

PERANCANGAN INCUBATOR TELUR PUYUH OTOMATIS BERBASIS IOT

Alvin Ardiniansyah¹, Nofitasari², Bagus Riyanto³, Muhammad Hariansyah⁴

¹ Universitas Singaperbangsa, Karawang, Indonesia

Info Artikel

Riwayat artikel:

Received, (18 November 2025)

Revised, (1 Desember 2025)

Accepted, (3 Desember 2025)

Kata kunci: (pisahkan dengan titik-koma)

Inkubator otomatis;

IoT;

ESP32;

Suhu dan kelembaban;

Puyuh;

Mekatronika

ABSTRACT

The success rate of quail egg hatching is highly dependent on the stability of temperature, humidity, and frequency of egg turning during the incubation period. Conventional incubators that are still widely used by small farmers tend to be less efficient because they rely on manual supervision, which can cause fluctuations in the incubation environment. Therefore, this study aims to design and compare the performance of an automatic quail egg incubator based on the Internet of Things (IoT) with a conventional manual system. The prototype of the automatic incubator uses an ESP32 microcontroller, DHT22 sensor, servo motor for egg rotation, and the Blynk application for remote monitoring. Testing was carried out for 18 days by comparing temperature, humidity, hatching power, and hatching weight between the two systems. The results showed that the IoT incubator was able to maintain a stable temperature in the range of 37.5–38°C with a fluctuation of $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ and produced a hatching power of 88%, higher than the conventional incubator which only reached 68%. The average hatching weight in the automatic incubator was also greater, namely 7.4 grams compared to 7.0 grams in the manual system. Based on these results, the application of IoT technology has been proven to increase the efficiency of the hatching process and reduce the need for manual monitoring. This innovation can be an appropriate solution in modernizing small to medium-scale poultry farms.

ABSTRAK (10 PT)

Tingkat keberhasilan penetasan telur puyuh sangat bergantung pada kestabilan suhu, kelembaban, dan frekuensi pemutaran telur selama masa inkubasi. Inkubator konvensional yang masih banyak digunakan di kalangan peternak kecil cenderung kurang efisien karena bergantung pada pengawasan manual, yang dapat menimbulkan fluktuasi lingkungan inkubasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membandingkan performa inkubator telur puyuh otomatis berbasis Internet of Things (IoT) dengan sistem konvensional manual. Prototipe inkubator otomatis menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, motor servo untuk rotasi telur, serta aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian dilakukan selama 18 hari dengan membandingkan suhu, kelembaban, daya tetas, dan bobot tetas antara kedua sistem. Hasil menunjukkan bahwa inkubator IoT mampu menjaga suhu stabil pada kisaran 37,5–38°C dengan fluktuasi $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ dan menghasilkan daya tetas sebesar 88%, lebih tinggi dibandingkan inkubator konvensional yang hanya mencapai 68%. Rata-rata bobot tetas pada inkubator otomatis juga lebih besar, yaitu 7,4 gram dibandingkan 7,0 gram pada sistem manual. Berdasarkan hasil tersebut, penerapan teknologi IoT terbukti meningkatkan efisiensi proses penetasan dan mengurangi kebutuhan pemantauan manual. Inovasi ini dapat menjadi solusi tepat guna dalam modernisasi peternakan unggas skala kecil hingga menengah.

Penulis Korespondensi:

Alvin Ardiniansyah

Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

Email: 2210631150058@student.unsika.ac.id

1. PENDAHULUAN

Budidaya unggas seperti ayam, itik, dan burung puyuh menjadi salah satu sumber utama protein hewani bagi masyarakat Indonesia. Khususnya burung puyuh, unggas ini banyak dipilih karena masa produksinya singkat, tidak memerlukan lahan luas, dan memiliki nilai ekonomi yang cukup menjanjikan. Meski demikian, proses penetasan telur masih menjadi kendala bagi banyak peternak, terutama karena hasilnya sangat bergantung pada konsistensi suhu dan kelembaban. Secara alami, induk burung memang mampu menetasakan telur-telurnya, tetapi jumlahnya terbatas dan pengaturan suhu lingkungan sulit dikontrol. Hal ini menyebabkan para peternak mulai beralih menggunakan inkubator. Sayangnya, banyak inkubator konvensional masih menggunakan sistem manual yang menuntut pengawasan intensif setiap hari. Apabila suhu berubah hanya satu derajat dari kisaran optimal, peluang keberhasilan penetasan bisa turun drastis hingga 15% [1].

Kelembaban yang tidak stabil juga kerap menghambat perkembangan embrio. Terlebih lagi, pemutaran telur yang tidak dilakukan secara rutin bisa menyebabkan embrio menempel pada dinding cangkang dan gagal tumbuh sempurna. Maka dari itu, sistem otomatis yang mampu menjaga kestabilan suhu, kelembaban, dan rotasi telur secara presisi menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam proses ini. Seiring perkembangan teknologi, pemanfaatan *Internet of Things* (IoT) telah membawa angin segar bagi dunia peternakan. Perangkat seperti sensor suhu dan kelembaban, motor servo, dan mikrokontroler kini dapat diintegrasikan dalam satu sistem cerdas yang bekerja secara otomatis dan dapat dipantau dari jarak jauh melalui *smartphone* [2]. Sistem semacam ini tak hanya mengurangi beban kerja peternak, tetapi juga terbukti mampu meningkatkan tingkat keberhasilan penetasan hingga lebih dari 90% [3].

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penelitian ini merancang sebuah inkubator telur puyuh otomatis berbasis IoT. Alat ini diharapkan dapat menjadi solusi praktis yang mudah digunakan oleh peternak kecil, efisien dalam pemeliharaan, dan mampu menjaga kualitas penetasan secara konsisten tanpa pengawasan terus-menerus.

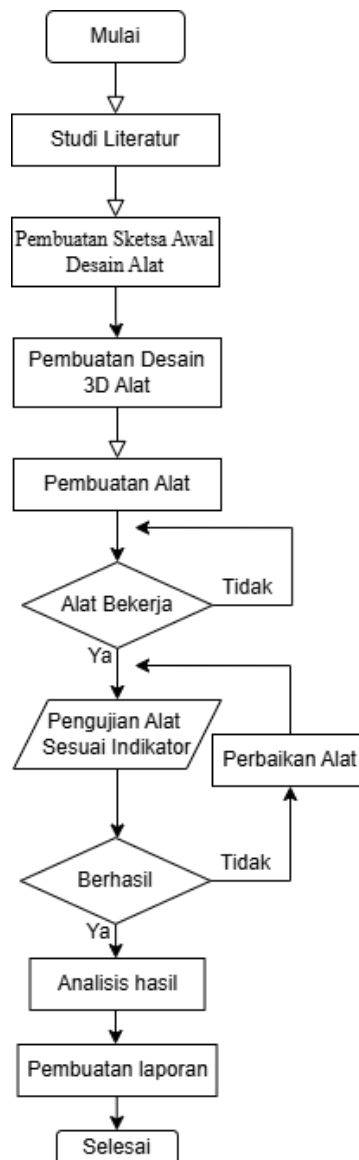
2. LANDASAN TEORI

Mesin tetas atau inkubator merupakan alat buatan yang berfungsi meniru proses alami pengeraman telur oleh induk unggas. Prinsip kerjanya menyesuaikan suhu dan kelembaban untuk mendukung pertumbuhan embrio serta membalik telur secara berkala, sebagaimana dilakukan oleh induk saat proses alami berlangsung. Dalam konteks penetasan telur burung puyuh, suhu inkubasi memegang peran paling penting. Suhu yang terlalu rendah menyebabkan embrio sulit berkembang, sedangkan suhu terlalu tinggi meningkatkan risiko dehidrasi dan kegagalan menetas [4]. Oleh karena itu, suhu optimal selama proses inkubasi harus dijaga dalam rentang tertentu agar daya tetas dan bobot tetas maksimal. Suhu 37,5°C terbukti menghasilkan daya tetas tertinggi (84%) dan bobot tetas yang juga optimal (7,36 g) untuk telur puyuh [5].

Fase inkubasi dibagi menjadi dua bagian, yaitu *setter* (awal inkubasi) dan *hatcher* (fase menjelang menetas). Pengelolaan suhu pada kedua fase ini harus cermat. Telur akan menyerap panas dari lingkungan selama paruh pertama inkubasi, kemudian menghasilkan panas dari metabolisme embrio di paruh kedua [6]. Oleh karena itu, kontrol suhu yang baik—baik secara manual maupun otomatis sangat menentukan keberhasilan penetasan. Selain suhu, kelembaban juga memengaruhi daya tetas.

Kelembaban yang disarankan selama inkubasi telur puyuh berkisar antara 55%–70%. Kelembaban yang terlalu rendah mempercepat penguapan cairan dalam telur, menyebabkan embrio dehidrasi. Sebaliknya, kelembaban terlalu tinggi dapat menghambat penguapan yang dibutuhkan embrio untuk memecah cangkang saat menetas [7]. Dengan demikian, pengaturan suhu dan kelembaban secara tepat sangat menentukan hasil penetasan. Mesin tetas otomatis yang mampu mengendalikan kedua faktor ini secara presisi, serta dilengkapi dengan sistem pembalik telur, menjadi alat yang sangat penting untuk meningkatkan produktivitas penetasan telur puyuh.

3. METODE

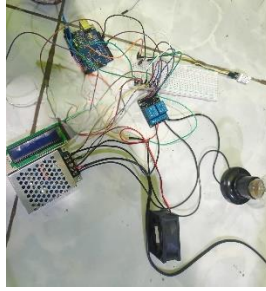


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimen yang bersifat komparatif, bertujuan untuk membandingkan kinerja inkubator otomatis berbasis IoT dengan inkubator konvensional manual. Aspek yang menjadi fokus evaluasi meliputi kestabilan suhu dan kelembaban selama masa inkubasi, serta tingkat keberhasilan penetasan telur puyuh. Rangkaian kegiatan mencakup proses perancangan alat, pengujian, dan pengumpulan data selama inkubasi berlangsung.

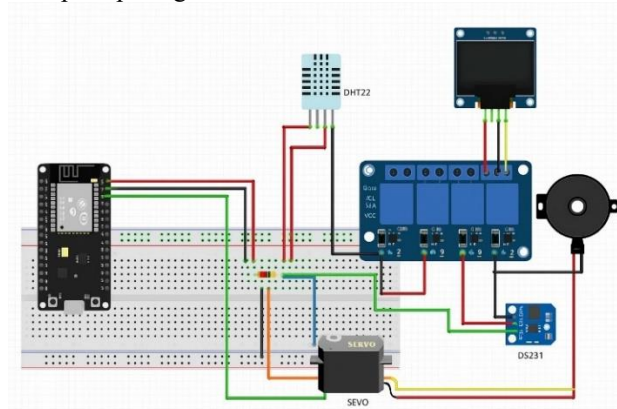
Proses penelitian dilakukan secara eksperimental di lingkungan laboratorium. Dua jenis inkubator disiapkan dengan karakteristik yang berbeda:

- Inkubator pertama adalah inkubator otomatis yang dirancang peneliti. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, motor servo untuk pemutar rak telur, serta pemantauan jarak jauh melalui aplikasi *Blynk*.



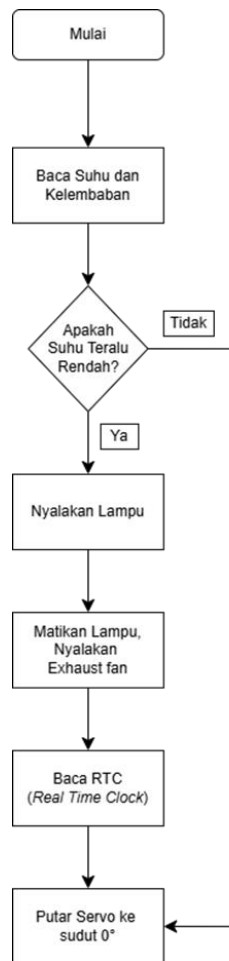
Gambar 2 Alat Incubator Otomatis Berbasis IoT

Dengan skema rangkaian seperti pada gambar berikut :



Gambar 3 Skema Rangkaian

1. ESP32 memulai sistem dan membaca data dari sensor suhu DHT22.
2. Jika suhu terlalu rendah
3. Relay diaktifkan untuk menyalakan lampu (sebagai pemanas).
4. Setelah beberapa saat, lampu dimatikan (relay *OFF*).
5. Waktu dari RTC dibaca untuk mencatat atau sebagai logika tambahan.
6. Motor servo digerakkan ke sudut 0° (posisi awal atau buka sesuatu).
7. Informasi suhu, kelembaban, dan waktu bisa ditampilkan pada layar *OLED*.



Gambar 4 Diagram Alur Kerja Alat

- Inkubator kedua merupakan inkubator konvensional, dengan sistem pemanas lampu pijar dan pemantauan manual menggunakan thermometer dan hygrometer digital. Rotasi telur dilakukan secara manual oleh operator.



Gambar 5 Incubator Konvensional

Masing-masing inkubator diisi 25 butir telur puyuh yang telah disortir berdasarkan ukuran dan umur embrio agar homogen. Inkubasi dilakukan selama 16–18 hari sesuai masa pengeraman telur puyuh.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

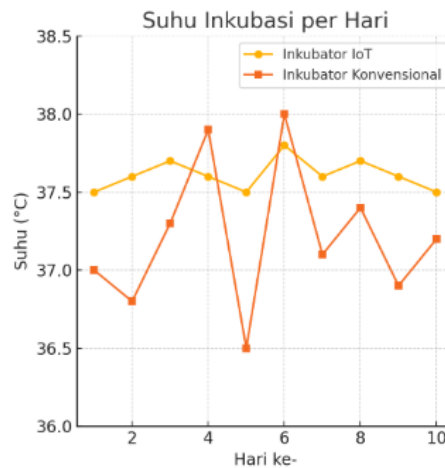
Bagian ini menyajikan hasil pengamatan dan analisis dari uji coba dua jenis inkubator telur puyuh, yaitu inkubator otomatis berbasis IoT dan inkubator konvensional yang dioperasikan secara manual. Selama masa inkubasi, berbagai data seperti suhu, kelembaban, tingkat penetasan, serta bobot anak puyuh dikumpulkan dan dibandingkan. Untuk mempermudah pemahaman, hasil tersebut disajikan dalam bentuk tabel, grafik, serta dijelaskan secara numerik dan deskriptif. Pembahasan disusun ke dalam beberapa sub-bab agar alur analisis lebih terstruktur dan mudah diikuti oleh pembaca.

3.1. Pengaruh Sistem Inkubasi terhadap Parameter Lingkungan

Perbedaan signifikan diamati pada pengaturan suhu dan kelembaban antara inkubator otomatis dan konvensional.

Tabel 1 Data Variabel dari Kedua Inkubator

Variabel	Inkubator IoT	Inkubator Konvensional
Suhu Rata-Rata (°C)	$37,6 \pm 0,3$	$37,1 \pm 0,9$
Kelembapan (%)	63 ± 5	58 ± 7



Gambar 6 Grafik Suhu Inkubasi Per Hari

3.1.1. Analisis Stabilitas Suhu

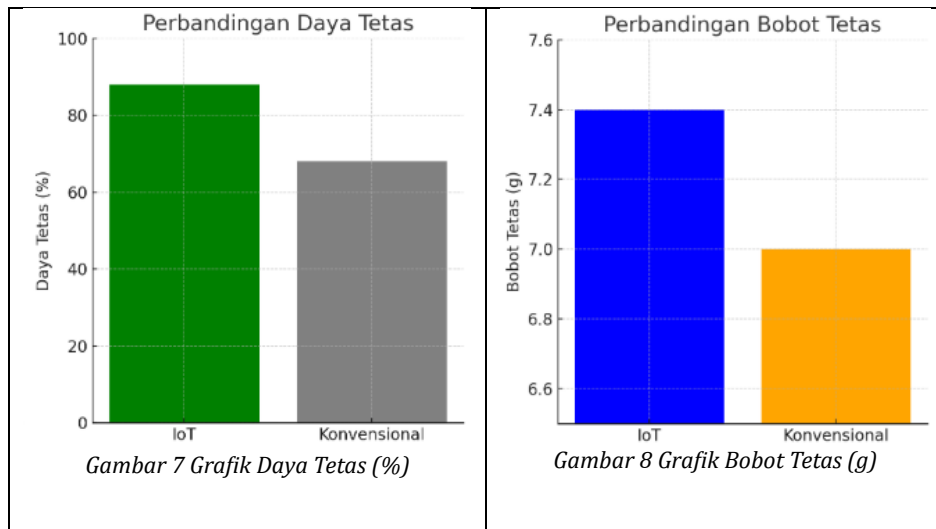
Suhu inkubasi T merupakan parameter kritis yang memengaruhi metabolisme embrio selama inkubasi. Nilai suhu optimal untuk puyuh berada pada kisaran $37,5^{\circ}\text{C}$ – 38°C . Dalam penelitian ini, suhu inkubator otomatis menunjukkan *deviasi* yang lebih kecil dibandingkan sistem konvensional. Stabilitas ini menjamin pertumbuhan embrio yang lebih seragam dan menurunkan risiko mortalitas akibat fluktuasi suhu ekstrem [8].

3.2. Perbandingan Daya Tetas dan Bobot Tetas

Performa dari kedua metode inkubasi dievaluasi berdasarkan jumlah telur menetas dan bobot anak puyuh (DOQ) pasca penetasan.

Tabel 2 Data Perbandingan Daya Tetas dan Bobot Tetas

Jenis Inkubator	Daya Tetas (%)	Bobot Tetas (g)
Inkubator IoT	88	7,4
Inkubator Konvensional	68	7



Tingkat penetasan yang lebih tinggi pada inkubator otomatis disebabkan oleh kestabilan lingkungan inkubasi dan sistem rotasi telur otomatis. Berdasarkan hasil pengamatan, didapatkan:

$$\text{Efisiensi Penetasan} = \frac{j_{\text{menetas}}}{j_{\text{total}}} \times 100\% = \frac{22}{25} \times 100\% = 88\% \quad (1)$$

dengan:

- J menetas : jumlah telur menetas,
- J total : jumlah telur fertil.

Perhitungan serupa untuk inkubator konvensional menghasilkan efisiensi sebesar 68%. Nilai ini berada di bawah standar ideal yaitu $\geq 70\%$.

Bobot anak puyuh yang menetas dari inkubator IoT lebih tinggi dan seragam dibandingkan sistem manual. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu dan kelembaban yang stabil berpengaruh langsung terhadap penyerapan nutrisi embrio dari kuning telur. Suhu inkubasi memengaruhi penyerapan gizi dalam telur dan bobot akhir anak unggas.

3.3 Efisiensi Operasional dan Teknologi IoT

Tabel 3 Data Efisiensi dari Kedua Incubator

Aspek	Incubator Otomatis IoT	Incubator Konvensional
Rotasi Telur	Otomatis (servo)	Manual (4x/hari)
Pemantauan Suhu dan Kelembaban	Real-time (<i>Blynk</i>)	Manual (termometer)
Respon Terhadap Suhu	Langsung (relay)	Terlambat (manual)
Kebutuhan Tenaga Kerja	Rendah	Tinggi

Implementasi sistem berbasis ESP32 dan sensor DHT22 memberikan kemudahan pemantauan serta efisiensi waktu. Notifikasi berbasis *Telegram* atau *Blynk* memungkinkan operator merespons perubahan suhu atau gangguan daya tanpa harus selalu berada di lokasi inkubator.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis selama proses inkubasi, dapat disimpulkan bahwa inkubator otomatis berbasis IoT menunjukkan performa yang lebih baik dibandingkan dengan inkubator konvensional manual dalam berbagai aspek penting. Sistem otomatis mampu menjaga suhu dan kelembaban tetap stabil selama masa inkubasi, dengan fluktuasi suhu yang rendah dan kelembaban yang lebih terkontrol. Hal ini berdampak langsung terhadap peningkatan daya tetas, yang mencapai 88% pada inkubator IoT, dibandingkan dengan 68% pada inkubator konvensional.

Selain itu, anak puyuh (DOQ) yang menetas dari inkubator otomatis memiliki bobot tetas yang lebih tinggi dan seragam, yaitu rata-rata 7,4 gram, dibandingkan dengan 7,0 gram pada sistem manual. Sistem rotasi otomatis dan pemantauan suhu/kelembaban secara *real-time* juga terbukti mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja dan meningkatkan efisiensi operasional.

Secara keseluruhan, penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) pada inkubator telur puyuh tidak hanya memberikan hasil yang lebih optimal dalam hal keberhasilan penetasan, tetapi juga menawarkan solusi praktis

dan efisien bagi peternak skala kecil hingga menengah. Inovasi ini layak dikembangkan lebih lanjut dan diimplementasikan secara luas sebagai bentuk modernisasi dalam sistem pembibitan unggas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Bhisma Mahendra, S.Si., selaku dosen pengampu mata kuliah Mekatronika, yang telah membimbing dan memberikan arahan selama proses perancangan dan penyusunan laporan ini. Bimbingan beliau sangat berperan dalam memperluas wawasan serta memperdalam pemahaman kami dalam penerapan teknologi mekatronika, khususnya pada proyek inkubator telur puyuh otomatis berbasis IoT ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh anggota kelompok yang telah bekerja sama dengan penuh semangat dan tanggung jawab, mulai dari tahap perancangan alat, pengambilan data, hingga penyusunan laporan akhir. Semangat kerja tim dan komunikasi yang baik menjadi faktor penting dalam keberhasilan penyelesaian tugas ini.

Akhir kata, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat serta menjadi referensi bagi pengembangan inovasi teknologi tepat guna di bidang peternakan unggas.

REFERENSI

- [1] P. P. Simanjuntak and A. Triwiyatno, "PENGATURAN SUHU DENGAN METODE GAIN SCHEDULING PI PADA PROTOTIPE INKUBATOR TELUR BERBASIS," vol. 10, no. 3, pp. 84–93, 2022.
- [2] S. S. Shanto, M. Rahman, J. M. Oasik, and H. Hossain, "Smart Greenhouse Monitoring System Using Blynk IoT App," *J. Eng. Res. Reports*, vol. 25, no. 2, pp. 94–107, 2023, doi: 10.9734/jerr/2023/v25i2883.
- [3] S. Nisa and I. Andreansyah, "Jurnal Kecerdasan Buatan , Komputasi dan Teknologi Informasi Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Internet of Things," vol. 5, no. 2, pp. 135–146, 2024.
- [4] E. S. Nakage, J. P. Cardozo, G. T. Pereira, I. C. Boleli, C. Jp, and P. Gt, "Effect of temperature on incubation period, embryonic mortality, hatch rate, egg water loss and partridge chick weight (*Rhynchotus rufescens*)," *Rev. Bras. Ciência Avícola*, vol. 5, no. 2, pp. 131–135, 2003, doi: 10.1590/S1516-635X2003000200007.
- [5] J. Neonnub, L. Adriani, and I. Setiawan, "Pengaruh Level Suhu Mesin Tetes Terhadap Daya Tetes dan Bobot Tetes Telur Puyuh Padjadjaran," *J. Ilmu Ternak Univ. Padjadjaran*, vol. 19, no. 2, p. 1, 2020, doi: 10.24198/jit.v19i2.23605.
- [6] N. A. FRENCH, "Modeling Incubation Temperature: The Effects of Incubator Design, Embryonic Development, and Egg Size," *Poult. Sci.*, vol. 76, pp. 124–133, 1997, [Online]. Available: https://watermark.silverchair.com/poultrysci76-0124.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAe485ysgAAAcgwggHEBgkqhkiG9w0BBwagggG1MIIBsQIBADCCAaoGCSqGSIb3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQM Pw15EYsfB6F59rdAgEQgIIBe1U4HJGkm0-oNRtBd2WrmT53lioIXEOOpriZJ
- [7] H. Bergoug *et al.*, "Effect of pre-incubation and incubation conditions on hatchability, hatch time and hatch window, and effect of post-hatch handling on chick quality at placement," *Worlds. Poult. Sci. J.*, vol. 69, no. 2, pp. 313–334, 2013, doi: 10.1017/S0043933913000329.
- [8] J. M. Romao, T. G. V. Moraes, R. S. C. Teixeira, C. C. Buxade, and W. M. Cardoso, "Incubation of Japanese quail eggs at different temperatures: Hatchability, hatch weight, hatch time and embryonic mortality," *Arch. Vet. Sci.*, vol. 14, no. 3, pp. 155–162, 2009, doi: 10.5380/avs.v14i3.14887.