

## SISTEM PEMANTAUAN KUALITAS UDARA BERBASIS IOT DI PETERNAKAN YAKIN TELUR

Hendri<sup>✉</sup>, Octara Pribadi, Jackri Hendrik

STMIK TIME, Medan, Indonesia

Email: [h4ndr7@hotmail.com](mailto:h4ndr7@hotmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol9No1.pp145-150>

### ABSTRACT

*Air quality in poultry farms plays a crucial role in animal productivity, as poor air quality can increase the risk of disease in chickens, cause stress, and ultimately reduce productivity and egg quality, leading to economic losses for farmers. Laying hens require stable and adequate temperature conditions during their growth period to ensure optimal development. The optimal temperature for laying hens during the brooding period (up to 14 days old) ranges between 30-32°C. A common issue faced by livestock farmers is the lack of adequate facilities to manage stress in livestock, which often hinders their ability to stabilize the air temperature in the chicken coop. Farmers often rely on manual methods to estimate and adjust the temperature inside the coop by feeling the heat, which is neither accurate nor efficient. This research aims to design an IoT-based air quality monitoring system at Yakin Telur Farm. The system is designed to monitor temperature, humidity, and ammonia gas levels in the chicken coop in real-time.*

**Keyword:** IoT, Air Quality, Chicken Farming.

### ABSTRAK

*Kualitas udara di peternakan ayam memiliki peran penting dalam produktivitas hewan karena kualitas udara yang buruk dapat meningkatkan risiko penyakit pada ayam, menyebabkan stres pada ayam, yang akhirnya dapat mengurangi produktivitas dan kualitas telur yang dihasilkan, sehingga dapat menimbulkan kerugian ekonomi bagi peternak. Ayam petelur memerlukan kondisi suhu yang stabil dan memadai dalam masa pertumbuhannya, sehingga dapat tumbuh secara baik dan optimal. Suhu optimal ayam petelur pada periode brooding (umur 14 hari) berkisar antara 30-32°C. Kurangnya fasilitas yang memadai dalam menanggulangi stres pada ternak bagi para pelaku industri ternak sering kali menjadi permasalahan yang sering dihadapi oleh peternak dalam menstabilkan suhu udara diruangan kandang. Masalah yang sering dihadapi para peternak adalah memperkirakan suhu hanya dengan merasakan panas di dalam kandang. Hingga sekarang peternak masih menggunakan cara manual untuk melihat dan mengkondisikan suhu pada kandang agar stabil. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan kualitas udara berbasis Internet of Things (IoT) di peternakan Yakin Telur. Sistem ini dirancang untuk memantau suhu, kelembapan, dan kadar gas amonia di dalam kandang ayam secara real-time.*

**Kata Kunci:** IoT, Kualitas Udara, Peternakan Ayam.

### PENDAHULUAN

Kualitas udara di peternakan ayam memiliki peran penting dalam produktivitas hewan karena kualitas udara yang buruk dapat meningkatkan risiko penyakit pada ayam, menyebabkan stres pada ayam, yang akhirnya dapat mengurangi produktivitas dan kualitas telur yang dihasilkan, sehingga dapat menimbulkan kerugian ekonomi bagi peternak. Selain masalah kelembapan dan suhu yang menghambat produktivitas ayam petelur, amonia merupakan zat paling dominan yang mencemari udara pada lingkungan kandang ayam yang juga dapat memicu masalah pernafasan pada ayam (Trinaldi, 2022).

Ayam yang merupakan hewan homeotermi memiliki kemampuan homeostatis untuk mempertahankan suhu tubuh tetap stabil. Suhu nyaman untuk mencapai pertumbuhan optimum ayam petelur berkisar antara 18-22 °C dan antara 21-29 °C. Pada ayam petelur umur 3-6 minggu, lingkungan yang panas adalah salah satu faktor paling berpengaruh terhadap penyebab stres, dimana stres panas dihasilkan oleh adanya interaksi antara suhu udara, kelembapan, sirkulasi panas, kecepatan udara, dan suhu lingkungan (Ketut H.D et al., 2023).

Penguapan yang berlangsung secara terus menerus dapat menurunkan performa, membahayakan

kesehatan ternak, serta menambah tingginya konsentrasi kelembapan dalam udara. Dimana kelembapan ideal untuk ternak ungas pada daerah tropis adalah 75% dan 60%-70% untuk ayam petelur. Tingginya kelembapan udara pada kandang ayam petelur dapat memicu tumbuhnya berbagai jenis bakteri dan virus, serta meningkatkan konsentrasi pembentukan gas berbahaya seperti amonia dan metana yang dapat mencemari hewan ternak dan lingkungan peternakan (Ketut H.D et al., 2023; Muhammad ilham hakim et al., 2023).

Ayam petelur memerlukan kondisi suhu yang stabil dan memadai dalam masa pertumbuhannya, sehingga dapat tumbuh secara baik dan optimal. Suhu optimal ayam petelur pada periode brooding (umur 14 hari) berkisar antara 30-32°C. Kurangnya fasilitas yang memadai dalam menanggulangi stres pada ternak bagi para pelaku industri ternak sering kali menjadi permasalahan yang sering dihadapi oleh peternak dalam menstabilkan suhu udara diruangan kandang. Masalah yang sering dihadapi para peternak adalah memperkirakan suhu hanya dengan merasakan panas di dalam kandang. Hingga sekarang peternak masih menggunakan cara manual untuk melihat dan mengkondisikan suhu pada kandang agar stabil. Ada kemungkinan suhu berubah secara mendadak yang tidak terpantau peternak sehingga mengakibatkan ayam stres dan mati secara tiba-tiba (Rastina et al., 2023).

Kotoran ayam petelur yang menumpuk terlebih jika terjadi hampir setiap hari dapat menghasilkan berbagai jenis gas berbahaya, diantaranya amonia dan metana. Selain penumpukan kotoran ayam, suhu dan kelembapan ruangan merupakan faktor penting dalam pembentukan gas-gas tersebut, dimana suhu dan kelembapan ruangan dapat mempengaruhi konsentrasi pembentukan gas-gas berbahaya pada saat proses dekomposisi kotoran ayam, seperti amonia. Nilai ambang batas amonia yang ditetapkan bagi manusia maupun bagi hewan adalah 25 ppm, dengan batas maksimal kontak langsung selama 8 jam, jika konsentrasi amonia mencapai 50 ppm maka batas maksimal kontak langsung adalah 30-60 menit. Konsentrasi amonia yang mencapai 1000-1500 ppm dapat menyebabkan dyspnae, nyeri dada, serta endema paru yang berakibat fatal (Mahardhika et al., 2023).

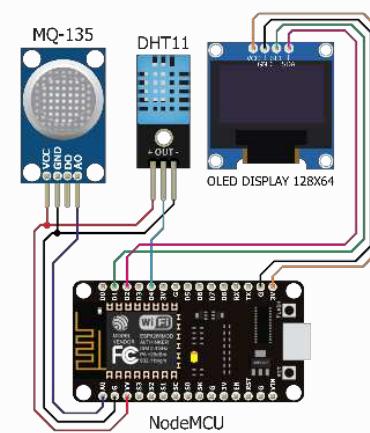
Peternak masih menggunakan cara tradisional untuk penanganannya, pada suhu panas biasanya peternak menyemprotkan air ke ayam dan sekitarnya untuk menurunkan suhu serta menambahkan air minum untuk ayam, begitu pun ketika suhu rendah peternak akan menambahkan pakan pada ayam untuk meningkatkan asupan kalori guna menjaga suhu tubuh

ayam, serta memasang papan palang untuk menghalangi ayam terkena air hujan pada saat musim hujan (Wahyudi & Nugraha, 2024).

## METODE PENELITIAN

Metode Penelitian yang dilakukan menggunakan alat sebagai berikut:

- a. NodeMCU V3: Mikrokontroler ini digunakan sebagai otak utama sistem, yang bertanggung jawab untuk mengontrol sensor, mengambil data, dan mengirimkannya ke server melalui koneksi Internet.
- b. Sensor MQ-135: Digunakan untuk mendekripsi kualitas udara dengan mengukur tingkat gas berbahaya seperti ammonia, sulfur, dan lainnya.
- c. Sensor DHT11: Sensor ini digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar lingkungan.
- d. Display OLED LCD 0.96": Digunakan untuk menampilkan informasi tentang kualitas udara dan parameter lingkungan lainnya secara real-time.
- e. Access Point: Merepresentasikan titik akses WiFi yang menghubungkan NodeMCU dengan jaringan Internet, memungkinkan akses dari smartphone.
- f. Smartphone: Digunakan sebagai perangkat untuk memantau kualitas udara secara remote melalui aplikasi atau browser web.



**Gambar 1.** Skematik Rangkaian Mikrokontroler

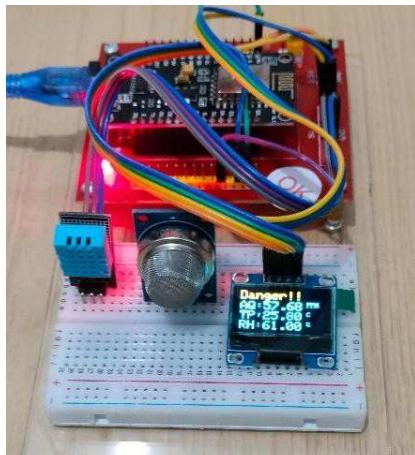
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan mengoperasikan sistem di lingkungan peternakan Yakin Telur. Data dikumpulkan dalam beberapa kondisi berbeda untuk memastikan keakuratan dan konsistensi pengukuran.

### Hasil Uji Suhu

Uji coba alat pengendali suhu, kelembapan, dan Gas Amonia dilakukan selama 5 hari, masing-masing

hari dilakukan pada 2 waktu (siang, dan sore), dan dilakukan masing-masing selama 30 menit.



**Gambar 2.** Alat Saat Menyala dan Menampilkan Data pada Layar LCD

**Tabel 1.** Hasil Monitoring Suhu Pada Kandang Ayam

Waktu	Suhu (Celcius)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
13:18	35.20	35.60	36.30	34.70	35.20
13:29	34.70	35.60	35.20	35.20	34.70
13:39	35.20	35.60	34.20	35.60	35.20
13:48	35.20	36.30	34.70	35.60	35.60
14:00	34.20	35.60	34.70	35.60	34.70
16:18	33.80	35.20	34.70	35.20	34.20
16:28	33.80	34.70	34.70	34.80	33.80
16:39	34.20	34.70	33.80	34.60	33.80
16:48	34.20	34.20	34.20	34.70	33.30
17:00	35.20	34.70	34.70	35.20	34.20

Hasil pengujian suhu pada kandang ayam disajikan pada grafik berikut:

- Pengujian Suhu Kandang Ayam Pada Siang Hari  
Pada siang hari, suhu di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 13:18 hingga pukul 14:00. Hari ke-1 Suhu berkisar antara 34.2°C hingga 35.2°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dengan 35.2°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 14:00 dengan 34.2°C. Hari ke-2 Suhu berkisar antara 35.6°C hingga 36.3°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:48 dengan 36.3°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 13:29 dengan

35.6°C. Hari ke-3 Suhu berkisar antara 34.2°C hingga 36.3°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dengan 36.3°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 13:39 dengan 34.2°C. Hari ke-4 Suhu berkisar antara 34.7°C hingga 35.6°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:39 dengan 35.6°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 13:18 dengan 34.7°C. Hari ke-5 Suhu berkisar antara 34.7°C hingga 35.6°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:48 dan 13:39 dengan 35.6°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 13:29 dengan 34.7°C.

**Gambar 3.** Hasil data dari LCD yang ditampilkan di aplikasi Blynk pada Smartphone

**b. Pengujian Suhu Kandang Ayam Pada Sore Hari**

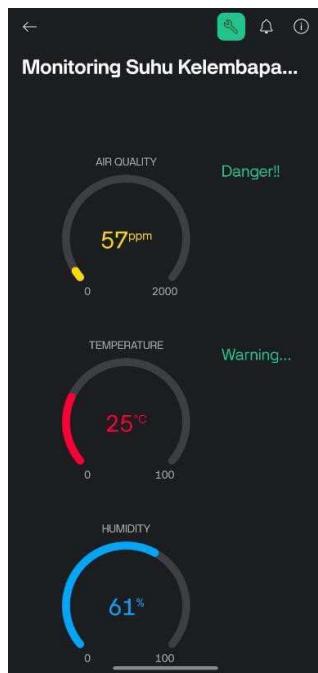
Pada sore hari, suhu di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 16:18 hingga pukul 17:00. Hari ke-1 Suhu berkisar antara 33.8°C hingga 35.2°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 17:00 dengan 35.2°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 16:18 dan 16:28 dengan 33.8°C. Hari ke-2 Suhu berkisar antara 34.2°C hingga 35.2°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dengan 35.2°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 16:48 dengan 34.2°C. Hari ke-3 Suhu berkisar antara 33.8°C hingga 34.7°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dan 13:29 dengan 34.7°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 16:39 dengan 33.8°C. Hari ke-4 Suhu berkisar antara 34.6°C hingga 35.2°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 17:00 dengan 35.2°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 16:39 dengan 34.6°C. Hari ke-5 Suhu berkisar antara 33.3°C hingga 34.7°C. Suhu tertinggi tercatat pada pukul 16:28 dengan 34.7°C, dan suhu terendah tercatat pada pukul 16:48 dengan 33.3°C.

**Hasil Uji Kelembapan**

**Tabel 2.** Hasil Monitoring Kelembapan Pada Kandang Ayam

Waktu	Kelembapan (%)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
13:18	69.00	69.00	75.00	75.00	70.00
13:29	70.00	69.00	70.00	73.00	77.00
13:39	69.00	71.00	75.00	73.00	72.00
13:48	69.00	69.00	73.00	71.00	75.00

14:00	74.00	68.00	77.00	72.00	74.00
16:18	77.00	78.00	73.00	74.00	76.00
16:28	76.00	75.00	76.00	75.00	78.00
16:39	75.00	77.00	78.00	78.00	80.00
16:48	78.00	76.00	78.00	78.00	81.00
17:00	75.00	76.00	79.00	74.00	80.00



**Gambar 3.** Hasil data dari LCD yang ditampilkan di aplikasi Blynk pada Smartphone

Hasil pengujian disajikan dalam beberapa grafik berikut:

a. Pengujian Kelembapan Kandang Ayam Pada Siang Hari

Pada siang hari, kelembapan di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 13:18 hingga pukul 14:00. Hari ke-1 Kelembapan berkisar antara 69.0% hingga 74.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 14:00 dengan 74.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 13:18, 13:39, dan 13:48 dengan 69.0%. Hari ke-2 Kelembapan berkisar antara 68.0% hingga 71.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 13:39 dengan 71.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 14:00 dengan 68.0%. Hari ke-3 Kelembapan berkisar antara 70.0% hingga 77.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 14:00 dengan 77.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 13:29 dengan 70.0%. Hari ke-4 Kelembapan berkisar antara 71.0% hingga 75.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dan

13:39 dengan 75.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 13:48 dengan 71.0%. Hari ke-5 Kelembapan berkisar antara 70.0% hingga 77.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 13:29 dengan 77.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 13:18 dengan 70.0%.

b. Pengujian Kelembapan Kandang Ayam Pada Sore Hari

Pada sore hari, kelembapan di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 16:18 hingga pukul 17:00. Hari ke-1 Kelembapan berkisar antara 75.0% hingga 78.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 16:48 dengan 78.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 17:00 dengan 75.0%. Hari ke-2 Kelembapan berkisar antara 75.0% hingga 78.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 16:18 dengan 78.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 16:28 dengan 75.0%. Hari ke-3 Kelembapan berkisar antara 73.0% hingga 79.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 17:00 dengan 79.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 16:18 dengan 73.0%. Hari ke-4 Kelembapan berkisar antara 74.0% hingga 78.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 16:39 dan 16:48 dengan 78.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 16:18 dengan 74.0%. Hari ke-5 Kelembapan berkisar antara 74.0% hingga 81.0%. Kelembapan tertinggi tercatat pada pukul 16:48 dengan 81.0%, dan kelembapan terendah tercatat pada pukul 14:00 dan 16:18 dengan 74.0%.

### Hasil Uji Gas Amonia

**Tabel 3.** Hasil Monitoring Gas Amonia Pada Kandang Ayam

Waktu	Gas Amonia (%)				
	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-4	Hari ke-5
13:18	24.55	31,37	33.90	30.15	30.15
13:29	24.55	31,37	30.15	30,15	32.62
13:39	24.55	30.15	31.37	31.37	31.376
13:48	24.55	31.37	30.15	31.37	32.62
14:00	26.69	30.15	28.96	31.37	32.62
16:18	31.37	31.37	31.37	33.90	36.58
16:28	31.37	31.37	24.55	37.97	36.58
16:39	31.37	30.15	24.55	37.97	35.22
16:48	31.37	19.70	24.55	39.40	33.90
17:00	31.37	12.71	26.69	37.97	35.22

Hasil pengujian gas Amonia akan disajikan dalam beberapa grafik berikut:

a. Pengujian Gas Amonia Ayam Pada Siang Hari

Pada siang hari, gas amonia di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 13:18 hingga pukul 14:00. Hari ke-1 Gas amonia berkisar antara 24.5% hingga 26.6%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 14:00 dengan 26.6%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 13:18, 13:29, 13:39, dan 13:48 dengan 24.5%. Hari ke-2 Gas amonia berkisar antara 30.15% hingga 31.37%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 13:18, 13:29, 13:48, dan 16:18 dengan 31.37%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 14:00 dengan 30.15%. Hari ke-3 Gas amonia berkisar antara 28.96% hingga 33.90%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 13:18 dengan 33.90%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 14:00 dengan 28.96%. Hari ke-4 Gas amonia berkisar antara 30.15% hingga 31.37%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 13:39, 13:48, dan 14:00 dengan 31.37%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 13:18 dengan 30.15%. Hari ke-5 Gas amonia berkisar antara 30.15% hingga 32.62%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 13:29, 13:48, dan 14:00 dengan 32.62%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 13:18 dengan 30.15%.

b. Pengujian Gas Amonia Ayam Pada sore Hari

Pada sore hari, gas amonia di dalam kandang ayam diamati setiap sepuluh menit mulai dari pukul 16:18 hingga pukul 17:00. Hari ke-1 Gas amonia berkisar antara 31.37% hingga 31.37%. Kadar gas amonia tercatat tetap pada pukul 16:18, 16:28, dan 16:39 dengan 31.37%. Hari ke-2 Gas amonia berkisar antara 12.71% hingga 31.37%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 16:18, 16:28, dan 16:39 dengan 31.37%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 17:00 dengan 12.71%. Hari ke-3 Gas amonia berkisar antara 24.55% hingga 31.37%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 16:39 dengan 31.37%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 16:28 dengan 24.55%. Hari ke-4 Gas amonia berkisar antara 33.90% hingga 37.97%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 16:28 dan 17:00 dengan 37.97%, dan kadar gas amonia terendah tercatat pada pukul 16:18 dengan 33.90%. Hari ke-5 Gas amonia berkisar antara 30.15% hingga 36.58%. Kadar gas amonia tertinggi tercatat pada pukul 16:18 dan 16:28 dengan 36.58%, dan kadar gas

amonia terendah tercatat pada pukul 13:18 dengan 30.15%.

## KESIMPULAN

Sistem yang dikembangkan dengan menggunakan NodeMCU V3, sensor MQ-135, sensor DHT11, dan display OLED LCD 0.96" berhasil mengukur dan menampilkan data kualitas udara secara real-time. Data dari sensor dikirimkan ke aplikasi New Blynk IoT melalui koneksi Wi-Fi, memungkinkan akses dan pemantauan jarak jauh oleh pengguna. Sensor MQ-135 dan DHT11 memberikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten untuk mendeteksi polutan gas serta mengukur suhu dan kelembaban udara di lingkungan peternakan. Hal ini sangat penting untuk menjaga kesehatan dan produktivitas ternak. Dengan memanfaatkan teknologi IoT, sistem ini memungkinkan pemantauan kualitas udara secara real-time dan dari jarak jauh, memberikan notifikasi kepada pengguna jika terdeteksi polusi udara yang berbahaya. Ini membantu peternak dalam mengambil tindakan preventif dengan cepat. Sistem ini memberikan manfaat besar bagi peternak dengan memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi udara di peternakan, sehingga dapat menjaga kesehatan ayam dan meningkatkan produktivitas peternakan. Pemantauan yang dilakukan juga membantu dalam mengurangi dampak polusi terhadap lingkungan sekitar peternakan.

## DISEMINASI

Artikel ini telah diseminasi pada Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi (SEMNASTIK) APTIKOM Tahun 2024 yang diselenggarakan oleh Universitas Methodist Indonesia pada tanggal 24-26 Oktober 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ketut H.D, N., Zakaria, F., & Sena Permana, A. (2023). Rancang Bangun Sistem Pendekripsi Suhu dan Kelembaban Pada Kandang Ayam Petelur Berbasis IoT dengan Integrasi Blynk Cloud. *EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 21(1), 28–37.  
<https://doi.org/10.55893/epsilon.v21i1.100>
- Mahardhika, B. P., Sholikah, N., Kalsum, U., Suryanto, D., & Darmayani, D. E. (2023). Upaya Peningkatan Retensi Nitrogen dan Penurunan Kadar Amonia Eksreta Ayam Petelur melalui Implementasi Probiotik Lactobacillus salivarius. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis*, 6(2), 133–139.  
<https://doi.org/10.21776/tb.jnt.2023.006.02.7>

- Muhammad ilham hakim, Kakang Nurwahid, & Ganis Sanhaji. (2023). Rancang Bangun Lampu Otomatis Dan Monitoring Suhu Ruangan Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU V3 dan Blynk. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 25(1), 82–91.  
<https://doi.org/10.24912/tesla.v25i1.23284>
- Rastina, R., Azhari, A., Ferasyi, T. R., Iskandar, C. D., Zainuddin, Z., Muttaqien, M., Sukma, Y., & Ayuti, S. R. (2023). Kualitas Telur Ayam Ras Petelur Cokelat (Hibrida) Isa Brown yang Dipelihara di Kandang Closed House dan Open House. *Jurnal Agripet*, 23(2), 142–148.  
<https://doi.org/10.17969/agripet.v23i2.22914>
- Trinaldi, A. F. (2022). Sistem Kontrol dan Monitoring Suhu Kelembaban Kandang pada Peternakan Ayam Broiler dengan Metode Logika Fuzzy Mamdani Berbasis Internet of Things. *Prosiding Sains Nasional Dan Teknologi*, 349–354.  
<https://doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7046>
- Wahyudi, M. R., & Nugraha, A. R. (2024). Alat Inkubator Kandang Anak Ayam Menggunakan Sensor Suhu DHT11 dengan Mikrokontroler Arduino. *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, 11(2).  
<https://doi.org/10.51530/jutekin.v11i2.800>