

PENGARUH PENGGUNAAN AIR REBUSAN DAUN KAYU PUTIH (*Melaleuca cajuputi*) SEBAGAI BAHAN SANITASI TELUR TERHADAP DAYA TETAS DAN MORTALITAS TELUR PUYUH

Muhammad Al Rasyid Supanto, Suryani Naurasari, Nurul Fikri Fauziyah, Fauzan
Yudha Anggara, Ahmad Yasin Azzami Warsito, Ade Hilman Maulana,
Muhammad Naufal Sulthon Alaziz

Livestock Technology and Management, Vocational Education, IPB University, Bogor
City, 16151

*Penulis Korespondensi: rasyidsupanto@apps.ipb.ac.id

Abstract. Hatching egg sanitation is an important practice to reduce microbial contamination on the eggshell and improve hatchability. This study aimed to evaluate the effect of boiled *Melaleuca cajuputi* leaf solution as a natural egg sanitizer on hatchability and embryonic mortality of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. A Completely Randomized Design (CRD) was used with four treatments: no sanitation (P0), formalin-potassium permanganate fumigation (P1), spraying with 25% boiled *M. cajuputi* leaf solution (P2), and 50% boiled *M. cajuputi* leaf solution (P3). Each treatment consisted of three replicates with five eggs per replicate. Hatchability, embryonic mortality, and embryodiagnosis were observed. All treatments resulted in 0% hatchability and 100% embryonic mortality. Embryodiagnostic observations indicated that embryos in the fumigation and boiled *M. cajuputi* leaf treatments developed to the middle and late stages of incubation, whereas embryos in the control treatment tended to die at an earlier stage. The hatch failure was likely associated with suboptimal incubation conditions, particularly incubation temperatures of 33–35°C during the last ten days and relative humidity of 45–55%, which limited the evaluation of treatment effects.

Keywords: Cajuput leaf, Hatchability, Natural egg sanitation, Quail eggs

Abstrak. Sanitasi telur tetas merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kontaminasi mikroorganisme pada kerabang sehingga dapat mendukung keberhasilan penetasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan air rebusan daun kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) sebagai bahan sanitasi terhadap daya tetas dan mortalitas embrio telur puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu tanpa sanitasi (P0), fumigasi formalin-kalium permanganat (P1), penyemprotan air rebusan daun kayu putih konsentrasi 25% (P2), dan 50% (P3), masing-masing tiga ulangan dengan lima butir telur per ulangan. Parameter yang diamati meliputi daya tetas, mortalitas embrio, dan *embryodiagnosis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh perlakuan menghasilkan daya tetas 0% dan mortalitas embrio 100%. Hasil *embryodiagnosis* menunjukkan bahwa embrio pada perlakuan fumigasi dan penyemprotan air rebusan daun kayu putih mampu berkembang hingga fase pertengahan dan akhir inkubasi, sedangkan embrio pada kontrol cenderung mengalami kematian lebih awal. Kegagalan penetasan diduga dipengaruhi oleh kondisi inkubasi yang kurang optimal, terutama suhu 33–35°C pada sepuluh hari terakhir inkubasi dan kelembapan 45–55%, sehingga pengaruh perlakuan belum dapat dievaluasi secara optimal..

Kata kunci: Kayu putih, Daya tetas, Sanitasi telur alami, Telur puyuh

1. LATAR BELAKANG

Keberhasilan proses penetasan telur puyuh sangat dipengaruhi oleh kualitas telur tetas dan kondisi sanitasi selama inkubasi. Salah satu penyebab utama rendahnya daya

tetas adalah kontaminasi mikroba pada permukaan kerabang telur. Kerabang telur memiliki pori-pori yang berfungsi dalam pertukaran gas embrio, namun keberadaan pori tersebut juga memungkinkan bakteri dan jamur masuk ke dalam telur sehingga mengganggu perkembangan embrio. Kontaminasi mikroba pada telur tetas diketahui dapat meningkatkan mortalitas embrio, terutama pada fase awal inkubasi, serta menurunkan persentase daya tetas dan kualitas DOQ (Day Old Quail) (Aygün dan Sert 2013).

Sanitasi telur tetas pada *hatchery* umumnya dilakukan menggunakan formalin melalui metode fumigasi. Formalin memang efektif menekan pertumbuhan mikroorganisme, tetapi penggunaannya mulai dibatasi karena bersifat toksik, iritatif, dan berpotensi membahayakan pekerja *hatchery* maupun embrio telur apabila digunakan dalam konsentrasi tinggi. Selain itu, residu formaldehid yang bersifat karsinogenik menjadi perhatian dalam pengembangan sistem *hatchery* modern yang lebih ramah lingkungan (Copur *et al.* 2010). Oleh sebab itu, berbagai penelitian mulai diarahkan pada pemanfaatan bahan herbal alami sebagai alternatif *sanitizer* telur tetas.

Penggunaan bahan herbal dinilai lebih aman karena mengandung senyawa bioaktif alami yang memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penggunaan senyawa volatil berbasis tanaman herbal mampu menurunkan jumlah mikroba pada kerabang telur tanpa menurunkan performa penetasan. Yildirim *et al.* (2023) menyatakan bahwa penggunaan *essential oil* berbasis tanaman herbal dapat mempertahankan *hatchability* telur unggas sekaligus menekan cemaran bakteri pada *hatchery*. Namun demikian, penggunaan *essential oil* secara langsung pada kerabang telur berpotensi mengganggu fungsi pori telur akibat terbentuknya lapisan minyak pada permukaan kerabang.

Daun kayu putih (*Eucalyptus globulus*) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi digunakan sebagai *sanitizer* alami karena mengandung senyawa aktif berupa eucalyptol (1,8-cineole), flavonoid, tanin, dan terpenoid yang memiliki aktivitas antibakteri dan antijamur (Damjanovic-Vratnica *et al.* 2011). Senyawa eucalyptol diketahui efektif menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* yang sering menjadi kontaminan pada *hatchery* unggas. Selain itu, daun kayu

putih memiliki karakteristik volatil sehingga senyawa aktifnya dapat bekerja dalam bentuk uap (*vapour*).

Pendekatan *vapour* menjadi menarik karena memungkinkan senyawa volatil bekerja sebagai antimikroba tanpa kontak cair secara langsung dengan kerabang telur. Penelitian oleh Luís *et al.* (2016) menunjukkan bahwa uap (*vapour phase*) minyak eucalyptus memiliki kemampuan antibakteri yang lebih efektif dibandingkan aplikasi cair pada beberapa bakteri patogen karena senyawa volatil lebih mudah menyebar di ruang tertutup. Penelitian lain juga menyebutkan bahwa paparan *vapour eucalyptus* mampu menurunkan jumlah mikroorganisme udara dan permukaan pada sistem tertutup tanpa meninggalkan residu berlebih (Usachev *et al.* 2013). Hal tersebut menunjukkan bahwa metode *vapour* berpotensi diaplikasikan pada *hatchery* sebagai *sanitizer* alami yang lebih aman terhadap fungsi pori kerabang telur.

Penelitian mengenai pemanfaatan *vapour* daun kayu putih segar pada telur tetas puyuh masih sangat minim, terutama dalam kaitannya dengan daya tetas dan mortalitas embrio. Sebagian besar studi terdahulu lebih menitikberatkan pada penggunaan fumigan kimia atau *essential oil* sintetis pada telur ayam, sementara penerapan uap herbal pada telur puyuh belum banyak diteliti. Oleh sebab itu, kajian tentang pengaruh paparan *vapour* daun kayu putih segar terhadap daya tetas dan mortalitas embrio telur puyuh penting dilakukan sebagai langkah pengembangan metode sanitasi alami yang lebih aman, ekonomis, serta ramah lingkungan bagi *hatchery* puyuh dalam bidang Ilmu Peternakan.

2. METODE PENELITIAN

1. Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium program studi Teknologi dan Manajemen Ternak IPB University selama 20 Hari. Bahan yang digunakan selama penelitian adalah 60 butir telur tetas puyuh, daun kayu putih (*Melaleuca cajuputi*), KMnO₄ (Kalium permanganat), formalin, Aquades, air dan tisu. Peralatan yang digunakan adalah satu unit mesin tetas, *egg tray*, wadah *stainless* kecil, gunting, gelas ukur, kain lap, meteran, cawan, pinset, kompor, panci, timbangan, alat tulis menulis, kabel *ties*, kawat jaring, pengukur suhu dan tali plastik. Sebanyak 60 butir telur tetas puyuh digunakan telah terseleksi dengan rata-rata berat telur 11,31 g, bentuk telur oval dan

normal, warna telur krem, putih, atau cokelat muda dengan corak bintik-bintik (spot) berwarna coklat tua hingga hitam dan dalam keadaan bersih. Mesin penetasan yang digunakan berjumlah satu unit dengan panjang 1,02 m, lebar 0,8 m, dan tinggi 1,1 m.

2. Rancangan Percobaan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga level perlakuan yaitu : P0 = tanpa sanitasi, P1 = fumigasi menggunakan kalium permanganat kekuatan 1, P2 = sanitasi dengan vapour daun kayu putih konsentrasi 25%, P3 = sanitasi dengan vapour daun kayu putih konsentrasi 50%. Sebanyak 4 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Setiap 1 unit percobaan terdiri atas 5 butir sehingga jumlah telur tetas yang digunakan adalah 60 butir.

Tabel 1.1 Pengacakan Perlakuan

Pengacakan	P0	P1	P2	P3
U1	Unit 5	Unit 10	Unit 1	Unit 3
U2	Unit 2	Unit 7	Unit 9	Unit 8
U3	Unit 11	Unit 4	Unit 6	Unit 12

Terdapat 2 tahap prosedur dalam penelitian ini, yaitu tahap pertama tahap persiapan daun kayuputih yang direbus berdasarkan konsentrasinya, dan tahap kedua adalah tahap fumigasi mesin, sanitasi telur, dan setting telur.

3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a) Persiapan mesin tetas

Sebelum digunakan, mesin tetas dibersihkan menggunakan sabun dan air mengalir untuk menghilangkan sisa kotoran dan kontaminan dari periode penetasan sebelumnya. Bagian rak, sudut mesin, dan ruang penetasan dibersihkan secara menyeluruh sebelum dilakukan fumigasi. Setelah proses sanitasi ruang penetasan, buat sekat pembatas antar telur pada bagian hatcher agar DOQ yang menetas nantinya tidak bercampur satu sama lain. Lalu lakukan pengecekan terhadap alat-alat yang ada pada mesin agar penetasan berjalan dengan baik.

b) Persiapan Desinfektan Alami

Penelitian ini menggunakan daun kayu putih segar dicuci bersih, ditimbang untuk P2 = 250 gr dan P3 = 500 gr. Masing masing daun kayu putih yang sudah ditambahkan air 1000 ml dan direbus selama 10 menit dengan api kecil. Jika air rebusan telah mengeluarkan wangi aromatik dan warna berubah menguning, api dimatikan. Air rebusan yang terdapat daun disaring ke dalam alat humidifier.

c) Persiapan dan Sanitasi Telur Tetas

Jumlah telur yang digunakan adalah sebanyak 60 butir telur puyuh. Telur tetas Burung Puyuh yang telah diseleksi selanjutnya dilakukan sanitasi dengan menggunakan kain yang dibasahi. Sanitasi telur tetas dilakukan dengan cara pengelapan pada permukaan telur hingga merata dan tidak ada kotoran yang menempel pada permukaan telur. Setelah dibersihkan, telur di paparkan air rebusan daun kayu putih sesuai dengan perlakuan dan dibiarkan menutupi seluruh permukaan dan dimasukkan ke dalam mesin tetas.

d) Fumigasi

Sebelum fumigasi telur dilakukan, mesin tetas terlebih dahulu difumigasi. Tahapan ini bertujuan untuk mensterilkan mesin dari sisa pemakaian sebelumnya sehingga dapat meminimalkan risiko kontaminasi mikroorganisme. Fumigasi mesin dilakukan dengan tingkat kekuatan 3, sedangkan fumigasi telur dilakukan dengan tingkat kekuatan 1. Perlakuan ini bertujuan untuk menekan pertumbuhan bakteri pada mesin tetas serta telur tetas ayam, puyuh, dan itik.

Fumigasi menggunakan formalin dan KMnO_4 hanya dilakukan pada mesin tetas sebelum proses inkubasi untuk mensterilkan ruang penetasan. Perlakuan penelitian difokuskan pada sanitasi telur tetas menggunakan ekstrak daun miana dan ekstrak daun sirih. Berdasarkan hasil pengukuran, mesin tetas memiliki panjang 1,02 m, lebar 0,8 m, dan tinggi 1,1 m sehingga diperoleh volume sebesar $0,8976 \text{ m}^3$. Perhitungan kebutuhan bahan fumigasi mengacu pada dosis standar, sehingga untuk volume mesin tersebut, fumigasi kekuatan 3 digunakan formalin sebanyak 38 ml dan PK sebanyak 19 gram. Sedangkan untuk kekuatan 1, dibutuhkan 12,7 ml formalin dan 6,34 gram PK. Bahan fumigasi dicampurkan dalam wadah stainless steel, kemudian diletakkan di bagian dalam

mesin tetas. Mesin ditutup rapat selama ± 30 menit untuk fumigasi mesin dan ± 10 menit untuk fumigasi telur.

e) Setting Telur

Telur dimasukkan ke dalam mesin tetas dengan posisi bagian tumpul berada di atas, dan pengacakan dilakukan untuk meletakkan telur sesuai dengan perlakuan. Penataan telur pada rak dilakukan secara merata untuk memastikan distribusi suhu dan kelembaban yang seragam di dalam mesin tetas. Selama proses inkubasi, telur diputar secara berkala otomatis. Pengaturan suhu sudah otomatis dan tidak berubah pada kisaran $37\text{--}38^{\circ}\text{C}$ dengan kelembaban $60\text{--}70\%$ selama periode inkubasi.

4. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah daya tetas dan mortalitas telur puyuh. Mortalitas embrio atau kematian embrio merupakan kematian yang terjadi pada saat embrio di dalam cangkang sampai saat embrio keluar dari cangkang telur. Daya tetas adalah persentase jumlah telur yang menetas dari total telur yang fertil (Fadhilah *et al.* 2007), yang dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya Tetas (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur yang menetas}}{\text{Jumlah telur fertil}} \times 100\%$$

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah telur yang tidak menetas}}{\text{Jumlah telur fertil}} \times 100\%$$

5. Analisis Data

Data daya tetas dan mortalitas embrio dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Sebelum dilakukan analisis ragam (ANOVA), data terlebih dahulu diuji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk dan homogenitas varians menggunakan uji Levene pada taraf signifikansi 5%.

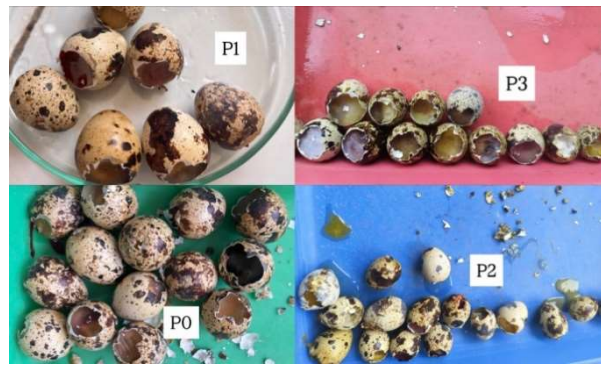
Data yang memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas selanjutnya dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95%. Apabila hasil analisis menunjukkan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji lanjut Tukey Honestly Significant Difference (HSD) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan program Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versi 22.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penggunaan Air Rebusan Daun Kayu Putih terhadap Daya Tetas Telur Puyuh

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya tetas telur puyuh pada seluruh perlakuan, yaitu kontrol tanpa sanitasi (P0), fumigasi formalin-KMnO₄ (P1), penyemprotan air rebusan daun kayu putih konsentrasi 25% (P2), dan konsentrasi 50% (P3), adalah 0%. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa tidak terdapat telur yang berhasil menetas hingga akhir masa inkubasi selama 19 hari. Secara biologis, kondisi ini menunjukkan adanya gangguan yang bersifat menyeluruh selama proses inkubasi sehingga faktor lingkungan inkubasi diduga memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan perlakuan sanitasi telur.

Seluruh perlakuan menghasilkan daya tetas 0% dan mortalitas embrio 100%, sehingga data tidak memiliki keragaman ($\text{variance} = 0$). Oleh karena itu, analisis ragam (ANOVA) tidak dapat dilakukan karena salah satu asumsi dasar analisis ragam adalah adanya variasi antar satuan percobaan. Meskipun seluruh telur gagal menetas, hasil embryodiagnosis menunjukkan bahwa perkembangan embrio tidak berhenti pada fase yang sama. Pada perlakuan kontrol (P0), sebagian besar telur masih memperlihatkan kuning telur yang belum terserap sempurna disertai embrio berukuran kecil atau bahkan hanya berupa jaringan embrional awal. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa sebagian embrio mengalami kematian pada fase awal inkubasi, yang secara morfologis diperkirakan terjadi pada kisaran hari ke-3 hingga ke-7. Sebaliknya, pada perlakuan fumigasi (P1), penyemprotan air rebusan daun kayu putih 25% (P2), dan 50% (P3), sebagian besar embrio telah berkembang lebih lanjut dengan terbentuknya mata, paruh, ekstremitas, serta jaringan tubuh yang relatif lengkap. Akan tetapi, embrio belum menunjukkan pembentukan bulu yang sempurna maupun posisi khas menjelang penetasan (hatching position), sehingga kematian embrio diperkirakan terjadi pada fase pertengahan hingga akhir inkubasi, yaitu sekitar hari ke-12 sampai ke-16. Perbedaan perkembangan embrio pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Perkembangan embrio telur puyuh pada masing-masing perlakuan

Perbedaan tingkat perkembangan embrio tersebut menunjukkan bahwa proses fertilisasi dan perkembangan embrio pada sebagian besar telur masih berlangsung dengan baik. Dengan demikian, kegagalan daya tetas pada penelitian ini diduga tidak berkaitan langsung dengan penggunaan air rebusan daun kayu putih sebagai bahan sanitasi telur, melainkan lebih dipengaruhi oleh kondisi inkubasi yang tidak optimal. Selama penelitian berlangsung, suhu mesin tetas pada sekitar sepuluh hari terakhir hanya berkisar antara 33–35°C, sedangkan suhu optimum inkubasi telur puyuh berada pada kisaran 37,5–37,8°C. Penurunan suhu sebesar 2–4°C tersebut secara fisiologis dapat menurunkan aktivitas metabolisme embrio, menghambat diferensiasi sel, memperlambat pembentukan organ, serta mengurangi pemanfaatan cadangan nutrisi dari kuning telur. Menurut Yalçın *et al.* (2022), suhu inkubasi yang berada di bawah kisaran optimum akan memperlambat laju pertumbuhan embrio dan meningkatkan risiko kematian, terutama pada fase pertengahan hingga akhir inkubasi.

Selain suhu, kelembapan mesin tetas selama penelitian berada pada kisaran 45–55%. Kisaran tersebut masih dapat ditoleransi pada fase awal inkubasi, namun lebih rendah dibandingkan kelembapan yang direkomendasikan menjelang penetasan, yaitu sekitar 65–70%. Kelembapan yang tidak meningkat pada fase akhir dapat menyebabkan penguapan air telur berlangsung berlebihan sehingga membran kerabang menjadi lebih kering dan rongga udara berkembang secara tidak optimal. Akibatnya, embrio mengalami kesulitan melakukan internal pipping maupun external pipping sehingga peluang untuk menetas semakin rendah. Tona *et al.* (2022) menjelaskan bahwa keberhasilan penetasan merupakan hasil interaksi antara suhu, kelembapan, ventilasi, dan pembalikan telur.

Gangguan pada salah satu faktor tersebut dapat menurunkan viabilitas embrio meskipun fertilisasi berlangsung normal.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Neonnub *et al.* (2020) yang melaporkan bahwa suhu inkubasi merupakan faktor paling menentukan terhadap daya tetas telur puyuh. Inkubasi pada suhu optimum menghasilkan daya tetas yang lebih tinggi dibandingkan suhu yang lebih rendah atau lebih tinggi. Dengan demikian, penurunan suhu hingga kisaran 33–35°C selama hampir dua pertiga masa inkubasi diduga menjadi penyebab utama rendahnya daya tetas pada penelitian ini.

Di sisi lain, tidak ditemukan indikasi bahwa penyemprotan air rebusan daun kayu putih menyebabkan kerusakan embrio pada fase awal perkembangan. Hal tersebut terlihat dari masih berkembangnya embrio hingga fase pertengahan bahkan mendekati akhir inkubasi pada perlakuan P2 dan P3. Temuan ini memberikan indikasi bahwa air rebusan daun kayu putih berpotensi aman digunakan sebagai bahan sanitasi telur, meskipun efektivitasnya terhadap peningkatan daya tetas belum dapat dibuktikan karena adanya faktor perancu berupa ketidakstabilan kondisi inkubasi.

Pengaruh Penggunaan Air Rebusan Daun Kayu Putih terhadap Mortalitas Embrio Telur Puyuh

Mortalitas embrio pada penelitian ini mencapai 100%, ditandai dengan tidak adanya telur yang berhasil menetas pada seluruh perlakuan. Walaupun demikian, hasil embryodiagnosis menunjukkan bahwa kematian embrio tidak terjadi secara seragam. Sebagian embrio mengalami kematian pada fase awal perkembangan, sedangkan sebagian lainnya mampu bertahan hingga fase pertengahan atau bahkan mendekati akhir inkubasi sebelum akhirnya mengalami kematian.

Pada perlakuan kontrol (P0), dominasi kuning telur yang masih utuh menunjukkan bahwa embrio mengalami gangguan sejak awal perkembangan. Kematian embrio pada fase awal umumnya berkaitan dengan kegagalan pembentukan sistem sirkulasi, gangguan perkembangan membran ekstraembrionik, atau rendahnya kemampuan embrio beradaptasi terhadap kondisi lingkungan inkubasi. Menurut Burggren dan Mueller (2022), embrio unggas pada fase awal sangat sensitif terhadap perubahan suhu karena organ-organ vital, terutama sistem peredaran darah dan sistem saraf, masih berada pada

tahap diferensiasi. Penurunan suhu secara terus-menerus akan memperlambat pembelahan sel dan meningkatkan risiko kematian embrio dini.

Sebaliknya, embrio pada perlakuan P1, P2, dan P3 telah berkembang hingga membentuk mata, paruh, kaki, dan organ tubuh lainnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa embrio masih mampu melewati fase organogenesis awal. Akan tetapi, tidak ditemukannya embrio yang telah berbulu sempurna maupun menunjukkan posisi menjelang menetas mengindikasikan bahwa kematian terjadi sebelum memasuki fase akhir perkembangan. Kondisi tersebut diduga erat kaitannya dengan penurunan suhu mesin tetas pada sepuluh hari terakhir inkubasi.

Pada fase pertengahan hingga akhir inkubasi, kebutuhan energi embrio meningkat secara signifikan karena berlangsung proses pertumbuhan otot, mineralisasi tulang, pembentukan bulu, penyerapan kuning telur, serta pematangan sistem respirasi. Penurunan suhu hingga kisaran 33–35°C menyebabkan laju metabolisme embrio menurun sehingga kebutuhan energi tidak dapat terpenuhi secara optimal. Akibatnya, embrio gagal menyelesaikan proses perkembangan meskipun organ utama telah terbentuk. Kondisi tersebut sesuai dengan penjelasan Yalçın *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa suhu rendah kronis selama inkubasi meningkatkan mortalitas embrio pada fase pertengahan hingga akhir melalui penurunan aktivitas metabolik dan konsumsi oksigen.

Faktor lain yang diduga memperburuk kondisi embrio adalah kelembapan inkubasi yang hanya berkisar 45–55%. Pada fase akhir inkubasi, kelembapan seharusnya ditingkatkan agar kehilangan air dari telur tetap berada pada kisaran optimal. Apabila kelembapan terlalu rendah, penguapan air berlangsung lebih cepat sehingga membran kerabang mengering dan rongga udara membesar secara berlebihan. Kondisi tersebut meningkatkan hambatan mekanis bagi embrio untuk memecahkan kerabang serta meningkatkan risiko dehidrasi embrio menjelang penetasan. Tona *et al.* (2022) menyatakan bahwa interaksi antara suhu rendah dan kelembapan yang tidak sesuai memberikan dampak yang lebih besar terhadap mortalitas dibandingkan masing-masing faktor secara terpisah.

Jika dibandingkan dengan penelitian menggunakan bahan sanitasi alami lainnya, hasil penelitian ini menunjukkan pola yang berbeda. Jefri *et al.* (2022) melaporkan bahwa

penggunaan ekstrak daun sirih sebagai bahan sanitasi telur puyuh masih mampu menghasilkan daya tetas yang tinggi dengan mortalitas embrio yang relatif rendah. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan bahan sanitasi alami bukan merupakan faktor utama penyebab tingginya mortalitas embrio. Oleh karena itu, hasil penelitian ini lebih mengarah pada dugaan bahwa kondisi mesin tetas menjadi faktor pembatas utama yang menutupi potensi pengaruh perlakuan sanitasi.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kegagalan penetasan lebih dipengaruhi oleh faktor lingkungan inkubasi, khususnya penurunan suhu hingga 33–35°C selama sekitar sepuluh hari terakhir serta kelembapan yang hanya berkisar 45–55%, dibandingkan oleh perlakuan penyemprotan air rebusan daun kayu putih. Meskipun demikian, perkembangan embrio yang masih berlangsung hingga fase pertengahan dan akhir pada perlakuan P2 dan P3 memberikan indikasi bahwa air rebusan daun kayu putih tidak bersifat toksik terhadap embrio puyuh pada konsentrasi yang digunakan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan kondisi inkubasi yang lebih stabil sangat diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas sebenarnya dari air rebusan daun kayu putih sebagai bahan sanitasi telur tetas.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan air rebusan daun kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) sebagai bahan sanitasi telur melalui metode penyemprotan pada konsentrasi 25% dan 50% belum dapat menunjukkan pengaruh terhadap daya tetas maupun mortalitas embrio telur puyuh (*Coturnix coturnix japonica*), karena seluruh telur pada semua perlakuan tidak berhasil menetas dengan daya tetas sebesar 0% dan mortalitas embrio mencapai 100%. Hasil *embryodiagnosis* menunjukkan bahwa sebagian besar embrio pada perlakuan fumigasi maupun penyemprotan air rebusan daun kayu putih masih mampu berkembang hingga fase pertengahan bahkan mendekati akhir inkubasi, sehingga kegagalan penetasan diduga lebih dipengaruhi oleh kondisi inkubasi yang kurang optimal, terutama penurunan suhu mesin tetas hingga 33–35°C pada sepuluh hari terakhir inkubasi serta kelembapan yang berkisar 45–55%.

DAFTAR REFERENSI

- Aygun A, Sert D. 2013. Effects of eggshell sanitation treatment on hatching traits of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) eggs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 12(16):1520–1524.
- Burggren WW, Mueller CA. 2022. Physiological regulation of growth, hematology and blood gases in chicken embryos in response to low and high incubation humidity. *Front Physiol*. 13:880737. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.880737>
- Copur G, Arslan M, Duru M. 2010. The effects of eggshell disinfection on hatchability and chick quality. *Journal of Poultry Science*. 47(1):58–61.
- Damjanovic-Vratnica B, Dakov T, Sukovic D, Damjanovic J. 2011. Antimicrobial effect of essential oil isolated from *Eucalyptus globulus* Labill. from Montenegro. *Czech Journal of Food Sciences*. 29(3):277–284.
- Dayan J, Reicher N, Melkman-Zehavi T, Uni Z. 2020. Incubation temperature affects yolk utilization through changes in expression of yolk sac tissue functional genes. *Poult Sci*. 99(11):6128–6138.
- Jefri, Nurmeiliasari, Kususiayah. 2022. Pengaruh fumigasi ekstrak daun sirih terhadap fertilitas, daya tetas, dan mortalitas embrio telur puyuh. *Jurnal Embrio*. 14(2):89–97.
- Luís Â, Duarte A, Pereira L, Domingues F. 2016. Antioxidant and antimicrobial activities of eucalyptus essential oil and its vapour phase against foodborne pathogens. *Industrial Crops and Products*. 84:373–378.
- Neonnub A, Tanwiriah W, Mushawwir A. 2020. Pengaruh suhu inkubasi terhadap daya tetas dan kualitas DOC puyuh (*Coturnix coturnix japonica*). *Jurnal Ilmu Ternak*. 20(2):92–99.
- Tona K, Voemesse K, N'nanlé O, Oke OE, Kouame YAE, Bilalissi A, et al. 2022. *Chicken incubation conditions: Role in embryo development, physiology and adaptation to the post-hatch environment*. *Front Physiol*. 13:895854. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.895854>
- Usachev EV, Pyankov OV, Usacheva OV, Agranovski IE. 2013. Antiviral activity of tea tree and eucalyptus oil aerosol and vapour. *Journal of Aerosol Science*. 59:22–30.
- Wijnen HJ, van Rooyert-Reijrink IAM, van der Pol CW, Kemp B, van den Brand H. 2020. Effects of incubation temperature pattern on broiler performance. *Poult Sci*. 99:3897–3907.
- Yalçın S, Özkan S, Shah T. 2022. *Incubation temperature and lighting: Effect on embryonic development, post-hatch growth, and adaptive response*. *Front Physiol*. 13:899977. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.899977>
- Yildirim BA, Gul M, Karakas Oguz F. 2023. Alternative natural disinfectants in poultry hatcheries and their effects on hatchability. *Poultry Science*. 102(5):102684.