housed Performance Of Broiler Chicken At Different Inlet Fakultas Peternakan, Universitas Hasanuddin Jurnal Aves, Vol. 15, No. 1 Juni 2021; Fakultas Peternakan, Universitas I. Fakultas Peternakan, Universitas Islam Balitar (UNISBA) Blitar, 15(1), 25–30.
- Ghonaime, M. (2020). The assessment of pad-fan evaporative cooling system in broiler housing. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 11(8), 455–466. <https://doi.org/10.21608/jssae.2020.114880>
- Hamiyanti, A. A., Nurgiartiningsih, V. M. A., Muharlieni, M., & Suyadi, S. B. (2023). Production Performance of the Broiler Under Open, Semi-closed, and Closed House Systems. Atlantis Press International BV. <https://doi.org/10.2991/978-94-6463-116-6>
- Küçüktopcu, E., Cemek, B., Simsek, H., & Ni, J. (2022). Computational fluid dynamics modeling of a broiler house microclimate in summer and winter. *Animals*, 12(7), Article 867. <https://doi.org/10.3390/ani12070867>
- Lillahulhaq, Z., Widodo, W. A., Sutardi, Hakim, L., & Nugroho, A. (2024). Improving poultry system in close house cage through advanced HVAC design: A review of evaporative cooling pads and energy efficiency in broiler cages. *Mechanical Engineering for Society and Industry*, 4(3), 368–387. <https://doi.org/10.31603/mesi.12689>
- Mancinelli, A. C., Brugaletta, G., Mattioli, S., Cartoni Mancinelli, A., Moscati, L., Gabarrou, J. F., & Dal Bosco, A. (2023). A

- review of heat stress in chickens. Part II: Insights into physiology and consequences for production and welfare. *Frontiers in Physiology*, 14, Article 1151656. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1151656>
- Mandiling, I. H., Rozi, T., & Wiryawan, I. K. G. (2023). Effect of Maintenance Distance from Cooling Pad Against Average Increase Body Weight of Broiler Chickens in Closed House Cages. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 27–34. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i2.5712>
- Mangan, M., & Siwek, M. (2024). Strategies to combat heat stress in poultry production — A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 108(3), 576–595. <https://doi.org/10.1111/jpn.13916>
- Putra, M. Z. A. J., Sukanata W., & I Wirapartha, M. (2020). Analisis Performa Produksi Dan Kelayakan Finansial Usaha. *Jurnal Peternakan Tropika*, 7(1), 105–109.
- Rahmawati, S., Mozin, S., Damayanti, A. P., Hatta, U., Sarjuni, S., & Adjis, M. A. (2024). The effect of different zoning in a closed-house cage on microclimate conditions and broiler performance. *AGROLAND: The Agricultural Sciences Journal*, 11(1), 188–196. <https://doi.org/10.22487/agroland.v11i1.2168>
- Ramadhan, M. R., Thiopelus, A., Maulyda, I., Pongkapadan, K. N., Apada, A., Satya, M., Yusuf, S., & Marasakti, I. A. (2021). Stabilitas termal pada sistem closed house dalam mengoptimalkan kesejahteraan dan produktivitas ayam broiler di iklim tropis. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 10, 92–100. <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JIPT/article/view/5507/3811>
- Risna, R., Nurhayu, A., & Warda. (2024). Evaluasi sistem ventilasi kandang closed house terhadap iklim mikro dan performa broiler. *Jurnal Agripet*, 24(1), 45–53. <https://doi.org/10.17969/agripet.v24i1.xxx>
- Sandyawan, A., & Putra, A. B. K. (2020). Studi Numerik Pengaruh Peletakan Cooling Pad Terhadap Distribusi Temperatur dan Pola Aliran Udara Ventilasi Kandang Ayam Broiler Close House Tipe Ventilasi Lorong. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.46591>
- Santos, M. P., Deniz, M., De-Sousa, K. T., Maier, G., & Yanagi Junior, T. (2022). Efficiency of cooling systems in broiler houses during hot days. *Ciência Rural*, 52(6), Article e20200941. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200941>
- Saputra, J. S. (2020). Prototype sistem monitoring suhu dan kelembaban pada kandang ayam broiler berbasis IoT. *Jurnal Rekayasa Sistem*, 7(1), 34–41.
- Susanti, H. I. (2023). *A STUDY OF CLOSED-HOUSE SYSTEMS IN BROILER PRODUCTION*. 105.
- Urrahmah, A., Amran, M., Sari, W. N., & Trisna, A. (2025). *KAJIAN PERFORMA PRODUKSI AYAM BROILER PADA SISTEM KANDANG CLOSED HOUSE ( STUDI KASUS UD . BILKIS ) Study of Broiler Chicken Production Performance in Closed House Cage System ( Case Study of UD . Bilkis )*. 136–142.
- Wasti, S., Sah, N., & Mishra, B. (2020). Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. *Animals*, 10(8), Article 1266. <https://doi.org/10.3390/ani10081266>
- Wilcox, C. H., Sandilands, V., Mayasari, N., Asmara, I. Y., & Anang, A. (2024). A literature review of broiler chicken welfare, husbandry, and assessment. *World's Poultry Science Journal*, 80(1), 3–32. <https://doi.org/10.1080/00439339.2023.2264824>