

Pengamatan Lingkungan Kandang Berbasis *Internet of Things* (IoT) pada Pertumbuhan Ayam Pedaging

Internet of Things (IoT) Based Environmental Observation on Growth Broiler Chicken

FATTHUROHMAN KOMARA N¹, IMAN RAHAYU HIDAYATI SOESANTO¹,
SRI WAHJUNI^{2*}

Abstrak

Internet of Things (IoT) merupakan sistem jaringan dengan sensor-sensor tertanam yang terhubung ke internet. Dengan penerapan IoT dalam peternakan ayam, diharapkan kegiatan peternakan ayam menjadi lebih efektif. Ayam broiler merupakan ayam ras yang digunakan untuk menghasilkan daging dan merupakan peralihan dari vertebrata (berdarah panas) ke avertebrata (berdarah dingin) dengan suhu pemeliharaan optimal 23–24 °C, sedangkan kelembapan ideal berkisar antara 50%–70%. Suhu lingkungan di Indonesia yang beriklim tropis mencapai rata-rata 27–28 °C, dapat menyebabkan stres pada ayam. Ciri-ciri *heat stress* pada ayam meliputi gangguan pertumbuhan, penurunan konsumsi pakan, kegelisahan, pengembangan sayap, peningkatan konsumsi air, hingga kematian. Penelitian ini bersifat deskriptif dan menggunakan metode pengamatan dengan satu perlakuan dan lima ulangan. Parameter yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, kelembapan, pakan, dan bobot ayam. Parameter tersebut digunakan untuk menghitung *Temperature-Humidity Index* (THI), konsumsi pakan, penambahan bobot badan, bobot badan akhir, dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) dengan menggunakan metode regresi dan korelasi. Analisis regresi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara variabel terikat (THI) terhadap variabel bebas (konsumsi pakan, FCR, PBB) dengan nilai $P < 0.01$, dan variabel terikat (THI) terhadap variabel bebas (mortalitas) memiliki pengaruh yang signifikan dengan nilai $P < 0.05$. Hasil ANOVA yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antar kandang menunjukkan superskrip yang sama.

Kata Kunci: ayam ras, *internet of things*, konsumsi pakan, penambahan bobot badan, *temperature-humidity index*.

Abstract

The Internet of Things (IoT) is a network system with embedded sensors connected to the internet. By applying IoT in poultry farming, it is expected that poultry farming activities will become more efficient. Broiler chickens are a breed used for meat production and represent a transition from vertebrates (warm-blooded) to invertebrates (cold-blooded), requiring an optimal maintenance temperature of 23–24 °C and an ideal humidity range of 50%–70%. The environmental temperature in tropical Indonesia averages 27–28 °C, which can cause stress in chickens. Symptoms of heat stress in chickens include growth disorders, decreased feed intake, restlessness, wing spreading, increased water consumption, and even death. This descriptive study uses an observational method with one treatment and five repetitions. The parameters measured in this study include temperature, humidity, feed, and chicken weight. These parameters are used to calculate the *Temperature-Humidity Index* (THI), feed consumption, body weight gain, final body weight, and *Feed Conversion Ratio* (FCR) using regression and correlation methods. The regression analysis in this study indicates a very significant effect of the dependent variable (THI) on the independent variables (feed consumption, FCR, weight gain) with a value of $P < 0.01$ and a significant effect of the dependent variable (THI) on the independent variable (mortality) with a value of $P < 0.05$. The ANOVA results, which assess differences between cages, indicate the same superscript.

Keywords: Body weight gain, feed consumption, internet of things, purebred chickens, temperature-humidity index.

¹ Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor

* Penulis Korespondensi: Surel: my_juni04@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Dengan pesatnya perkembangan zaman, teknologi semakin mengalami kemajuan signifikan. Mukti *et al.* (2021) mengungkapkan bahwa teknologi memberikan kemudahan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Perkembangan teknologi dapat kita rasakan ketika perangkat elektronik yang kita miliki dapat saling terhubung melalui jaringan dengan mikrokontroler sehingga dapat dipantau melalui sistem.

Internet of Things (IoT) adalah sistem jaringan dengan sensor-sensor yang tertanam dan terhubung ke internet (Eldrandaly *et al.* 2019). Aziza (2019) menyatakan bahwa dengan mengintegrasikan metode IoT dalam peternakan ayam, kegiatan peternakan dapat menjadi lebih efektif. Dengan menerapkan IoT, peternak dapat lebih mudah memantau suhu dan kelembapan di kandang ayam, serta mencegah terjadinya penyakit pada ayam (Mukti *et al.* 2021).

Meningkatnya jumlah penduduk dan kesejahteraan masyarakat sejalan dengan peningkatan kebutuhan protein hewani (Komara *et al.* 2018). Menurut Direktorat Jenderal Peternakan pada tahun 2018, terjadi peningkatan produksi ayam ras yang cukup pesat dalam skala industri, yaitu sebesar 13%.

Ayam broiler merupakan ayam ras yang digunakan untuk menghasilkan daging dan merupakan peralihan dari vertebrata (berdarah panas) ke avertebrata (berdarah dingin) (Iman *et al.* 2013). Pengaturan suhu tubuhnya harus sesuai, karena suhu tinggi dalam pemeliharaan dapat menyebabkan stres (Tamzil 2014). Kasim *et al.* (2019) menyatakan bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas dalam pemeliharaan ayam broiler adalah suhu lingkungan. Menurut Nalendra dan Waspada (2021), suhu optimal untuk pemeliharaan ayam broiler adalah 23–24 °C, sedangkan kelembapan ideal berkisar antara 50–70%. Suhu lingkungan di Dramaga, Bogor, menurut Kusmana dan Yentiana (2021), berkisar antara 25–29,7 °C dengan kelembapan mencapai 79–92%.

Nalendra dan Waspada (2021) menyatakan bahwa dalam penerapan sistem IoT yang dikombinasikan dengan higrometer terdapat selisih nilai yang dapat ditoleransi dan reaksi ayam, sedangkan data mengenai performa dari penelitian tersebut belum dibahas. Menurut Saputra dan Siswanto (2020), semakin tinggi suhu, semakin tinggi kelembapan kandang. Nalendra dan Waspada (2021) menyatakan bahwa semakin tinggi kelembapan kandang, pertumbuhan dan reproduksi bakteri dapat terpacu. *Heat stress* sering terjadi pada proses pemeliharaan ayam broiler ketika suhu dan kelembapan tinggi (Kasim *et al.* 2019). Nalendra dan Waspada (2021) mengidentifikasi ciri-ciri *heat stress* pada ayam, termasuk gangguan pertumbuhan, penurunan konsumsi pakan, kegelisahan, pengembangan sayap, peningkatan konsumsi air, hingga kematian.

Hal ini sangat mempengaruhi tingkah laku dan performa ayam broiler. Suhu lingkungan 27–28 °C akan mengakibatkan kelembapan yang tinggi dan ayam akan mengalami stres. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengamati dan mengelola suhu serta kelembapan kandang.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dikerjakan pada bulan Agustus hingga September 2021. Pemasangan alat sistem IoT dan pemeliharaan ayam dilaksanakan di Kandang Ayam Blok B Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Ayam yang digunakan sebanyak 200 ekor dengan pemeliharaan dari *Day Old Chick* (DOC), dengan menggunakan lima kandang, dilengkapi sensor serta *thermohygrometer* sebagaiantisipasi terjadinya *error* dalam sistem, dan seluruh kandang dilengkapi dengan *broder* selama

fase *starter*. Pakan yang digunakan pada fase *boster* BR10 umur 0 – 1 minggu, *starter* BR11 1 – 3 minggu dan *finisher* BR12 3 – 5 minggu, yaitu menggunakan pakan komersial.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengamatan pada lima kandang. Persamaan 1 merupakan rumus perhitungan yang diterapkan dalam penelitian ini mengikuti Steel and Torie (1988).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

- Y_{ij} = pengamatan nilai ke- i
 μ = rata-rata nilai umum pengamatan
 τ_i = pengaruh pengamatan ke- i
 ε_{ij} = pengaruh pengamatan dan ulangan

Parameter yang diukur adalah suhu dan kelembapan, *Temperature-Humidity Index* (THI), konsumsi pakan, pertambahan bobot badan, mortalitas, dan *Feed Conversion Ratio* (FCR) menggunakan metode regresi dan korelasi.

Hubungan lingkungan kandang dengan pertumbuhan (bobot ayam dari 1 – 5 minggu), menggunakan metode yang digunakan Ibrahim (2008) yaitu dengan menggunakan koefisien korelasi (r), koefisien regresi serta ANOVA dan t-test terhadap nilai-nilai r dan b . Persamaan 2, Persamaan 3, dan Persamaan 4 merupakan formula untuk menghitung nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi. Analisis data yang digunakan mengikuti Indrawati *et al* (2015).

$$\tilde{\chi} = \sum_{i=1}^n \frac{\chi_i}{n} \quad (2)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum (\chi_i - \tilde{\chi})^2}{n-1}} \quad (3)$$

$$KV = \frac{s}{\tilde{\chi}} \times 100\% \quad (4)$$

dengan:

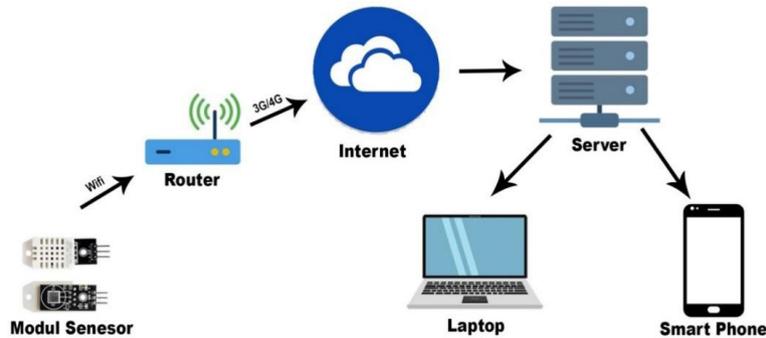
- $\tilde{\chi}$ = rata-rata bobot badan
 χ_i = total bobot badan
 n = total jumlah ayam
 s = simpang baku
 KV = koefisien variasi

Tahap Penelitian dan Rancangan Sistem Pembersihan dan Persiapan Kandang

Persiapan kandang dilakukan dengan mencuci kandang dan peralatannya menggunakan air bertekanan tinggi. Setelah kering, lantai dan dinding kandang diberi kapur tohor. Selanjutnya, seluruh bagian kandang dan peralatan dibilas menggunakan desinfektan. *Litter* dengan ketebalan \pm 5–8 cm ditaburkan, dilanjutkan dengan pemasangan *guard chick* dari seng dengan tinggi 40–50 cm, serta pemasangan peralatan pakan dan minum. Pemanas dipasang sebagai *brooder*, lampu penerangan, dan tirai dipasang di sekeliling luar kandang. Satu hari sebelum kedatangan DOC, kandang disemprot dengan desinfektan (Rahayu *et al.* 2013).

Instalasi Perangkat IoT

Sistem dalam penelitian ini yaitu menggunakan basis IoT seperti terlihat pada Gambar 1. Input sistem yang digunakan adalah DHT22 yang berfungsi sebagai komponen sensor yang mengukur suhu dan kelembapan relatif dengan keluaran berupa sinyal digital serta memiliki 4 pin yang terdiri dari *ground*, *null*, *data signal* dan *power supply* (Islam *et al.* 2016). Modul sensor yang digunakan dibuat oleh tim peneliti dari ILKOM IPB. Disetiap kandang dipasang *thermohygrometer* guna mencegah sistem error dalam kandang.



Gambar 1 Rancangan sistem

1. Modul sensor (DHT22 dan mikrokontroler Wemos D1).
2. Modul sensor di setiap kandang terhubung via WiFi ke router.
3. Dari router terhubung ke Internet via koneksi 3G/4G.
4. Di Internet ada server Thingspeak sebagai tempat penyimpanan data.
5. Server ini dapat diakses menggunakan alamat <http://chicken-behavior.id/> dari laptop maupun *smartphone*.

Pemeliharaan Ayam (DOC – Panen)

Ketika DOC (*Day Old Chick*) tiba, mereka ditimbang dan dihitung, kemudian dimasukkan ke dalam lingkaran *guard chick* yang telah dinyalakan 2 – 3 jam sebelumnya. Pakan diberikan sedikit demi sedikit setelah ayam diberi air minum selama 2 –3 jam (Iman *et al.* 2013). Pemeliharaan ini melibatkan tiga kali vaksinasi, yaitu pada umur 4 – 5 hari dengan vaksin *ND Chlone* menggunakan teknik tetes mata, umur 14 hari dengan vaksin gumboro yang dicampurkan dalam air minum, dan umur 21 hari dengan vaksin *ND LaSota* yang dicampurkan dalam air minum. Pakan dan air minum diberikan secara *ad libitum* hingga panen.

Pengamatan dan Pengambilan Data

Suhu dan kelembapan

Suhu dan kelembapan diukur menggunakan modul sensor DHT22 serta diback-up menggunakan *thermohygrometer* masing-masing kandang, pada ketinggian 50 cm.

Temperature-Humidity Index (THI)

Penghitungan THI mengikuti (Rahmawati *et al.* 2015) (Nieuwolt dan McGregor, 1998) dengan menggunakan rumus pada Persamaan 5.

$$THI = (1.8 \times Tdb + 32) + ((0.55 - 0.0055RH) ((1.8 \times Tdb + 32) - 58)) \quad (5)$$

dengan:

THI = temperatur humidity index, °C

T = rata-rata temperatur udara, °C

RH = rata-rata kelembapan udara (%)

Konsumsi Pakan

Konsumsi pakan (g/ekor/minggu) dihitung seminggu sekali kemudian cari rataannya. Dihitung dari jumlah pakan yang diberi dikurangi pakan sisa, pakan diberikan secara *ad libitum*.

Pertambahan Bobot Badan (PBB) Mingguan

Perhitungan PBB mengikuti Qurniawan *et al.* (2016) dengan menggunakan Persamaan 6.

$$\text{PBB} = \text{BB akhir} - \text{BB awal} \quad (6)$$

Feed Conversion Ratio Mingguan

Feed Conversion Ratio dihitung mengikuti Persamaan 7 yang digunakan Iman *et al.* (2013).

$$\text{FCR} = \frac{\text{total pakan yang dikonsumsi (Kg)}}{\text{bobot badan yang dihasilkan (Kg)}} \quad (7)$$

Pengkajian

1. Regresi THI dengan Parameter (BB, Pakan, FCR, Mortalitas) dihitung dengan Persamaan 8.

$$\begin{aligned} Y &= a + bx \\ b &= \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \\ a &= \bar{y} - b\bar{x} = \frac{\sum y}{n} - b \frac{\sum x}{n} \end{aligned} \quad (8)$$

dengan:

Y = variabel dependen
a = konstanta (titik potong Y)
b = koefisien determinasi
X = variabel independen
N = jumlah data

2. Korelasi THI dengan Parameter (BB, Pakan, FCR, Mortalitas) dihitung dengan Persamaan 9.

$$r_{xy} = \frac{N \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[N \sum x^2 - (\sum x)^2][N \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum x}{n} & \bar{y} &= \frac{\sum y}{n} \\ x &= X - \bar{x} & y &= Y - \bar{y} \end{aligned}$$

dengan:

X = deviasi mean untuk nilai variabel X
Y = deviasi mean untuk nilai variabel Y
 \bar{X} = rata-rata nilai variabel X
 \bar{Y} = rata-rata nilai variabel Y
N = banyaknya data

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sensor IoT

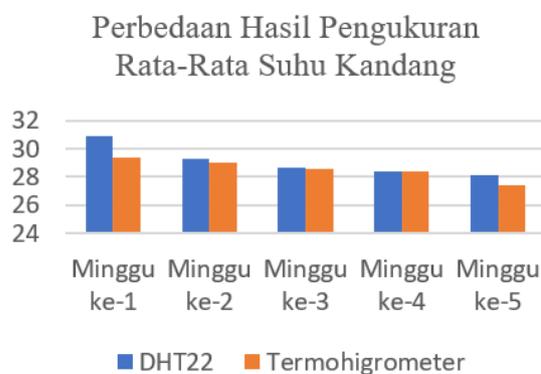
Suhu dan kelembapan dapat diukur dengan metode manual menggunakan *thermohygrometer* atau diintegrasikan ke dalam perangkat elektronik. Penelitian ini menggunakan bantuan IoT untuk mengukur suhu dan kelembapan di area kandang. Sensor DHT22 digunakan karena memiliki akurasi yang lebih tinggi dibandingkan jenis sensor suhu lainnya dan mampu membaca nilai hingga satu angka di belakang koma (Saptadi 2014). Sensor DHT22 ini tidak memerlukan konversi sinyal analog karena menghasilkan *output* berupa data digital yang sudah terkalibrasi secara otomatis (Saputra *et al.* 2020).

Sensor DHT22 bekerja bersama dengan mikrokontroler Wemos D1 untuk mengukur suhu dan kelembapan di lingkungan tertentu. Wemos D1 adalah papan pengembangan (*development board*) yang dirancang khusus untuk pengembangan aplikasi IoT. Wemos D1 dapat bekerja secara mandiri untuk memproses setiap kode yang dimasukkan karena, selain berbasis mikrokontroler, Wemos D1 juga dilengkapi dengan modul WiFi ESP8266 yang memungkinkan koneksi ke jaringan internet tanpa memerlukan tambahan papan seperti Arduino sebagai sistem kendalinya (Abrianto *et al.* 2021).

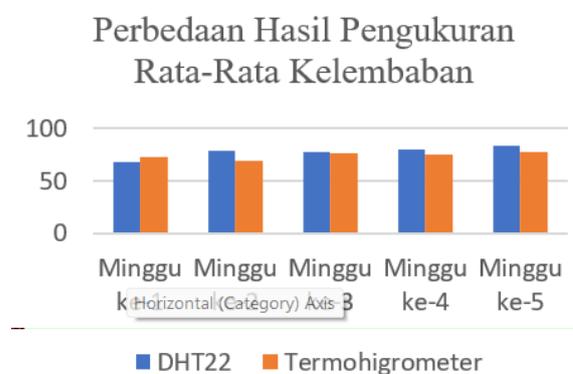
Mekanisme kerja sensor DHT22 dimulai dengan memastikan bahwa seluruh komponen *hardware*, yaitu modul sensor DHT22 dan mikrokontroler Wemos D1, sudah terhubung dengan baik. Selain itu, modul DHT22 harus mendapatkan pasokan daya yang cukup sesuai dengan spesifikasinya. Inisialisasi dan konfigurasi dilakukan melalui perangkat lunak untuk memastikan kebutuhan komunikasi dengan modul DHT22 telah diatur dengan benar. Setelah inisialisasi, mikrokontroler akan mengirimkan sinyal awal ke modul DHT22 untuk memulai proses pengukuran suhu dan kelembapan. Mikrokontroler mengirimkan sinyal *start* dan kemudian menunggu respons dari modul DHT22.

Data suhu dan kelembapan yang dikirim oleh modul DHT22 menggunakan protokol *Message Queue Telemetry Transport* (MQTT) dalam bentuk bit-bit digital ke layanan awan (*cloud*) (Rustami *et al.* 2022). Setelah data dikonversi, nilai suhu dan kelembapan dapat dibaca langsung pada monitor sensor dan dikirimkan ke server melalui koneksi WiFi. Data tersebut dapat diakses melalui <http://chicken-behavior.id/> dari laptop maupun *smartphone*.

Hasil pembacaan dari sensor dapat diketahui dengan melakukan pengujian sensor, yang dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembapan pada lima kandang berbeda, yaitu kandang 1, 2, 3, 4, dan 5. Pengambilan data menggunakan sensor IoT DHT22 dilakukan bersamaan dengan alat ukur suhu dan kelembapan konvensional, yaitu *thermohygrometer*. Pengukuran dilakukan selama lima minggu, mulai dari umur DOC hingga ayam siap panen. Gambar 2 dan 3 menyajikan grafik hasil pengukuran rata-rata suhu dan kelembapan.



Gambar 2 Grafik pengukuran suhu kandang



Gambar 3 Grafik pengukuran kelembapan kandang

Data yang disajikan dalam grafik adalah hasil rata-rata suhu dan kelembapan kandang setiap hari selama lima minggu pada lima kandang berbeda. Balok biru menunjukkan hasil dari sensor DHT22, sedangkan balok merah menunjukkan hasil dari *thermohygrometer*. *Thermohygrometer* digunakan sebagai cadangan data sekaligus data pembanding untuk memastikan apakah hasil pembacaan IoT sesuai dengan pembacaan *thermohygrometer*.

Sensor DHT22 mendeteksi suhu dan kelembapan dengan hasil yang tidak berbeda signifikan dari pembacaan alat konvensional. Grafik rata-rata kelembapan kandang menunjukkan peningkatan, sementara grafik suhu menunjukkan penurunan dari minggu ke minggu. Edar dan Wahyuni (2021) menyatakan bahwa apabila suhu udara tinggi, kelembapan relatif akan rendah.

Pengamatan Lingkungan Kandang

Lingkungan kandang, yang juga dikenal sebagai mikroklimat, merujuk pada kondisi iklim di area terbatas di mana ternak dipelihara. Faktor-faktor yang memengaruhi iklim mikro meliputi radiasi matahari, kelembapan, kecepatan angin, dan suhu udara (Hermawan *et al.* 2018). Variabel mikroklimat yang diukur dalam penelitian ini mencakup suhu dan kelembapan. Pengukuran dilakukan selama lima minggu pada lima kandang yang berbeda. Seluruh variabel mikroklimat diukur empat kali sehari, yaitu pada pagi hari pukul 08.00 WIB (T1), siang hari pukul 13.00 WIB (T2), sore hari pukul 17.00 WIB (T3), dan malam hari pukul 23.00 WIB (T4).

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa rata-rata suhu di lima kandang pemeliharaan menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan. Selisih antara suhu terendah dan suhu tertinggi adalah 9.23°C. Suhu terendah tercatat di kandang 3 dan 5 pada kondisi pagi dan malam hari pada minggu ke - 4 dan ke-5, yaitu sebesar 25.71 °C. Sedangkan suhu tertinggi terjadi di kandang 5 pada kondisi siang hari pada minggu pertama pemeliharaan, mencapai 34.94 °C. Nilai-nilai ini masih berada dalam kisaran suhu yang nyaman bagi ayam, seperti yang dijelaskan dalam penelitian Rini *et al.* (2019), di mana suhu nyaman bagi ayam pedaging berada antara 23 °C – 24 °C, sementara suhu tinggi berada pada kisaran 35 °C - 36 °C. Menurut Sebayang *et al.* (2016), pada suhu 34°C dan kelembapan tinggi, ayam akan mengalami kesulitan dalam membuang panas, yang dapat menyebabkan kenaikan suhu tubuh.

Rata-rata kelembapan relatif (Rh) selama lima minggu pengukuran menunjukkan hasil yang bervariasi di setiap kandang. Selisih antara kelembapan terendah dan tertinggi adalah 1.04 °C. Kelembapan terendah terjadi di kandang 3, mencapai 77,49%, sementara yang tertinggi terjadi di kandang 2, mencapai 78.53%. Angka Rh tersebut sedikit lebih tinggi dari standar kelembapan ideal dalam kandang ayam, seperti yang disebutkan oleh Anita dan Widagdo (2011), yang berkisar antara 60 – 70%.

THI umumnya digunakan sebagai indikator praktis untuk menggambarkan tingkat stres pada ternak yang disebabkan oleh kondisi cuaca. Tabel 2 menunjukkan rata-rata hasil pengukuran THI yang dikelompokkan menjadi empat kondisi: pagi hari pukul 08.00 WIB, siang hari pukul 13.00 WIB, sore hari pukul 17.00 WIB, dan malam hari pukul 23.00 WIB. Nilai rata-rata tertinggi THI terjadi pada siang hari, berkisar antara 92 hingga 104 di seluruh kandang, dari minggu pertama pemeliharaan hingga minggu kelima masa panen. Sedangkan pada pagi hari hanya mencapai 79 – 88, sore hari 87 – 98, dan malam hari 79 – 84.

Selama periode penelitian, sebagian besar nilai THI berada di sekitar 80, menunjukkan bahwa ayam berada dalam kondisi nyaman. Namun, pada siang hari, mayoritas nilai THI mencapai 96, yang mengindikasikan bahwa ternak berada di zona tekanan panas yang parah. Penelitian oleh Habeeb *et al.* (2018) mengklasifikasikan THI untuk hewan kecil seperti kelinci dan unggas menjadi tiga kategori: tidak ada heat stress (< 82), *heat stress* sedang (82 – 84), *heat stress* parah (84 – 86), dan *heat stress* sangat parah (> 86).

Tabel 1 Rata-rata kondisi mikroklimat menggunakan sensor IoT

Umur (Minggu)	Perlakuan	K 1		K 2		K 3		K 4		K 5	
		Suhu (°C)	Rh (%)								
1	T1	28.73	72.99	29.01	74.84	29.17	74.24	29.20	73.61	29.23	73.83
	T2	34.43	54.64	34.70	57.16	34.83	56.53	34.89	57.43	34.94	57.13
	T3	32.90	60.97	32.47	64.33	32.36	64.39	32.24	65.01	32.16	64.97
	T4	27.54	77.70	27.49	79.76	27.40	79.86	27.41	79.64	27.31	79.84
Nilai rata-rata perhari		30.90	66.58	30.92	69.02	30.94	68.75	30.94	68.93	30.91	68.94
2	T1	27.23	84.09	27.27	85.19	27.17	85.19	27.23	85.66	28.29	85.49
	T2	32.54	67.87	32.46	68.07	32.53	67.93	32.59	67.61	31.70	67.34
	T3	28.76	78.44	28.71	78.26	28.66	78.10	26.83	85.91	28.37	78.56
	T4	26.76	85.53	27.09	85.47	26.84	85.87	28.59	78.20	27.03	85.83
Nilai rata-rata perhari		28.82	78.98	28.88	79.25	28.80	79.27	30.95	79.35	28.83	79.30
3	T1	26.42	87.77	26.18	86.76	26.01	86.66	26.45	85.06	26.00	87.00
	T2	32.28	66.37	32.04	67.17	31.73	63.67	31.62	64.09	31.43	64.57
	T3	30.62	74.04	30.15	75.08	29.71	70.00	30.04	73.54	29.71	72.43
	T4	26.77	87.68	26.57	86.18	26.29	86.86	26.52	83.87	26.29	85.00
Nilai rata-rata perhari		29.02	78.97	28.74	78.80	28.44	76.80	28.66	76.64	28.36	77.25
4	T1	26.23	90.32	25.83	90.18	25.86	88.00	26.35	87.52	25.86	88.00
	T2	32.86	66.62	32.77	64.15	31.86	64.14	32.09	65.52	31.86	64.14
	T3	29.54	795.7	29.71	79.50	29.29	76.71	29.67	76.95	29.29	76.71
	T4	26.07	89.85	25.86	91.21	25.71	89.00	26.22	87.94	25.71	89.00
Nilai rata-rata perhari		28.68	81.59	28.54	81.26	28.18	79.46	28.58	79.48	28.18	79.46
5	T1	25.86	91.26	26.24	91.12	25.74	89.82	26.09	91.30	25.71	89.86
	T2	31.78	72.50	31.70	72.69	30.86	70.00	31.02	71.71	30.86	70.00
	T3	29.16	81.25	29.58	80.43	29.14	80.43	29.42	80,44	29.14	80.43
	T4	25.91	92.74	26.08	92.96	25.7	92.43	26,17	92,84	25.71	92.43
Nilai rata-rata perhari		28.18	84.44	28.40	84.30	27.86	83.17	28,17	84,07	27.86	83.18
Total rata-rata		29.12	78.11	29.10	78.53	28.84	77.49	29,46	77,69	28.83	77.63

Keterangan: K = Kandang

Berbeda dengan penelitian Habeeb *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa ambang batas kenyamanan ternak berada di THI 86, penelitian oleh Dimov *et al.* (2020) menjelaskan lebih rinci dan membagi nilai THI menjadi beberapa kondisi: < 72 (tidak ada *heat stress*), 72 – 79 (*heat stress* ringan), 80 – 89 (*heat stress* sedang), 90 – 98 (*heat stress* berat), dan > 98 (*heat stress* sangat berat). Pada kondisi *heat stress* ringan, ternak akan menyesuaikan diri dengan mencari naungan. Pada *heat stress* sedang, laju respirasi meningkat, asupan pakan mungkin terganggu, konsumsi air meningkat, dan produktivitas menurun. Pada *heat stress* berat, ternak menjadi sangat tidak nyaman, mengalami suhu tubuh yang tinggi dan pernapasan cepat, serta penurunan performa yang tajam. Pada *heat stress* sangat berat, terdapat potensi kematian pada ternak.

Tabel 2 Rata-rata perhitungan *Temperature Humidity Indeks* (THI)

Umur (Minggu)	Perlakuan	K 1 (°C)	K2 (°C)	K3 (°C)	K4 (°C)	K5 (°C)
1	T1	88	88	88	88	88
	T2	103	103	103	103	104
	T3	98	97	97	96	96
	T4	84	84	84	84	84
Nilai rata-rata perhari		93	93	93	93	93
2	T1	83	83	83	83	85
	T2	96	96	96	96	95
	T3	87	87	87	87	86
	T4	82	83	82	82	82
Nilai rata-rata perhari		87	87	87	91	87

Tabel 2 Rata-rata perhitungan *Temperature Humidity Indeks* (THI) (lanjutan)

Umur (Minggu)	Perlakuan	K 1 (°C)	K2 (°C)	K3 (°C)	K4 (°C)	K5 (°C)
3	T1	81	81	80	81	80
	T2	96	95	95	95	95
	T3	91	90	90	90	90
	T4	82	81	81	82	81
Nilai rata-rata perhari		88	87	87	87	86
4	T1	80	80	80	81	80
	T2	97	97	96	96	96
	T3	88	89	88	89	88
	T4	80	80	80	81	80
Nilai rata-rata perhari		86	86	86	87	86
5	T1	80	80	79	80	79
	T2	94	94	92	92	92
	T3	87	88	87	88	87
	T4	79	80	79	80	79
Nilai rata-rata perhari		85	85	85	85	85
Total rata-rata		88	88	88	89	87

Keterangan: K = Kandang

Performa Produksi

Performa produksi ayam yang diamati konsumsi pakan kumulatif, BB, PBB, konversi pakan, dan persentase kematian. Penelitian ini menggunakan analisis regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel independen terhadap variabel dependen.

Data yang dikumpulkan dimasukkan ke dalam Microsoft Excel untuk dibuatkan tabel. Selanjutnya, data tersebut dianalisis menggunakan metode analisis regresi dan analisis ragam (ANOVA) dengan pengamatan yang terdiri dari 1-5 minggu dengan perlakuan yang diulang, menggunakan Uji *Duncan* untuk menentukan kelompok kandang yang memiliki perbedaan yang signifikan. Rincian hasil pengujian ANOVA pada setiap kandang dapat dilihat secara terperinci pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai rata-rata performa ayam umur minggu ke-1 sampai minggu ke-5 pada kandang berbeda

Komponen	Hasil Konsumsi Pakan				
	K1	K2	K3	K4	K5
Konsumsi Pakan (gr)	23,312 ± 12172.28 ^a	23,730 ± 12245.01 ^a	23,485 ± 12222.99 ^a	23,775 ± 12020.97 ^a	23,678 ± 12553.03 ^a
FCR	1,38 ± 0,29 ^a	1,60 ± 0,58 ^a	1,47 ± 0,57 ^a	1,47 ± 0,44 ^a	1,47 ± 0,39 ^a
PBB (gr)	462.05 ± 206,29 ^a	462.38 ± 206,35 ^a	462.29 ± 204,59 ^a	425.18 ± 168,45 ^a	437.20 ± 181, 25 ^a
Mortalitas (%)	2 ± 3,25 ^a	0,5 ± 1,11 ^a	1,5 ± 2,23 ^a	0 ^a	1 ± 2,23 ^a

Keterangan: K = Kandang

a, b = arti notasi huruf serupa tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji Duncan's yang memiliki taraf signifikan 5%.

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada baris yang sama tidak terdapat superskrip yang berbeda, yang mengindikasikan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada kandang 1 sampai kandang 5 pada semua variabel. Hal ini dapat disebabkan karena nilai THI pada setiap kandang tidak jauh berbeda. Sehingga rata-rata tingkat suhu dan kelembapan di K1, K2, K3, K4 dan K5 hampir identik. Oleh karena itu, dalam uji ANOVA ini, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar setiap kandang.

Pengaruh THI Terhadap Konsumsi Pakan

Konsumsi Pakan merupakan akumulasi atau penjumlahan dari total pakan yang dikonsumsi selama waktu tertentu. Konsumsi Pakan dihitung dengan menimbang jumlah pakan yang diberi dalam satu hari dikurangi dengan sisa pakan (Kestaria *et al.* 2016). Pengamatan konsumsi pakan memegang peranan penting dalam memahami performa produksi. Semakin

banyak ternak makan, semakin besar nutrisi yang akan dicerna dalam mendukung proses produksi (Amiruddin *et al.* 2020). Upaya mengetahui hubungan antara variabel bebas terhadap variabel terikat adalah menggunakan analisis regresi.

Berdasarkan hasil pengujian regresi, diketahui bahwa konsumsi pakan (Tabel 4) menunjukkan nilai sig. $0.00 < 0.01$, yang berarti THI memiliki pengaruh signifikan terhadap konsumsi pakan, namun pengaruhnya bersifat negatif (terbalik). Pengaruh negatif ini berarti bahwa semakin tinggi THI, semakin rendah konsumsi pakan, dan sebaliknya.

Tabel 4 Analisis THI terhadap konsumsi pakan

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
THI	-.111	.021	-.742	-5.306	.000
(Constant)	11..197	1.832		6.111	.000

Purswell *et al.* (2012) berpendapat bahwa THI memiliki dampak yang signifikan terhadap respon produksi ayam pedaging, khususnya pada konsumsi pakan, bobot badan dan pertambahan bobot badan, yang semuanya menurun secara signifikan seiring dengan peningkatan THI. Berbagai faktor dapat memengaruhi pola konsumsi pakan pada ternak unggas, termasuk suhu lingkungan, kesehatan unggas, kondisi kandang, jenis wadah pakan, komposisi nutrisi dalam pakan, dan tingkat stres (Astuti dan Jaiman, 2019).

Pengaruh THI Terhadap *Feed Conversion Ratio* (FCR)

Feed Conversion Ratio (FCR) adalah metrik yang digunakan dalam peternakan untuk menilai efisiensi konversi pakan menjadi bobot badan dalam periode yang ditentukan. Menurut Fitro *et al.* (2015), FCR menggambarkan efektivitas penggunaan pakan yang dikonsumsi oleh ternak menjadi hasil produksi dalam satuan tertentu, baik dalam bentuk daging ataupun telur.

FCR yang lebih rendah umumnya lebih efisien dan diinginkan karena menunjukkan bahwa hewan tersebut mengubah jumlah pakan yang lebih kecil menjadi produk dalam jumlah yang lebih besar, menunjukkan pertumbuhan dan pemanfaatan nutrisi yang efisien (Lacy dan Vest 2004). Pada Tabel 5 disajikan perhitungan hasil analisis regresi THI terhadap FCR ayam.

Tabel 5 Analisis THI terhadap FCR ayam

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
THI	-.111	.021	-.742	-5.306	.000
(Constant)	11..197	1.832		6.111	.000

Berdasarkan hasil uji regresi pada Tabel 5, nilai sig. sebesar $0.00 < 0.01$, menunjukkan *Temperature Humidity Index* (THI) memiliki pengaruh signifikan terhadap FCR, tetapi dengan hubungan yang bersifat negatif. Dalam konteks uji regresi, hubungan negatif ini berarti bahwa pada hubungan antara variabel independen (FCR) dan variabel dependen (THI) yang menunjukkan nilai satu variabel naik, nilai variabel lainnya cenderung turun.

Listyasari *et al.* (2022) menyatakan yang mempengaruhi konversi pakan dalam pemeliharaan ayam ada berbagai faktor yaitu genetik, pakan, lingkungan, konsumsi pakan, berat badan dan jenis kelamin. Riset Rokhana dan Khusbana (2018) juga mengungkapkan bahwa konversi pakan pada kondisi suhu panas meningkat karena gangguan sistem pencernaan dan metabolisme dalam tubuh, sehingga suhu tubuh harus menyesuaikan.

Jika nilai FCR besar, maka konversi pakan dianggap rendah kualitasnya, sementara jika nilai FCR kecil, konversi pakan dianggap baik Rasyaf (2008). Fitro *et al.* (2016) menyatakan bahwa tidak adanya pakan diferensiasi dalam konversi mengindikasikan kualitas pakan yang diberikan sama.

Pengaruh THI terhadap Pertumbuhan Bobot Badan (BB)

Penimbangan Bobot Badan (BB) dilakukan setiap minggu dengan mengambil sampel acak untuk melihat pertumbuhan bobot badan ternak pada masing-masing kandang. Pada penelitian ini digunakan ayam broiler, dengan rata-rata PBB dihitung pada umur 7 hari. Menurut Listyasari *et al.* (2022), terdapat tiga fase pemeliharaan ayam broiler fase starter (umur 1-21 hari) dan fase finisher (umur 22-35 hari atau sampai umur potong yang diinginkan). Detail analisis THI terhadap PBB ayam dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Analisis THI terhadap PBB Ayam

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
THI	-54.380	5.625	-.896	-9.668	.000
(Constant)	5224.356	494.098		10.574	.000

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 6, diperoleh nilai sig. 0.00 lebih kecil dari 0.01, menunjukkan bahwa THI memiliki pengaruh yang signifikan terhadap penambahan bobot badan ayam. Hal ini sejalan dengan riset Wijayanti *et al.* (2013) yang menyebutkan adanya hubungan signifikan antara peningkatan berat badan dengan perbedaan jenis kelamin, kebutuhan pakan, bibit dan lingkungan. Pada temperatur kandang yang lebih rendah, peningkatan berat badan lebih tinggi dibandingkan dengan kandang dengan temperatur lebih tinggi. Hal ini dikarenakan adanya cekaman panas yang dapat menurunkan nafsu makan. Qurniawan (2016) berpandangan bahwa faktor-faktor yang memengaruhi peningkatan berat badan termasuk kondisi lingkungan, kualitas bibit dan karakteristik pakan.

Penelitian Sumarno *et al.* (2022) menunjukkan bahwa konsumsi pakan oleh ayam secara positif berkorelasi dengan kesehatan ayam dan berkontribusi pada peningkatan berat badan ayam pedaging. Peningkatan berat badan mencerminkan sejauh mana ayam broiler dapat mencerna makanan dan mengubahnya menjadi massa tubuh (Fadli 2015).

Pengaruh THI terhadap mortalitas

Mortalitas ternak adalah istilah yang digunakan untuk mengukur angka kematian ternak dalam suatu populasi. Mortalitas ternak biasanya diukur dalam bentuk persentase jumlah ayam yang mati dibandingkan dengan jumlah ayam sejak awal pemeliharaan (Zulfan dan Zulfikar 2020) digunakan sebagai indikator penting dalam industri peternakan untuk mengukur kesehatan dan manajemen ternak. Perhitungan hasil analisis regresi THI terhadap mortalitas ayam dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 hasil analisis regresi THI terhadap mortalitas ayam

	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
THI	-.316	.130	-.453	-2.436	.023
(Constant)	28.704	11.379		2.523	.019

Hasil pada Tabel 3, menunjukkan adanya hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Nilai $P < 0,05$ mengindikasikan adanya pengaruh signifikan antara THI dan mortalitas. Penelitian Šranková *et al.* (2019) juga membahas pengaruh suhu terhadap tingkat kematian pada ayam, menunjukkan bahwa mortalitas ayam lebih banyak terjadi pada musim panas. Suhu yang melebihi dari 30 °C dan kelembapan (RH) diatas 70% dapat meningkatkan angka kematian ayam.

Sementara Risa *et al.* (2014) menjelaskan bahwa angka kematian ayam lebih tinggi pada periode *starter* dibandingkan dengan periode *finisher*. Hal ini disebabkan oleh penggantian ayam yang mati dengan ayam baru selama minggu pertama hingga ketiga, sehingga data mortalitas

yang tercatat adalah 0%. Pemantauan mortalitas ternak dan upaya untuk menguranginya adalah bagian penting dari pengelolaan peternakan yang baik, membantu peternak untuk mengidentifikasi masalah potensial, mengambil tindakan pencegahan yang tepat, dan memastikan kesejahteraan ternak.

Secara keseluruhan, tingkat kematian dalam penelitian ini dapat diklasifikasikan sangat rendah, kecuali pada minggu kelima di kandang 1 yang mencapai 7.5%. Tingkat mortalitas yang baik adalah dibawah 5% selama periode pemeliharaan ternak (Siaga *et al.* 2020).

Timur *et al.* (2020) menyebutkan bahwa mortalitas yang cukup tinggi dapat dikaitkan dengan kondisi lingkungan, termasuk suhu atau cuaca saat hujan dan kurangnya ketersediaan sumber listrik yang stabil dalam jangka waktu yang signifikan. Tingkat kematian adalah hasil dari pengelolaan yang baik dalam pemeliharaan ayam dan kualitas sirkulasi udara di kandang. Kualitas sirkulasi udara akan mempengaruhi suhu dan tingkat kelembapan di dalam kandang, yang akan mempengaruhi kenyamanan ayam dan tingkat konsumsi pakan (Girsang *et al.* 2023).

SIMPULAN

Pengukuran suhu menggunakan IoT memberikan hasil yang serupa dan tidak secara signifikan berbeda dengan pengukuran konvensional menggunakan *thermohygrometer*. Hasil analisis regresi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa $P < 0.01$, yang berarti adanya pengaruh yang sangat signifikan antara variabel terikat (THI) terhadap variabel bebas (konsumsi pakan, FCR, PBB, dan mortalitas). Sementara itu, hasil ANOVA yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antar kandang memperoleh superskrip yang sama. Suhu dan kelembapan yang relatif seragam di setiap kandang menyebabkan tidak adanya perbedaan yang signifikan pada hasil pengujian ANOVA.

DAFTAR PUSTAKA

- [Direktorat Jenderal Peternakan]. 2018. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan Kementerian Pertanian RI : Jakarta.
- Abrianto, HH, Sari, K, Irmayani, I. 2021. Sistem Monitoring Dan Pengendalian Data Suhu Ruang Navigasi Jarak Jauh Menggunakan WEMOS D1 Mini. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*. 4(1):38–49.
- Amiruddin, Agustina L, Jamilah. 2020. Konsumsi Pakan, Konversi Pakan dan Produksi Telur Ayam Arab Yang Ditambahkan Tepung Daun Murbei Pada Pakan. *Buletin Nutrisi dan Makanan Ternak*. 14(1):43–51.
- Astuti FK, Jaiman E. 2019. Perbandingan Pertambahan Bobot Badan Ayam Pedaging Di CV. Arjuna Grup Berdasarkan Tiga Ketinggian Tempat Yang Berbeda. *Jurnal Sains Peternakan*. 2(7):2579–4450.
- Aziza IN. 2019. Smart Farming Untuk Peternakan Ayam. *Jurnal FIKI*. 9(1):2087–2372.
- Dimov D, Penev T, Marinov I. 2020. Temperature-humidity index—an indicator for prediction of heat stress in dairy cows. *Veterinarija ir Zootechnika*. 78(100):10–15.
- Eldrandaly KA, Abdel-Basset M, Shawky LA. 2019. Internet of Spatial Things: A New Reference Model with Insight Analysis. *IEEE Access*. 7:19653–19669.
- Fadli C. 2015. Pertambahan Bobot Badan Ayam Broiler Dengan Pemberian Ransum Yang Berbeda. *Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*. 15(16):151455.
- Fitro R, Mastika IM, Dewi DG. 2016. Performans Ayam Broiler yang Diberi Pakan Mengandung Tepung Lumpur Sawit Tidak dan Difermentasi *Aspergillus Niger* dengan Aras yang Berbeda. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 19(2):164351.
- Fitro R, Sudrajat D, Dihansih E. 2015. Performa ayam pedaging yang diberi ransum komersial mengandung tepung ampas kurma sebagai pengganti jagung. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 1(1):1–8.
- Girsang ASH, Setianto NA, Hidayat N. 2023. Mortalitas, Berat Panen, dan Feed Conversion

- Ratio pada Usaha Ayam Broiler PT. Cemerlang Unggas Lestari. *Jurnal Riset Rumpun Ilmu Hewani (JURRIH)*. 2(1):9–21.
- Habeeb AA, Gad AE, Atta MA. 2018. Temperature-humidity indices as indicators to heat stress of climatic conditions with relation to production and reproduction of farm animals. *International Journal of Biotechnology and Recent Advances*. 1(1):35–50.
- Hermawan, Prianto E, Setyowati E. 2018. Studi lapangan variabel iklim rumah vernakular pantai dan gunung dalam menciptakan kenyamanan termal adaptif. *Jurnal Arsitektur*.
- Ibrahim S. 2008. Hubungan Ukuran-Ukuran Usus Halus Dengan Berat Badan Broiler. *Agrip-et*. 8(2):42–46.
- Iman Rahayu HS, Sudrayani T, Santosa H. 2013. *Panduan Lengkap Ayam*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Indrawati E, Saili T, Rahadi S, 2015. Fertilitas, Daya Hidup Embrio, Daya Tetas Dan Bobot Tetas Telur Ayam Ras Hasil Inseminasi Buatan Dengan Ayam Tolaki. *JITRO*. 2(2):10–18.
- Islam HI, Nabilah N, Atsauri SS, Saputra DH, Pradipta GM, Kurniawan A, Syafutra H, Irman-syah, Irzaman. 2016. Sistem Kendali Suhu Dan Pemantauan kelembapan Udara Ruang-an Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Dht22 Dan Passive Infrared (Pir). *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. 5: 2476–9398.
- Kasim AA, Maulana R, Setyawan E. 2019. Implementasi Otomasi Kandang dalam Rangka Meminimalisir Heat Stress pada Ayam Broiler dengan Metode Fuzzy Sugeno. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. 3(2):1403–1410.
- Kestaria, Nur H, Malik B. 2016. Pengaruh Substitusi Pakan Komersil Dengan Tepung Ampas Kelapa Terhadap Performa Ayam Kampung. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 2(1):43–47.
- Komara F, Nur H, Handarini R. 2018. Persentase Karkas Dan Potongan Komersial Itik Lokal Jantan Yang Diberi Larutan Bunga Kecombrang Dalam Pakan. *Jurnal Peternakan Nusantara*. 4(1):2442–2541.
- Kusmana C, Yentiana RA. 2021. Laju Dekomposisi Serasah Daun Shorea Guisodi Hutan Penelitian Dramaga, Bogor, Jawa Barat. *Journal of Tropical Silviculture*. 12(3).
- Lacy M, Vest R. 2004. Improving feed conversion in broiler: A guide for growers [http](http://www.purdues.edu/~poultry/extension/extension.htm).
- Listyasari N, Suharsono, Purnama MTE. 2022. Peningkatan Bobot Badan, Konsumsi dan Konversi Pakan dengan Pengaturan Komposisi Seksing Ayam Broiler Jantan dan Betina. *Acta VETERINARIA Indonesiana*. 10(3):275–280.
- Mukti YI, Rahmadayanti F, Utami DT. 2021. Smart Monitoring Berbasis Internet of Things (IoT) Suhu dan kelembapan pada Kandang Ayam Broiler. *J-COSINE*. 5(1):2541–0806.
- Nalendra AK, Waspada HP. 2021. Penerapan Artificial Intelligence untuk Kontrol Suhu dan Kelembapan pada Kandang Broiler berbasis Internet of Things. *Generation Journal*. 5(2).
- Nieuwolt S, McGregor RG. 1998. Tropical Climatology —An Introduction to 104 the Climates of Low Latitudes. Buku. John Wiley & Sons Ltd. England (UK). hlm 339.
- Purwell JL, Dozier WA, Olanrewaju HA, Davis JD, Xin H, Gates RS. 2012. Effect of temperature-humidity index on live performance in broiler chickens grown from 49 to 63 days of age. In *2012 IX International Livestock Environment Symposium (ILES IX)*. American Society of Agricultural and Biological Engineers.
- Qurniawan A, Arief II, Afnan R. 2016. Performans Produksi Ayam Pedaging pada Lingkungan Pemeliharaan dengan Ketinggian yang Berbeda di Sulawesi Selatan. *Jurnal Veteriner*. 17(4):2477–5665.
- Rasyaf, M. 2008. *Panduan Beternak Ayam Pedaging*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rini SR, Sugiharto S, Mahfudz LD. 2019. Pengaruh perbedaan suhu pemeliharaan terhadap kualitas fisik daging ayam broiler periode finisher. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(4):387–395.

- Risa E, Semaun R, Novita ID. 2014. Evaluasi Penurunan Angka Mortalitas dan Morbiditas Ayam Pedaging yang Mendapatkan Penambahan Tepung Lempuyang (*Zingiber aromaticum* val) dalam Ransum. *Jurnal Galung Tropika*. 3(3):192–200.
- Rokhana E, Khusbana A. 2018. Pengaruh Perbedaan Suhu Kandang serta Penambahan Larutan Elektrolit Berbahan Dasar Air Kelapa terhadap Performa Ayam Pedaging. *Jurnal Ilmiah Fillia Cendekia*. 3(1):45–50.
- Rustami E, Adiati RF, Zuhri M, Setiawan AA. 2022. Uji Karakteristik Sensor Suhu Dan kelembapan Multi-Channel Menggunakan Platform Internet Of Things (Iot). *BERKALA FISIKA*. 25(2):45–52.
- Saptadi AH. 2014. Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan kelembapan Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *Jurnal Infotel*. 6(2):49–56.
- Saputra F, Suchendra DR, Sani MI. 2020. Implementasi Sistem Sensor Dht22 Untuk Menstabilkan Suhu Dan Kelembapan Berbasis Mikrokontroler Nodemcu Esp8266 Pada Ruang-an. *eProceedings of Applied Science*. 6(2).
- Saputra JS, Siswanto. 2020. Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan kelembapan Pada Kandang Ayam Broiler Berbasis Internet Of Things. *Jurnal PROSISKO*. 7(1):2406–7733.
- Sebayang RK, Zebua O, Soedjarwanto N. 2016. Perancangan Sistem Pengaturan Suhu Kandang Ayam Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*. 4(3).
- Siaga R, Baloyi JJ, Rambau MD, Benyi K. 2017. Effects of stocking density and genotype on the growth performance of male and female Broiler chickens. *Asian Journal of Poultry Science*. 11:96–104.
- Steel RGD, TorrieJH. 1988. *Prinsip-Prinsip Prosedur Statistika*. Edisi Ke-2. Mc Graw Hill Book Company. Inc. New York.
- Sumarno, Woli Y, Supartini N. 2022. Kajian Performa Produksi Ayam Pedaging Pada Sistem Kandang Close House Dan Open House. *AGRIEKSTENSIA: Jurnal Penelitian Terapan Bidang Pertanian*, 21(1):42–50.
- Tamzil MH. 2014. Stres panas pada unggas: metabolisme, akibat dan upaya penanggulangannya. *Wartazoa*. 24(2): 57–66.
- Timur NPVT, Herawati M, Syaefullah BL, Bachtiar EE. 2020. Mortalitas dan profil organ dalam ayam kampung yang diberi fitobiotik nanoenkapsulasi minyak buah merah (*Pandanus conoideus*). *Jurnal Triton*. 11(1):16–23.
- Wijayanti RP, Busono W, Indrati R. 2013. Effect of House Temperature on Performance of Broiler in Starter Period. *Jurnal Peternakan: Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya*
- Zulfan Z, Zulfikar Z. 2020. Evaluasi performa dan income over feed & chick cost (IOFCC) tiga strain ayam broiler yang beredar di Aceh. *Jurnal Agripet*. 20(2).