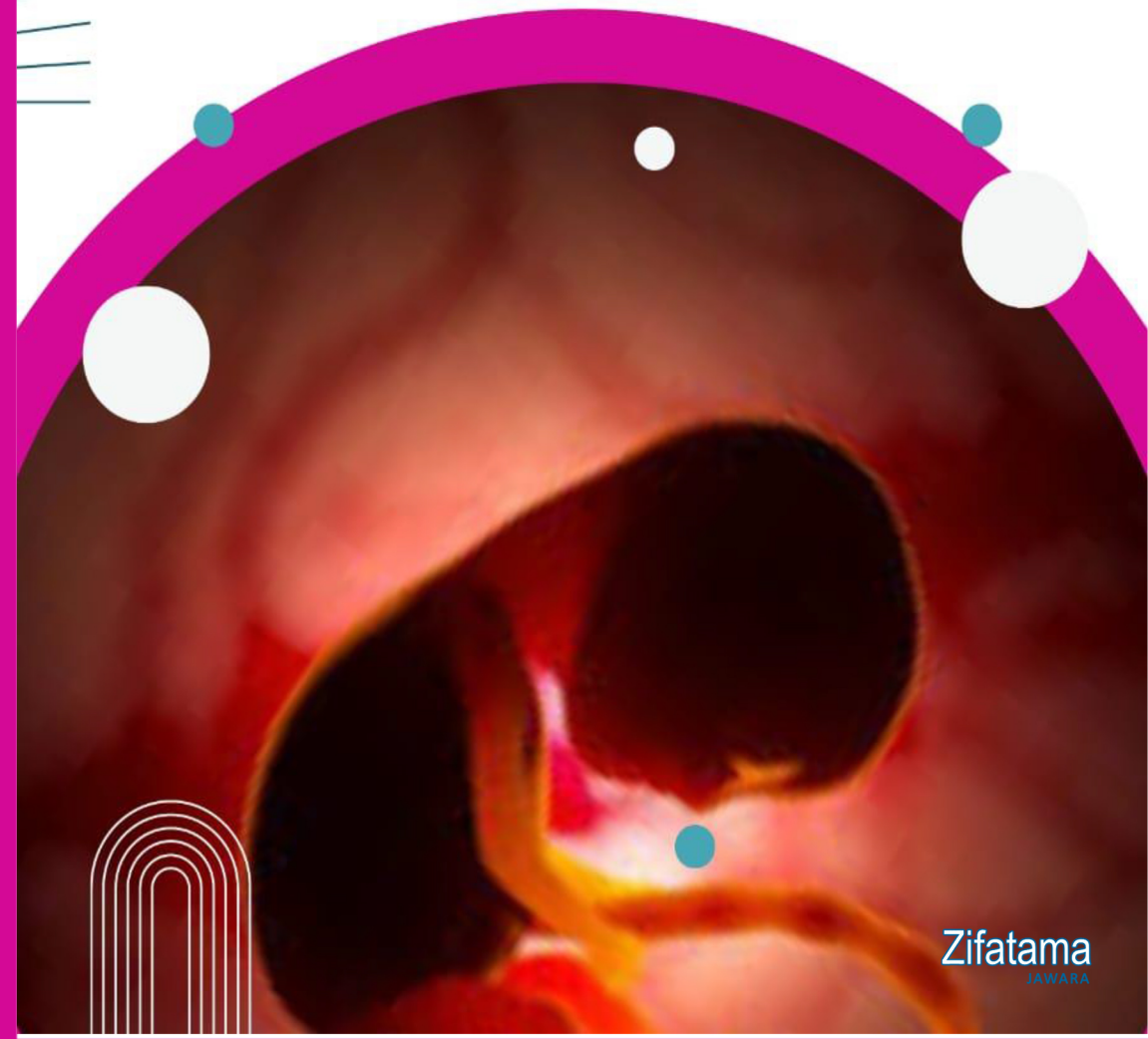


MASLICHAH MAFRUCHATI

PERBEDAAN MASA

INKUBASI TERHADAP
PERKEMBANGAN EMBRIO



Penerbit

Zifatama Jawara

Jalan Taman Pondok Jati CQ 20,
Taman Sidoarjo 61257, Jawa Timur
Telp : 031-99786278 / 0812-1627-0501
Email : zifatama1@gmail.com

ISBN 978-623-8222-05-6



9 786238 222056

Zifatama
JAWARA

Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio

Oleh:

Dr. Maslichah Mafruchati., drh



Penebit
ZIFATAMA JAWARA

Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio

Penulis : **Maslichah Mafruchati**

© 2023

Diterbitkan Oleh:



Cetakan Pertama, April 2023

Ukuran/ Jumlah hal: 150 x 230 mm / 128 hlm

Layout : Maslichah Mafruchati

Cover: Maslichah Mafruchati

ISBN : 978-623-8222-05-6

Hak cipta dilindungi Undang-Undang

Sanksi Pelanggaran Pasal 22

Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2002

Tentang Hak Cipta:

Barangsiapa dengan sengaja dan tanpa hak melakukan perbuatan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 ayat (1) atau Pasal 49 ayat(1) dan ayat (2) dipidana dengan pidana penjara masing-masing paling singkat (satu) bulan dan/ atau denda paling sedikit Rp 1.000.000,00 (satu juta rupiah), atau pidana penjara paling lama 7 (tujuh) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 5.000.000.000,00 (lima milyar rupiah).

Barangsiapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dipidana dengan pidana paling lama 5 (lima) tahun dan/ atau denda paling banyak Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan Nama Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang segala puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat-Nya Yang Maha Tinggi, serta shalawat dan salam saya haturkan kepada Rasulullah SAW, keluarga dan sahabatnya. Atas segala rahmat dan hidayah Allah SWT sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul” **Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio**”. Penulis mengucapkan terima kasih berbagai pihak yang telah membantu. Akhirnya penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Demikian, semoga buku ini dapat menjadi informasi yang berharga bagi mahasiswa, dosen,peneliti dan masyarakat.

Surabaya, 11 November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3
BAB 1	5
1.1 Pendahuluan.....	5
1.2 Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio.....	6
BAB 2	10
2.1 Pendahuluan.....	10
2.2 Karakterisasi kematian embrio pada ayam pedaging akibat suhu inkubasi.....	14
BAB III	30
3.1 Pendahuluan.....	30
3.2 Karakteristik Telur Eksternal dan Internal.....	31
3.3 Perkembangan Embrio dan Metabolisme, Performa Hatching	37
BAB IV	54
BAB V	92
Daftar Pustaka	116

BAB 1

Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio

1.1 Pendahuluan

Setiap makhluk hidup akan mengalami masa pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan dapat dilihat seperti bertambahnya tinggi, berat, dan panjang suatu

makhluk hidup dalam waktu tertentu. Perkembangan berbeda dengan pertumbuhan yang dapat menambah ukuran pada makhluk hidup. Namun pada perkembangan menghasilkan sifat dan organ baru pada makhluk hidup. Salah satu contohnya adalah perkembangan embrio aves yang sudah kita teliti pada masa inkubasi 24 jam, 36 jam, 48 jam, 60 jam, dan 72 jam.

Embrio aves yang akan diteliti merupakan aves jenis ayam kampung (*Gallus gallus domesticus*). Masa inkubasi sangatlah berpengaruh dalam perkembangan embrio *Gallus gallus domesticus* ini. Setiap waktu yang berbeda, embrio terus tumbuh berkembang dengan terbentuknya organ-organ baru yang biasa disebut dengan organogenesis.

1.2 Perbedaan Masa Inkubasi terhadap Perkembangan Embrio

Aspan (2009) mengatakan, sebagaimana bayi dalam perut ibu berada di perut ibu, embrio ayam dalam telur juga mengalami perkembangan yang signifikan dari hari ke hari. Embrio di dalam telur adalah awal dari kehidupan anak ayam, dan ternyata memiliki pertumbuhan yang unik. Pembentukan perlu memahami perkembangan embrio pada telur, namun jika kita sebagai mahasiswa biologi ikut memahaminya, tidak ada salahnya. Secara umum, embrio telur berkembang dari hari ke hari dari blastomer ketahap blastoderm. Huettner (1961) mengatakan proses perkembangan embrio ayam dimulai setelah terjadinya fertilisasi yang membentuk zigot, sehingga perkembangan awalnya adalah terjadinya pembelahan segmentasi (cleavage), kemudian morulasi, blastulasi, gastrulasi, neurulasi, dan organogenesis. Fase gastrula terbentuk tiga lapisan dasar embrio yang menentukan perkembangan embrio selanjutnya, yaitu endoderm, mesoderm dan ektoderm.

Telur segar memiliki kondisi kandungan telur yang baik, dengan putih telur yang kental dan kuning telur di tengahnya. Telur merupakan salah satu bentuk penyimpan nutrisi, seperti air, protein, karbohidrat, lemak, vitamin dan

mineral, yang diperlukan untuk pertumbuhan embrio sampai terjadi penetasan. Selama pembelahan sel awal, dua lapisan sel benih terbentuk, proses ini disebut gastrulasi dan biasanya selesai ketika sel telur dilepaskan dari ibu. Kedua lapisan tersebut adalah ektoderm dan mesoderm. Lapisan ketiga, endoderm, akan terbentuk ketika telur ditempatkan di inkubator(Nuryati, 2000).

Pada awal perkembangan embrio ayam, memperlihatkan bahwa splanknopleura dan somatopleura keluar dari tubuh embrio menuju atas yolk. Daerah luar tubuh embrio ini disebut juga dengan daerah ekstra embrio.

Awalnya tubuh embrio tidak mempunyai batasan sehingga lapisan ekstra embrio dan intra embrio saling berkelanjutan. Setelah tubuh embrio terbentuk, maka terbentuklah lipatan-lipatan tubuh mengakibatkan tubuh embrio nyaris terpisah dari yolk. Dengan adanya lipatan-lipatan tersebut membuat batasan antara daerah intra dan daerah ekstra terlihat jelas. Selanjutnya pada daerah kepala, embrio pun mengalami pelipatan disebut lipatan kepala yang memisahkan bagian intra dan ekstra embrio. Lanjut pada daerah lateral membentuk lipatan lateral yang memisahkan antara ekstra dan intra embrio. Terakhir pada daerah posterior terbentuk lipatan yang dikenal dengan lipatan ekor yang berbentuk kantung sub kaudal.

Lipatan tersebut membentuk dinding saluran pencernaan primitif. Dinding kantung yolk akan berhubungan dengan dinding usus pada kantung yolk jika bagian tengah menghadap yolk tetap terbuka dan pada daerah ini (Adnan, 2008).

Gastrulasi adalah pengaturan kembali sel-sel blastula secara dramatis yang terjadi saat proses morfogenetik. Mekanisme selulernya adalah perubahan-perubahan motilitas sel, perubahan pada bentuk sel serta perubahan pada adhesi (penempelan) seluler menuju sel yang lain dan menuju matriks molekuler ekstraseluler. Gastrulasi menghasilkan beberapa sel mendekati permukaan blastula yang berpindah menuju lokasi yang lebih dalam. Hal tersebut akan mentransformasi blastula menjadi embrio yang berlapis tiga disebut gastrula (Campbell, 2008).

Sugiyanto (2006) mengatakan ayam termasuk blastokista, yang memiliki kelompok pipih dan berbentuk cakram dengan bagian-bagian, yaitu: ektoderm, hipoderm, dan predermal. Pada tahap neurula ayam sedikit menyerupai embrio katak saat melalui tahap keeping neural, lipatan neural, dan bumbung neural. Organogenesis merupakan suatu proses

setelah terbentuk neurula. Proses ini diantaranya adalah pembentukan bakal organ yang berasal dari lapisan ektoderm, mesoderm, dan endoderm. Perkembangan embrio ayam ini pada berbagai macam waktu inkubasi merupakan media yang sesuai untuk memperlihatkan proses terjadinya organogenesis (Tim Dosen UNM, 2008).

Pada peletakan 24 jam terlihat bagian bakal bakal tubuh serta jumlah somit yang berjumlah 3 pasang. Selanjutnya pada peletakan 36 jam terlihat bagian bakal usus dan terbentuknya 15 pasang somit. Selanjutnya peletakan 48 jam terlihat bakal usus besar dan terbentuk bakal otak, serta terbentuk 27 pasang somit. Selanjutnya pada peletakan 60 jam, terlihat bakal mata dan lensa mata serta terbentuknya 39 pasang somit. Da terakhir pada peletakan 72 jam telah terbentuk organ organ pasti serta organ yang menjadi bakal tadi telah terlihat jelas pada embrio 72 jam ini serta terbentuk 51 pasang somit.

BAB 2

Karakterisasi kematian embrio pada ayam pedaging akibat suhu inkubasi

2.1 Pendahuluan

Kematian embrio merupakan masalah ekonomi bagi industri perunggasan. Di awal abad ke-20, saat ada kawanan lebih kecil, rata-rata Kematian embrio tidak di atas 10%. Namun, pada 1950-an ketika metode primitif digantikan oleh praktek modern produksi intensif, yang meliputi reproduksi pengurungan dan penetasan buatan,

Kematian embrio sering naik hingga 25% atau bahkan lebih. Saat ini, pengembangan breeder khusus, pemilihannya untuk parameter ideal dan teknologi yang diterapkan ke dalam inkubator telah mengarah pada pembentukan batas untuk setiap galur, di mana kapasitas penetasan telah diuji dengan kondisi inkubasi yang ideal. EM pada ayam tidak terdistribusi secara merata selama 21 hari inkubasi dan telah ditetapkan, melalui model matematis, bahwa kurva kematian menyajikan dua puncak

selama fase yang berbeda perkembangan, yang terjadi antara minggu pertama dan ketiga, dan terutama terkait dengan perubahan embrio metabolisme. Untuk alasan ini, Kematian embrio dibagi menjadi periode awal, menengah dan akhir.

Kematian embrio awal terjadi selama minggu pertama inkubasi. Ini sangat tinggi antara hari ke 3 dan 5. Diduga karena CO₂, akumulasi atau hidronefrosis; yang terakhir, sebagai akibatnya obstruksi mekanis ketika mesonefros mulai bekerja. Romanoff, pada tahun 1949, disebutkan beberapa kemungkinan penyebab kematian embrio lainnya seperti maladjustments pernapasan sebelum pembentukan khusus permukaan pernapasan (area vasculosa dan chorioallantois) yang muncul selama tiga atau empat hari pertama inkubasi.

Di sisi lain, karbohidrat adalah sumber energi utama bagi embrio dan mungkin cukup banyak CO₂ yang terakumulasi hingga tingkat yang fatal. Juga, ada

konsentrasi maksimum asam laktat pada waktu ketika enzim menguraikan molekul ini, juga hadir dalam jumlah kecil. Selain itu, itu melaporkan bahwa nitrogen pada tahap awal pertumbuhan embrio diekskresikan sebagai amonium, yang sangat beracun untuk embrio.

Selama minggu kedua inkubasi, kematian embrio menengah terjadi dan biasanya rendah. Dalam burung puyuh dibesarkan di penangkaran, itu terkait dengan pola makan yang kurang protein hewani, mineral (terutama kalsium) atau vitamin. Satu studi menunjukkan bahwa kematian embrio meningkat ketika peternak hanya bergantung pada diet berbasis sayuran, atau selama musim dingin ketika hewan tidak mendapatkan cukup sinar matahari atau vitamin D. Juga, vitamin E dan defisiensi riboflavin dapat meningkatkan angka kematian selama periode ini. Kematian embrio terjadi selama minggu ketiga inkubasi dan meningkat menjelang hari ke-19, ketika kebutuhan oksigen embrio paling tinggi. Ini mungkin

disebabkan oleh kegagalan dalam transisi dari alantois untuk respirasi paru. Pada akhir periode perkembangan, efek kumulatif dari kondisi inkubasi yang merugikan dapat mengakibatkan viabilitas embrio yang buruk dan perubahan abnormal pada embrio cairan menjadi penting.

Salah satu aspek yang berkontribusi terhadap variabilitas kematian embrio adalah umur flock. Ayam, khususnya dari Cobb dan Strain Ross, masuk ke fase produksi telur sekitar minggu ke-25 dan diharapkan pada minggu ke-64 mereka mencapai tingkat produktif di bawah kondisi ideal yang didirikan di negara-negara industri. Namun, itu jelas bahwa karakteristik produksi berubah karena usia flock, seiring berjalannya waktu, nilai kematian embrio yang diharapkan perubahan. Misalnya, diketahui bahwa telur dari kawanan tua (dibandingkan telur dari yang lebih muda) lebih masuk akal peningkatan panas di sarang, penyimpanan lama, perawatan prainkubasi yang tidak memadai dan bahkan, karena kurangnya putaran telur yang

cukup selama inkubasi, mungkin karena perbedaan kualitas albumen, kuning telur atau cangkang.

Di Kolombia, industri penghasil telur sangat penting dan diyakini bahwa evaluasi diberikan terutama dari Santander, untuk mengkarakterisasi perilaku kematian embrio dari strain komersial di bawah kondisi tersebut wilayah ini akan memberikan indikasi yang sampai saat ini hanya dipelajari di tempat lain di dunia.

2.2 Karakterisasi kematian embrio pada ayam pedaging akibat suhu inkubasi

Sejak laporan awal dari Payne pada tahun 1919, diamati bahwa embrio tidak mati secara seragam selama 21 hari pertama inkubasi, dan sebaliknya, ada dua periode kritis: yang pertama antara hari 4 dan 6, dan yang kedua antara hari 18 dan 20, di mana persentase kematian di samping 65% hadir.

Karena itu, beberapa model multifase matematika dikembangkan untuk mengkarakterisasi distribusi kematian

embrio dan mereka meratifikasi pola ini. Model pertama dikembangkan pada tahun 1996 oleh Jassim et al., yang membuat prediksi infertilitas, total kematian embrio dan pada distribusi akumulasi dua fase untuk waktu sampai kematian embrio mulai dari penambahan dua distribusi logistik.

Kuurman et al., menyempurnakan prediksi model menggunakan distribusi Weibull, mulai dari kematian embrio yang lebih rendah, sebesar 10%. Jassim et al (2), menetapkan bahwa fase pertama memiliki puncak EM pada hari ke-2, dengan durasi 4,6 hari, dan bahwa fase kedua mencapai puncaknya pada hari ke 18, dengan durasi 4,8 hari. informasi sebelumnya kontras dengan penelitian ini, di mana puncak EM untuk fase pertama adalah hari 1 dan berlangsung sekitar 3 hari, dan puncaknya pada fase kedua adalah hari ke 21 dan berlangsung selama tiga hari juga. Ini memungkinkan untuk menetapkan genap itu jika pola biphasic tetap ada, ada kondisi di telur, seperti penanganan

selama proses inkubasi yang dapat mempengaruhi embrio di berbagai keadaan, mempercepat atau menunda puncak kematian di setiap tahap, meskipun itu selalu dikaitkan dengan perubahan vital di awal maupun di akhir inkubasi.

Payne juga menunjukkan bahwa minggu ketiga inkubasi lebih kritis daripada yang pertama (dengan 60% dari kematian setelah hari ke-14 inkubasi, sedangkan dalam penelitian ini selama minggu pertama di mana jumlah kematian yang lebih besar dilaporkan (57,24%). Hal serupa terjadi di Jassim et al. belajar, di mana kematian dilaporkan antara 63 dan 73%, tetapi termasuk minggu kedua inkubasi.

Saat merinci saat kematian embrio selama minggu pertama, diamati bahwa pilihan kematian adalah hari 1, diikuti oleh hari ke-3. Sebaliknya, Scott dan Mackenzie secara khusus mengevaluasi kematian menurut tahapan yang disediakan oleh Hamburger dan Hamilton dan menemukan puncak kematian antara tahap HH14 hingga

HH18 dan yang lebih rendah pada tahap HH24 dan HH28. Yang pertama cocok dengan penelitian ini yang menyatakan bahwa tahapan HH14 hingga HH18 terjadi selama hari ke-3 perkembangan dan berhubungan dengan perubahan yang meliputi pembentukan amnion, jantung dan sistem peredaran darah; puncak kedua cocok dengan hari ke 4 dan 5 inkubasi dan terkait dengan kemungkinan perubahan dalam pembentukan lengkungan visceral, fusi corion dan allantois dan awal fungsi dari mesonefros. sesuai dengan karakterisasi yang diberikan oleh model multifase sebelumnya disebutkan, tetapi berbeda dari penelitian ini mengingat pada hari ke-1 di mana puncak kematian tertinggi terlihat.

Mengenai kematian embrio, penelitian ini menemukan insiden 0,66%, yang masih dalam batas-batas Pemandu Ross 308, dimana nilai maksimum yang diperbolehkan adalah 1%. Selama minggu kedua inkubasi, mineralisasi tulang dimulai, aktivitas hormonal yang

disekresikan didirikan di tiroid, hipofisis dan gonad. Juga, nutrisi secara aktif diambil dari albumin dan secara progresif dari kuning telur. Untuk alasan ini, untuk menyediakan diet seimbang untuk kawanan peternak sangat penting untuk mentransfer ke dalam telur elemen yang diperlukan untuk perkembangan embrio dan, untuk alasan yang sama, kelebihan atau kekurangan beberapa nutrisi akan mempengaruhi kematian embrio selama minggu kedua inkubasi.

Kematian embrio dalam penelitian ini adalah 6,5%, yang melebihi yang dilaporkan oleh Elibol et al dan Lourens 10, 12, atau 14 hari inkubasi pada kondisi standar untuk menentukan apakah peningkatan frekuensi putaran akan memfasilitasi penghentian awal belokan. Pembubutan dihentikan setelah masing-masing hari selesai. Telur tetap dalam baki setter sampai digabungkan pada 18 hari untuk menyelesaikan penetasan dalam satu mesin. seorang muda flock menunjukkan daya tetas fertil yang jauh lebih baik,

seperti yang diharapkan, tetapi tidak ada efek keseluruhan karena perbedaan penghentian balik dari 8 hingga 14 hari inkubasi (kisaran 88,9 hingga 89,2%, dan dengan inkubasi panduan Ross 308, di mana maksimum yang diizinkan adalah 4,5% (termasuk embrio yang pip shell) untuk breeder berkelompok antara usia 25 sampai 30 minggu. Namun, itu cocok dengan kematian yang ditemukan pada telur yang disimpan dalam waktu lama atau dalam telur yang diinkubasi dengan cangkang retak.

Minggu terakhir inkubasi menunjukkan puncak kematian pada hari ke 19, yang sesuai dengan temuan dalam model multifasik. Pada saat ini, pembuluh darah alantois bertanggung jawab untuk respirasi dan ekskresi, tetapi ketika embrio memecahkan membran cangkang menggunakan paruh untuk mengakses udara sel, pernapasan paru-paru selesai, dan setiap kegagalan dalam transisi ini dapat mengganggu kelahiran yang sukses embrio. Juga, mungkin terkait dengan perubahan lain yang

muncul setelah hari ke-16 dan dapat berkontribusi pada embrio yang kurang kuat melemah. Perubahan pertama adalah nutrisi untuk embrio diperoleh terlebih dahulu dari albumen dan setelah hari ke-16, ia mulai mengandalkan terutama pada kuning telur. Selain itu, pada hari ke 19, kuning telur memiliki belum diserap, tetapi sedang dalam proses masuk ke rongga perut (8), dan ini dapat mengubah kelangsungan hidup embrio.

Kematian embrio lebih tinggi pada telur dari indukan berumur 64 minggu, diikuti oleh 40, 28 dan 47 minggu. perilakunya adalah dikaitkan, antara lain, dengan perbedaan berat telur dan kualitas cangkang yang diukur melalui variabel seperti berat jenis, ketebalan, konduktansi atau porositas. Dilaporkan bahwa cangkang umumnya semakin tipis seiring bertambahnya usia dan ayam muda cenderung menghasilkan telur dengan cangkang yang lebih tebal dibandingkan dengan yang lebih tua. Telur-telur yang

berumur 64 minggu lebih mudah pecah atau retak, mereka memiliki persentase cangkang retak yang lebih tinggi meskipun tidak ada perbedaan antara usia lainnya, dan juga cangkangnya lebih tipis dan dengan ketidaksempurnaan mengenai warna dan tekstur.

Hubungan yang kuat antara kematian embrio dan berat jenis dilaporkan, khususnya pada ayam tua. Menurut untuk ini, ketika gravitasi di bawah 1.080, lebih banyak embrio mati, yang dikaitkan dengan kehilangan air yang lebih besar karena penipisan cangkang. Meskipun berat jenisnya tidak dievaluasi, karakteristik fisiknya bisa memberikan gambaran tentang penurunannya, yang dapat berdampak pada kematian embrio pada flock berumur 64 minggu. Kematian embrio ini diputar menjadi yang tertinggi di antara semua usia yang dievaluasi. Daya tetas biasanya maksimal pada pertengahan masa produktif ayam, saat cangkang tebal nilai menurun dan porositas menjadi lebih tinggi. Temuan ini bertepatan dengan yang sekarang, sejak

hasil terbaik yang ditemukan diperoleh pada kelompok beeders berumur 47 minggu. Di sisi lain, sebuah penelitian dilakukan pada bebek menunjukkan bahwa penebalan cangkang dapat meningkatkan kematian embrio karena porositasnya berkurang dan selain itu distribusi pori cenderung pada ujung telur yang tumpul dan tajam, berbeda dengan porositas yang lebih tinggi di ekuator telur embrio yang berhasil menetas. Hal ini dapat dikaitkan dengan temuan dalam hal ini studi yang bahwa embrio kawanan peternak pada 28 minggu memiliki insiden EEM tertinggi kedua mengingat hal itu telur dengan ciri-ciri sebelumnya merupakan ciri khas dari breeder yang memulai produksi. Korelasi positif juga ditemukan antara umur flock dan ukuran telur, sebagai akibat dari peningkatan pengendapan kuning telur yang disebabkan oleh perubahan fungsi ovarium yang dipengaruhi oleh usia, diterjemahkan menjadi berat folikel bertambah, dan karenanya, telur yang lebih berat.

Selain itu, perlu diingat bahwa kuning telur menyediakan nutrisi untuk perkembangan embrio, hal ini diharapkan bahwa telur dari indukan yang lebih muda memiliki ketersediaan nutrisi yang lebih rendah dan, oleh karena itu, hal ini berdampak negative dalam perkembangan embrio, yang dapat menjelaskan sebagian kematian embrio dalam telur dari kawanan peternak pada 28 minggu. Selain itu, ukuran telur berkorelasi dengan ukuran embrio dan sebagai konsekuensinya diharapkan menjadi besar ayam dari telur besar. Penyebab yang diharapkan untuk hubungan tersebut di atas termasuk permukaan yang lebih luas untuk O₂ difusi, sirkulasi yang lebih tinggi dan ekstraksi nutrisi dari tolk, dan overhidrasi dengan air yang lebih sedikit kerugian. Yang terakhir saat ini ditemui seperti yang ditunjukkan oleh sisa albumen yang diamati pada beberapa embrio yang meninggal menjelang akhir inkubasi dan, meskipun kejadian tersebut di atas tidak tercatat, itu merupakan karakteristik penting dalam

diagnosis embrio, karena hal ini mungkin terkait dengan kondisi buruk selama inkubasi.

Di sisi lain, peningkatan kematian embrio terkait telur besar, terutama pada periode kematian embrio, adalah dipostulatkan sebagai konsekuensi dari kesulitan embrio untuk kehilangan panas metabolisme selama periode terakhir inkubasi. Berat dan ketebalan cangkang berhubungan negatif dengan laju kehilangan air relatif. Mengenai itu, itu percaya bahwa mekanisme osmoregulasi utama embrio adalah membran chorioallantoic (CAM), yang bertindak sebagai penghalang selektif, memungkinkan penyerapan elektrolit dan air dari cairan allantoic dan berfungsi sebagai pertahanan yang efektif terhadap isi beracun intraluminal.

CAM merosot menjelang hari ke-19 saat ventilasi paru dimulai. Perubahan oksigenasi dapat mempengaruhi aliran darah karena hipoksia lokal dan vasokonstriksi dan dalam kondisi buruk itu dapat meningkatkan kematian

embrio. Aspek lain yang terkait dengan usia dan augmentasi EM adalah perbedaan perkembangan embrio yang terkait

ke urutan bertelur, yang mengacu pada pola produksi yang ditentukan oleh hari-hari di mana ayam bertelur telur berturut-turut, diikuti dengan "jeda" karena penundaan ovulasi folikel F1. Folikel yang ditakdirkan menjadi sel telur pertama dari urutan baru tetap berada di ovarium sekitar 16 jam lebih dari folikel yang tersisa, dan akibatnya, embrio pertama yang menetas cenderung lebih berkembang daripada sisa embrio. Bahkan, inkubabilitas rendah telah diamati, yang mungkin disebabkan oleh praovulasi penuaan oosit atau perubahan komposisi kuning telur, yang mempengaruhi pertumbuhan embrionik.

Jika diperhitungkan urutan peletakan telur biasanya menurun seiring dengan produksi flock periode selesai, daya tetas yang rendah mungkin terkait dengan peningkatan kejadian dari urutan telur pertama bertelur kawanan

semakin tua. Hal di atas dapat menjelaskan fakta bahwa angka kematian dan infertilitas kematian embrio tertinggi disediakan oleh kawanan peternak pada 64 minggu. Embrio yang mati sejak hari ke-18, hampir 50% menunjukkan beberapa malposisi yang membuat sangat sulit atau tidak mungkin menetas karena ayam tidak bisa mencapai ruang udara, tidak bisa mengeluarkan cangkang karena kurangnya gerakan, atau karena kombinasi dari kedua alasan tersebut. Ini cocok dengan laporan sebelumnya lainnya di mana antara 50 dan 85% dari embrio yang tidak menetas, menunjukkan beberapa malposisi. Peningkatan malposisi berhubungan dengan kegagalan dalam pembalikan telur, suhu abnormal selama inkubasi, pengaruh genetik, dan bahkan keberadaan kontaminan lingkungan.

Malposisi tidak selalu menjadi penyebab utama kematian, tetapi mungkin akibat dari lingkungan yang tidak menguntungkan kondisi atau faktor mematikan. Malformasi yang diamati saat ini dapat disebabkan oleh

perubahan genetik dengan tingkat kematian rendah, yang memungkinkan perkembangan embrio hingga tahap inkubasi lanjutan. Namun, semua embrio dengan malformasi apapun tidak harus terkait dengan anomali genetik mengingat bahwa, dalam proporsi yang lebih besar, mereka disebabkan oleh hal yang merugikan kondisi inkubasi seperti suhu abnormal, kelebihan atau pembatasan O₂ dan jumlah yang berlebihan CO₂. Persentase embrio dengan kelainan struktural (seperti anophthalmia, exencephaly atau perubahan tungkai) adalah 0,54%, nilai yang dianggap terlalu rendah untuk dikaitkan dengan kondisi penanganan yang tidak normal. Jika itu yang terjadi, jumlah embrio yang terkena lebih banyak dapat diharapkan, fakta yang tidak sesuai menyajikan data, dan memungkinkan untuk mempertimbangkan bahwa ada hubungan antara malformasi dan genetika.

Di sisi lain, malformasi terkait erat dengan kematian embrio. Jantung, kepala, mata, dada atau vital lainnya cacat

organ dari embrio yang mati dalam keadaan perkembangan "cincin darah" dengan embrio yang terlihat. Dulu terbukti bahwa embrio dari strain ayam pedaging menunjukkan jumlah kelainan struktural yang lebih tinggi dibandingkan dengan strain peletakan. Ini, bagaimanapun, tidak ditemukan saat ini, karena hanya inspeksi visual yang dilakukan dan pada keadaan perkembangan awal tidak selalu layak untuk mengamati secara rinci anomali-anomali ini. Kesimpulannya, untuk menentukan perilaku kematian embrio, memungkinkan untuk memiliki dasar untuk mengukur setiap variasi parameter kunci mengenai inkubasi dan untuk melakukan kontrol sebelum bukti perubahan abnormal dan kondisi buruk yang dapat mengubah setiap tahap perkembangan embrio, dan yang dapat berubah menghadapi langkah-langkah implementasi korektif. Meskipun penelitian ini dilakukan dalam kondisi inkubasi industri, perilaku EM biphasic dibuktikan seperti yang dijelaskan dalam literatur, tetapi variasi kecil

ditemukan mengenai hari tertentu Kejadian kematian embrio dari dua puncak kematian. Oleh karena itu, jelas bahwa kondisi inkubasi tertentu. setiap perusahaan industri, dapat mengubah terjadinya kematian embrio, tetapi kecenderungan mekanisme biologis yang melekat pada embrio ayam dilestarikan.

BAB III

Penyimpanan telur dan umur breeder berdampak pada kualitas telur dan perkembangan embrio

3.1 Pendahuluan

Setelah bertelur di peternakan peternak, telur dikumpulkan dari sarang, disimpan di ruang penyimpanan dan diangkut ke tempat penetasan, di mana mereka disimpan lagi. Setelah penyimpanan, telur biasanya didesinfeksi, pra-dihangatkan dan kemudian diatur untuk inkubasi. Karena variabel permintaan pasar untuk ayam umur sehari di industri perunggasan dan kapasitas pembenihan maksimum, total lama penyimpanan telur (periode antara oviposisi dan awal inkubasi) dapat bervariasi (Fasenko, 2007). Penyimpanan telur sebelum inkubasi mungkin memiliki keduanya merugikan serta efek menguntungkan (Brake et al., 1997).

Durasi penyimpanan telah terbukti mempengaruhi kualitas telur pada awal inkubasi, pengembangan embrionik dan kinerja pasca-penetasan. Namun, efek lama penyimpanan pada karakteristik ini mungkin tergantung pada umur breeder. Kedua faktor ini sering berinteraksi satu sama lain.

3.2 Karakteristik Telur Eksternal dan Internal

Karakteristik kualitas telur eksternal adalah berat telur, bentuk telur, cangkang ketebalan, warna dan kekuatan. Kualitas telur internal melibatkan kualitas albumen, kuning telur dan membran.

3.2.1 Pengaruh usia peternak

Berat telur rata-rata meningkat seiring dengan bertambahnya umur breeder. Hal ini terkait dengan berat kuning telur dan albumen yang lebih tinggi, dengan proporsi kuning telur yang lebih besar dan proporsi yang lebih kecil

albumen dicatat dengan bertambahnya usia peternak. Bahkan ketika telur dengan berat yang sama dibandingkan, proporsinya kuning telur lebih tinggi pada usia peternak yang lebih tua; sedangkan proporsi albumen lebih rendah.

Peningkatan berat kuning telur dengan usia peternak telah dikaitkan dengan laju sintesis dan pengendapan dari lipoprotein. Dalam telur ayam muda, jumlah lipid tersedia untuk pengendapan kuning telur terbatas dan akibatnya berat kuning telur tetap lebih rendah daripada telur ayam yang lebih tua. Setelah peternak bertambah tua, sintesis lipoprotein menjadi lebih tinggi dan berat kuning telur menjadi lebih tinggi juga, sehingga telur yang lebih besar dengan kuning telur yang lebih besar. Alasan lain, berat

kuning telur itu menjadi lebih tinggi ketika breeder berumur, adalah peningkatan interval ovulasi.

Dengan interval yang lebih lama, jumlah kuning telur yang sama dari hati sintesis disimpan dalam jumlah folikel yang lebih rendah, menghasilkan berat kuning telur yang lebih besar.

Kuning telur terbungkus dalam amplop tipis dan lentur, yang dikenal sebagai vitelline selaput. Kekuatan membran vitelline melambat seperti induk ayam usia. Indeks kuning telur adalah salah satu parameter karakteristik kekuatan membran vitelline. Indeks ini menurun seiring dengan bertambahnya umur peternak. Itu menurun dari sekitar 46% menjadi 39%, ketika peternak berumur dari 26 hingga 56 minggu.

pH albumen pada oviposisi meningkat dengan meningkatnya usia peternak. Peningkatan ini diparalelkan dengan penurunan albumen tinggi (dari 8,08 dan 7,74 mm menjadi 8,30 dan 6,28 mm, masing-masing, untuk umur indukan 32 dan 59 minggu, Haugh unit (88.6 dan 82.1, masing-masing, untuk umur breeder 35 dan 45 minggu; dan viskositas albumen. Penurunan viskositas albumen berhubungan dengan pH albumennya naik dan pencairannya. Penyebab lebih tinggi pH albumen pada telur indukan yang lebih tua berhubungan dengan yang lebih

cepat pelepasan CO₂ melalui cangkang telur, karena konduktansi cangkang telur yang lebih tinggi. konduktansi kulit telur berhubungan dengan kerusakan karakteristik kulit telur, dinyatakan dengan lebih rendah ketebalan cangkang telur dan penurunan berat jenis.

Kualitas kulit telur yang lebih rendah ini mungkin bisa terjadi dikaitkan dengan penurunan penyerapan kalsium usus serta untuk ukuran telur meningkat seiring bertambahnya usia peternak.

3.2.2 Pengaruh durasi penyimpanan

Albumen kehilangan kelembapan ke kuning telur selama penyimpanan, tetapi juga melalui kulit telur dengan penguapan. Akibatnya, albumen hilang berat selama penyimpanan. Scott dan Silversides (2000) melaporkan penurunan berat albumen 1,49 g (-2,07%) dan peningkatan berat kuning telur sebesar 0,9 g (+1,82%) setelah 10 hari penyimpanan pada ayam petelur muda (umur 31 minggu). Jin, Lee, Lee, dan Han (2011) melaporkan dengan durasi penyimpanan yang sama peningkatan berat kuning telur (+0,93 g; 1,14%) dengan telur dari Lohmann Ayam coklat muda berumur antara 24 dan 29 minggu. Peningkatan dari persentase kuning telur dapat dijelaskan dengan penurunan telur berat dan perpindahan air dari albumen ke kuning telur. Dengan penyimpanan yang diperpanjang (>14 hari),

fenomena lain dijelaskan oleh Kesehatan (1977). Asam amino bebas berpindah dari kuning telur ke albumen dan uap air berpindah dari albumen ke kuning telur melintasi membran vitelline, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi padatan kuning telur. Penurunan ini kira-kira 1,2% pada telur yang disimpan selama 7 hari pada suhu 28°C antara albumen dan kuning telur difasilitasi oleh melemahnya membran vitelline, yang mungkin terkait dengan peningkatan albumen pH dengan lama penyimpanan. Berat cangkangnya adalah tidak dipengaruhi oleh penyimpanan. Bobot cangkang telur dari 31 hingga 50 minggu disimpan hingga 10 hari tetap konstan.

Seiring bertambahnya usia telur, albumen padat menjadi cair karena hingga pencairannya, artinya H_2CO_3 (komponen utama dari albumen buffer system) diubah menjadi air (H_2O) dan karbon dioksida (CO_2). Air (sebagian) diuapkan dan CO_2 dilepaskan melalui kulit telur, mengakibatkan peningkatan pH albumen dan penurunan tinggi albumen, viskositas dan unit Haugh. Dalam telur yang baru diletakkan, pH albumen kira-kira 7.6. Karena hilangnya CO_2 , albumen menjadi basa setelah beberapa hari dalam penyimpanan, berakhir pada pH sekitar 9,5.

Viskositas albumen tergantung pada integritas kompleks ovomucin-lisozim. Selama penyimpanan, peningkatan pH albumen tidak stabil kompleks ini, menyebabkan penipisan dan penurunan dari albumen kental. Penurunan viskositas terkuat terjadi selama penyimpanan awal hari, paralel dengan peningkatan pH. PH kuning telur tetap sedikit asam, pada pH kira-kira 6,5 dan indeks kuning telur rasio antara tinggi dan lebar kuning telur) meningkat karena peningkatan kuning telur kelembaban.

3.2.3 Interaksi antara umur peternak dan durasi penyimpanan

Terjadi penurunan kualitas telur dengan lama penyimpanan yang lama lebih curam pada kawanan muda daripada pada kawanan tua. Lapaõ et al. (1999) melaporkan peningkatan pH albumen dengan lama penyimpanan pada semua flock breeder usia dengan peningkatan telur yang lebih jelas dari ayam yang lebih muda (+1,4 dan +0,87, masing-masing, selama 32 dan 59 minggu setelah 8 hari penyimpanan). Hasil ini sejalan dengan Mueller (1959) yang menunjukkan bahwa tingkat penurunan kualitas albumen selama penyimpanan tergantung terutama pada kualitas albumen awal telur (yang tergantung umur peternak). Telur dengan Haugh unit awal yang tinggi skor

(seperti yang dari peternak muda) lebih banyak kehilangan kualitas albumen lebih cepat daripada telur dengan skor unit Haugh awal yang rendah. Setelah lama disimpan (8 hari), Lapaõ et al. (1999) mencatat hilangnya perbedaan antara pH flock muda (32 minggu) dan tua (59 minggu) (9.17 vs. 9.12) karena dataran tinggi basa dicapai pada pH 9.0 (pada 4°C) sampai 9,5 (pada 38°C). Dapat disarankan bahwa pH albumen memiliki nilai ambang batas; satu kali tercapai, tidak dapat dilampaui atau peningkatannya menjadi sangat lambat. Nilai ini adalah dataran tinggi basa yang setara dengan pH kira-kira 9.0 hingga 9.5. Peternak yang lebih tua bertelur dengan pH albumen yang sudah lebih tinggi pada oviposisi. Hal ini membuat albumen mencapai ambang batas pH lebih cepat. Namun, kawanan yang lebih muda menghasilkan telur dengan albumen yang lebih rendah pH pada oviposisi, yang membuat kemiringan lebih curam dari pada kawanan yang lebih tua. Akibatnya, pH akan menunjukkan kecepatan peningkatan yang lebih tinggi dengan flock yang lebih muda dibandingkan dengan flock yang lebih tua.

Peningkatan pH berhubungan dengan pencairan albumen oleh destabilisasi kompleks ovomusin-lisozim yang dipengaruhi oleh pH. Faktanya, pembentukan struktur agar-agar kaku dalam albumen tebal sebagian terkait

dengan interaksi ovomisin-lisozim dan konsentrasi ovomisin empat kali lipat lebih tinggi pada albumen kental dibandingkan dengan albumen cair.

3.3 Perkembangan Embrio dan Metabolisme, Performa Hatching

Kriteria embrio yang diperhatikan adalah jumlah sel, morfologi tahap, berat dan panjang embrio dan karakteristik kantung kuning telur. Parameter ini akan dibahas dalam kaitannya dengan usia peternak, durasi penyimpanan dan interaksi mereka.

Ayam yang lebih tua (51–54 minggu) pada umumnya menghasilkan telur dengan embrio di dalamnya tahap morfologi yang berkembang lebih lanjut pada oviposisi (10.39 vs. 10.16) daripada breeder yang lebih muda (31–34 minggu). Pada indukan berumur 61 minggu usia, embrio pada tahap morfologi EG11.67 dibandingkan dengan tahap morfologi EG9.22 pada breeder umur 28 minggu. Fenomena ini mungkin terkait dengan panjang kopling, yaitu lebih pendek pada peternak yang lebih tua dan akibatnya menghasilkan peningkatan dari jumlah telur pertama dalam sarang.

Ini embrio (pada telur pertama dari kopling) bertahan hingga 16 jam lebih lama di saluran telur dari telur berikutnya di kopling dan akibatnya berkembang ke tahap

morfologi yang lebih maju. Stadium morfologi yang lebih tinggi pengembangan pada 48 jam inkubasi dengan embrio dari ayam yang lebih tua (70 minggu) dibandingkan dengan embrio dari ayam yang lebih muda (49 minggu; 85% vs. 70% embrio yang dievaluasi masing-masing berada di antara HH13 dan HH14). Namun, pengaruh usia breeder terhadap embrio tahap morfologi menghilang setelah 72 jam inkubasi. Pada hari ke-18 inkubasi, berat embrio lebih tinggi ($\Delta = 3,7$ g), panjang ($\Delta = 0,8$ cm) dan berat badan bebas kuning telur (YFBM; $\Delta = 2,6$ g) pada umur lebih tua flock (52 minggu) dibandingkan dengan flock yang lebih muda (36 minggu). Nangsuay et al. (2016) menggunakan indukan umur 29 dan 53 minggu. Mereka tidak menemukan perbedaan dalam YFBM pada 7, 14, 16 dan 18 hari inkubasi antara umur flock breeder. Namun, dalam studi terakhir, telur dipilih pada berat yang sama, yang menunjukkan bahwa efek dari breeder usia pada karakteristik embrio pada tahap akhir inkubasi adalah terutama karena berat telur, bukan karena usia peternak.

Saat menetas, peningkatan usia peternak dikaitkan dengan $-2,36\%$ dan $-0,84\%$) dengan bertambahnya umur peternak (45 dan 60 minggu dibandingkan umur breeder 30 minggu). korelasi positif antara usia breeder (53 dan 58 minggu) dan berat tetas mutlak ($r = 0,62$). Namun, ketika

memperhitungkan bobot telur, bobot tetas proporsional menurun dengan usia peternak (74,52% vs 72,54%, masing-masing, untuk umur indukan 28 dan 58 minggu). Oleh karena itu, dengan bertambahnya peternak umur tetas, pertambahan bobot tetas lebih kecil dari pertambahan telur bobot. Vieira, Almeida. Peningkatan (+10,7 g) berat tukik dengan peningkatan pada umur breeder (27 minggu vs 59 minggu) sangat berhubungan dengan peningkatan berat telur (masing-masing 54,1 vs 69,1 g). Namun, ketika telur dengan usia breeder yang berbeda dipilih pada telur yang sama bobot, YFBM saat menetas tidak berbeda antara tukik yang berbeda usia kawanan breeder (29 vs. 59 minggu).

YFBM ayam yang sebanding ini usia peternak yang berbeda tidak berarti bahwa embrio tersebut tidak berbeda. Bahkan, Nangsuay, Meijerhof, Ruangpanit, Kemp, dan Brand (2013) melaporkan YFBM kering lebih tinggi (0,23 vs. 0,21 g, dasar kering/ g, berat basah) tetasan dari telur kawanan tua (53 minggu) dibandingkan pada tukik dari telur kawanan muda (29 minggu). Hasil ini dikaitkan dengan lebih banyak kandungan protein dan lemak (0,152 dan 0,046 vs. 0,146 dan 0,033 basis kering/g, masing-masing berat basah) dan dengan demikian lebih banyak energiterakumulasi menjadi tubuh bebas kuning telur. Hasil ini dijelaskan oleh energi yang lebih tinggi pada telur dari

ayam indukan yang lebih tua, khususnya melalui ukuran kuning telur yang lebih besar. Penurunan kualitas tukik berdasarkan skor Tona, peningkatan persentase ayam afkir (dari 0,85% menjadi 1,8%, selama 33 dan 62 minggu indukan usia, masing-masing; Ipek & Sozcu, 2015) dan peningkatan tukik berat badan. Iqbal, Khan, Mukhtar, Ahmad, dan Pasha (2016) mencatat peningkatan bobot tukik keduanya (+3,97 dan +0,84 g) dan hasil tetas (berat tetas relatif terhadap berat telur; -2,36% dan -0,84%) dengan bertambahnya umur peternak (45 dan 60 minggu dibandingkan umur breeder 30 minggu).

Koppenol et al. (2015) mencatat juga korelasi positif antara usia breeder (53 dan 58 minggu) dan berat tetas mutlak ($r = 0,62$). Namun, ketika memperhitungkan bobot telur, bobot tetas proporsional menurun dengan usia peternak (74,52% vs 72,54%, masing-masing, untuk umur indukan 28 dan 58 minggu). Oleh karena itu, dengan bertambahnya peternak umur tetas, pertambahan bobot tetas lebih kecil dari pertambahan telur bobot. Vieira, Almeida, Lima, Conde, dan Olmos (2005) melaporkan juga bahwa peningkatan (+10,7 g) berat tukik dengan peningkatan pada umur breeder (27 minggu vs 59 minggu) sangat berhubungan dengan peningkatan berat telur (masing-masing 54,1 vs 69,1 g). Namun, ketika telur

dengan usia breeder yang berbeda dipilih pada telur yang sama bobot, YFBM saat menetas tidak berbeda antara tukik yang berbeda usia kawanan breeder (29 vs. 59 minggu).

YFBM ayam yang sebanding ini usia peternak yang berbeda tidak berarti bahwa embrio tersebut tidak berbeda. Bahkan, Nangsuay, Meijerhof, Ruangpanit, Kemp, dan Brand (2013) melaporkan YFBM kering lebih tinggi (0,23 vs. 0,21 g, dasar kering/ g, berat basah) tetasan dari telur kawanan tua (53 minggu) dibandingkan pada tukik dari telur kawanan muda (29 minggu). Hasil ini dikaitkan dengan lebih banyak kandungan protein dan lemak (0,152 dan 0,046 vs. 0,146 dan 0,033 basis kering/g, masing-masing berat basah) dan dengan demikian lebih banyak energy terakumulasi menjadi tubuh bebas kuning telur. Hasil ini dijelaskan oleh energi yang lebih tinggi pada telur dari ayam indukan yang lebih tua, khususnya melalui ukuran kuning telur yang lebih besar.

3.3.1 Metabolisme embrio

Semua nutrisi yang tersedia untuk perkembangan embrionik disimpan di dalamnya albumen, kuning telur dan kulit telur . Kantung kuning telur adalah sumber energi utama (melalui lemak oksidasi asam) selama perkembangan embrio dan satu-satunya sumber lipid untuk

pertumbuhan jaringan embrio. Hampir 94% dari total kebutuhan energi embrio selama perkembangan adalah disediakan dari oksidasi asam lemak.

Penyerapan dan pemanfaatan nutrisi dari kantung kuning telur oleh embrio dipengaruhi oleh usia breeder. Nangsuay et al. (2011) melaporkan pada menetasnya penyerapan kantung kuning telur absolut yang lebih tinggi (16,6 vs. 12,6 g), kantung kuning telur persentase penyerapan (84,4% vs. 78,8%) dan asimilasi nutrisi yang lebih tinggi kuning telur kering (+0,16 g/g YFBM kering) pada tetasan yang lebih tua flock (53 minggu) dibandingkan dengan flock muda (29 minggu).

Şahan et al. (2014) juga melaporkan penyerapan kantung kuning telur yang lebih tinggi (17,1 vs 15,8 g) dengan kawanan yang lebih tua (52 vs 36 minggu), tetapi persentase penyerapan kuning telur menurun dengan bertambahnya usia peternak (81,0% vs. 78,1% masing-masing untuk umur indukan 36 dan 52 minggu). Latour dkk. (1998) juga melaporkan bobot tetas yang lebih tinggi dan kerabat yang lebih rendah berat kantung kuning telur dengan peternak yang lebih tua (49,3 g dan 10,45% vs. 45,4 g dan 12,81% masing-masing dengan umur indukan 51 dan 36 minggu).

Penyerapan kantung kuning telur lebih tinggi dengan indukan yang lebih tua dijelaskan oleh membran kantung kuning telur yang lebih besar dan sistem pembuluh darah kuning telur yang lebih besar yang dapat mempengaruhi pemanfaatan nutrisi kuning telur dan menghasilkan penyerapan kuning telur yang lebih tinggi (Noble & Cocchi, 1990). Profil asam lemak juga berbeda antara kuning telur dari peternak muda dan tua. Induk umur 51 minggu memiliki proporsi yang lebih tinggi asam oleat dan linoleat pada kuning telur segar dan pada embrio umur 11, 14, 17, 20 hari dibandingkan umur indukan 32 minggu, sedangkan proporsi asam palmitat dan palmitoleat lebih rendah. Sama penelitian melaporkan bahwa metabolisme hati pada usia embrio 14 dan 20 hari berbeda dengan umur breeder. Pada usia embrio 14 hari, lebih tinggi konsentrasi asam palmitat, stearat dan linoleat, rantai cabang asam amino, fenilalanin, glutamin, asam β -hidroksibutirat, gliserol dan laktat, tetapi konsentrasi suksinat, glisin, treonin lebih rendah dan asam oleat dicatat dalam hati embrio dari 32 minggu dibandingkan dengan ayam umur 51 minggu.

Tidak sepenuhnya jelas bagaimana caranya umur breeder mempengaruhi perubahan konsentrasi asam lemak yolk sac selama inkubasi. Perubahan ini mungkin terkait

dengan perbedaan dalam tingkat penyerapan kuning telur atau dalam kegiatan berbagai proses enzimatik di membran kantung kuning telur. Oleh karena itu, studi lebih rinci mempertimbangkan berbagai faktor, seperti umur breeder, berat telur, strain breeder, dan kondisi inkubasi diperlukan untuk menyelidiki perubahan dan pemanfaatan asam lemak dalam kantung kuning telur oleh embrio selama inkubasi.

3.3.2 Kinerja penetasan dan Penurunan berat badan

Penurunan berat telur (terutama kehilangan air) merupakan parameter penting untuk inkubasi. Ini berfungsi untuk memperkirakan pertukaran gas vital dan berkorelasi dengan metabolisme embrio dan tingkat perkembangan. Rata-rata total penurunan berat telur dari berat telur awal telah diindikasikan antara 11,5% dan 12% dari massa segar awal untuk mendapatkan daya tetas tertinggi telur ayam. Kehilangan air kurang dari 6% atau lebih tinggi dari 20% menurunkan daya tetas, tetapi tampaknya tidak mempengaruhi pertumbuhan atau kandungan air ayam. Kehilangan air di atas 20% dari awal berat telur segar menyebabkan penipisan awal cairan allantoic, memperpanjang periode stres osmotik, dan mengakibatkan dehidrasi berikutnya darah, cairan ketuban dan kulit embrio. Usia kawanan breeder dan akibatnya berat

telur dan kualitas cangkang dapat mempengaruhi kehilangan air oleh telur.

Penurunan berat telur selama penyimpanan meningkat dengan umur peternak. Peningkatan ini dikaitkan dengan ukuran telur yang lebih besar dan cangkang yang lebih tipis dengan porositas yang lebih tinggi, yang mendorong difusi gas dan air dan albumen yang lebih rendah kualitas, ditentukan oleh pH yang lebih tinggi. Bahkan, kenaikan pH albumen dengan lama penyimpanan dan umur ayam berhubungan dengan penurunan tinggi albumen dan viskositas. Mengenai penurunan berat telur selama inkubasi, sebagian besar penelitian menunjukkan efek yang konsisten dari usia peternak pada (relatif) berat telur kehilangan. Reis dkk. (1997) mencatat bahwa telur dari ayam yang lebih tua cenderung untuk menurunkan lebih banyak berat badan dalam gram, tetapi lebih sedikit dalam persentase dibandingkan untuk telur dari burung yang lebih muda (7,07 g dan 11,64% vs. 7,50 g dan 11,22%, masing-masing, dengan usia peternak 32 dan 50 minggu). Zakaria, Plumstead, Romero-Sanchez, Leksrisompong, dan Rem (2009) dilaporkan juga terjadi penurunan susut bobot telur dari 9,45% menjadi 9,14% dengan peningkatan umur breeder dari 42 menjadi 67 minggu.

Ini konsisten dengan Ulmer-Franco et al. (2010) yang mencatat penurunan susut bobot telur total dengan bertambahnya umur indukan (12,8% vs. 11,9% untuk usia peternak 29 dan 59 minggu, masing-masing). Pengamatan yang diperoleh oleh Kirk, Emmans, McDonald, dan Arnot (1980), North dan Bell (1990) dan Roque dan Soares (1994) yang melaporkan bahwa penurunan berat badan proporsional menurun sedikit dengan usia kawanan, mungkin karena terkait peningkatan berat telur, karena telur yang lebih besar memiliki lebih sedikit area cangkang per unit berat telur bagian dalam daripada telur yang lebih kecil.

3.3.3 Daya tetas dan kematian embrio

Daya tetas dan tingkat kesuburan sangat tergantung pada peternak usia kawanan . Kesuburan, daya tetas telur dan daya tetas telur fertil pada umum menurun dengan bertambahnya usia peternak. terutama karena peningkatan persentase embrio mati akhir. Ini mungkin terkait dengan fakta bahwa embrio yang berasal dari indukan tua menghasilkan lebih banyak panas dari hari ke-16 inkubasi seterusnya (karena ukuran kuning telur yang lebih besar) dibandingkan dengan yang diturunkan dari peternak muda dan, akibatnya, berada pada risiko kematian jangka panjang yang lebih tinggi.

Oleh karena itu, dapat disarankan bahwa peningkatan embrio akhir kematian dicatat dengan peternak tua adalah (sebagian) karena inkubasi kondisi (suhu dan ventilasi) yang tidak sesuai dengan karakteristik fisiologis embrio ini daripada itu adalah nyata efek usia peternak. Efek gabungan dari tingkat ventilasi yang lebih rendah dan produksi panas yang lebih tinggi dari telur yang lebih besar pada akhir inkubasi dapat mengakibatkan peningkatan suhu embrio dan karenanya, peningkatan kematian embrio. Dengan kawanan muda (antara 32 dan 35 minggu), embrio awal kematian lebih tinggi (7,3% vs. 4,8%) dibandingkan dengan yang dicatat dengan kelompok yang lebih tua (antara usia peternak 44 dan 50 minggu. Ini mungkin terkait dengan kulit telur yang lebih tebal dan albumen yang lebih kental, yang bersama-sama menurunkan kehilangan kelembaban, pertukaran gas vital, dan nutrisi ketersediaan untuk embrio. Fenomena ini dapat mengakibatkan kompromi kelangsungan hidup embrio selama tahap awal pengembangan dan penurunan daya tetas.

3.3.4 Durasi penyimpanan

Jumlah minimum sel blastodermal yang sehat mungkin diperlukan untuk memulai perkembangan embrio normal. Embrio ayam yang sehat (blastoderm) rata-rata mengandung 60.000 sel embrio (blastodermal) pada

oviposisi. Menurut Eyal-Giladi dan Kochav (1976) dan Fasnko dkk. (1992), tahap yang paling umum dari perkembangan embrio ayam pada oviposisi adalah tahap "EG10." Reijrink, Berghmans, Meijerhof, Kemp, dan Brand (2010) melaporkan bahwa 92% embrio (evaluasi dilakukan pada 55 embrio) pada posisi oviposisi antara EG10 dan EG12 dengan peternak berusia antara 41 dan 50 minggu.

Studi-studi ini tidak menunjukkan perubahan morfologis stadium selama penyimpanan lama. Untuk lebih presisi, Pokhrel et al. (2018) menggunakan pencitraan mikroskop episkopik beresolusi tinggi sistem untuk mengidentifikasi tahap blastodermal. Mereka melaporkan perkembangan perkembangan jumlah sel embrionik dan morfologi selama penyimpanan. Tahap yang dicapai setelah 28 hari penyimpanan tidak melebihi EG&K13, yang sesuai dengan akhir ledakan.

Untuk mengukur panjang siklus sel dan tingkat proliferasi sel, indeks mitosis adalah salah satu alat yang digunakan (Alison, 1995). Proporsi sel mitosis dan penghentian siklus sel pada metafase meningkat selama penyimpanan berkepanjangan, terutama pada suhu yang lebih tinggi penyimpanan (8,5%, 4,75% dan 3,4%, masing-masing dengan penyimpanan 4 minggu, pada 24°C vs. 15°C dan 5°C; Konishi & Kosin, 1974). Pokhrel et Al.

(2018) mencatat bahwa indeks mitosis pada blastoderm yang baru diletakkan adalah 2,39%. Indeks ini meningkat tiga kali lipat dan empat kali lipat setelah 21 dan 28 hari penyimpanan, masing-masing pada suhu penyimpanan 12°C.

Namun, pada suhu penyimpanan 18°C, indeks mitosis berhasil tidak berubah secara signifikan. Penulis yang sama menyarankan bahwa di bawah suhu penyimpanan, sel ditangkap pada fase mitosis siklus sel dan karena aktivitas metabolisme yang rendah secara mitosis sel yang ditangkap, sel ini lebih terlindungi dari kematian sel dan setelah dimulainya kembali suhu inkubasi. Akibatnya, mereka kesempatan untuk pulih meningkat, dibandingkan dengan sel interfase, karenanya mendukung viabilitas embrionik.

Namun, ini keadaan diam yang tahan lama mendorong penuaan sel, yang pada gilirannya, bergantung pada waktu, meningkatkan kerentanan sel terhadap proses kematian sel alami melalui jalur apoptosis. Persentase sel apoptosis pada embrio ayam tepat setelah oviposisi telah terbukti menjadi sekitar 3,1%. Persentase ini meningkat menjadi 13,9% setelah 14 hari penyimpanan pada suhu 12°C menghasilkan sel yang kurang layak.

Hamidu et Al. (2011) juga menunjukkan persentase sel hidup pada breeder telur secara signifikan lebih tinggi pada telur yang disimpan selama 4 hari (81,17%) dibandingkan dengan yang disimpan selama 14 hari (68,18%). Persentase awal sel-sel apoptosis secara signifikan lebih tinggi setelah durasi penyimpanan yang lebih lama (17,88% setelah penyimpanan 14 hari) dibandingkan dengan durasi penyimpanan yang lebih pendek (4,32% setelah penyimpanan 4 hari).

Namun, persentase nekrotik dan sel-sel nekrotik apoptosis akhir dalam penelitian ini tidak signifikan berbeda antara lama penyimpanan. Pokhrel dkk. (2018) ditemukan dengan telur yang disimpan pada suhu 12°C, bahwa persentase apoptosis awal sel meningkat setelah 7 hari penyimpanan (+3,69%), persentase apoptosis akhir meningkat dari 14 hari penyimpanan dan seterusnya dan persentase sel nekrotik tidak berubah selama penyimpanan 28 hari.

Perubahan jumlah sel apoptosis ini dapat menyebabkan hipotesis bahwa dalam telur yang disimpan lama, jumlah sel yang layak akan menjadi terlalu rendah atau kualitas sel embrio akan terhambat terlalu banyak untuk memulai pengembangan setelah dimulainya inkubasi atau itu mereka memulai pengembangan, tetapi pada

tingkat yang lebih lambat daripada penyimpanan singkat telur. Ini dapat mempengaruhi perkembangan embrio normal, menginduksi malformasi dan peningkatan kematian embrio. Faktanya, banyak penulis mengaitkan penundaan penetasan dengan penyimpanan telur. Ini penundaan mungkin dijelaskan oleh penundaan inisiasi embryogenesis setelah dimulainya inkubasi dan/atau dengan penurunan kecepatan embrionik perkembangan (didefinisikan sebagai perubahan usia perkembangan) antara 24 dan 42 jam inkubasi, dibagi dengan lamanya inkubasi interval, yaitu jam perkembangan usia per jam inkubasi) selama inkubasi.

Berat embrio selama inkubasi telah terbukti terpengaruh juga dengan lama penyimpanan telur. Hamidu dkk. (2011) melaporkan berat embrio yang lebih rendah dengan 21 hari penyimpanan dibandingkan hingga 4 hari penyimpanan sejak hari ke-4 inkubasi dan seterusnya, yang dikonfirmasi oleh penelitian lain. Saat menetas, juga negative pengaruh lama penyimpanan terhadap bobot ayam umur sehari dan kualitas ayam ditemukan. Penyimpanan durasi (4, 12 dan 16 hari pada suhu 15°C) secara linier menurunkan tukik berat (-0,74 dan 1,24 g selama 12 dan 16 hari penyimpanan telur, masing-masing, dibandingkan dengan 4 hari penyimpanan telur) dan panjang tukik (-0,06

dan 0,22 cm, masing-masing), tanpa mempengaruhi kualitas tukik, berdasarkan skor Tona (Tona et al., 2004).

Namun, tukik berat dikoreksi untuk berat telur rata-rata sebelum pengaturan tidak mengungkapkan perbedaan terkait dengan durasi penyimpanan. Berdasarkan pada temuan ini, dapat disimpulkan bahwa penurunan yang diamati dalam berat ayam absolut dikaitkan dengan telur yang lebih ringan sebelumnya pengaturan karena hilangnya kelembaban selama penyimpanan.

Reijrink dkk. (2008) mempelajari ayam dari peternak berumur 28 minggu. Mereka mencatat bahwa panjang tukik, bahkan dikoreksi untuk berat telur sebelum pengaturan, menurun (0.295, 0.291, 0.289 cm/g) dengan meningkatnya durasi penyimpanan (3, 5 dan 12 hari pada suhu antara 16 dan 18°C). Namun, mereka mencatat tidak ada efek dari durasi penyimpanan pada berat badan tukik, dikoreksi untuk berat telur dan di pusar kualitas. Tona dkk. (2004) melaporkan juga tidak adanya efek lama penyimpanan (7 hari pada suhu 15°C dibandingkan dengan telur segar) pada berat ayam saat menetas saat ayam berasal dari 35 sampai umur indukan 45 minggu. Pokhrel dkk. (2018) menunjukkan juga bahwa parameter kualitas ayam tidak berbeda antara pendek dan penyimpanan telur yang lama (hingga 21 hari).

Hanya setelah 28 hari penyimpanan, sedikit penurunan hasil ayam, YFMB dan panjang ayam jelas. Dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan telur pada rata-rata menghasilkan penurunan sel embrionik yang layak, tetapi efek pada kualitas tukik tidak jelas. Yang terakhir mungkin terkait dengan penyimpanan dan kondisi inkubasi yang berbeda.

BAB IV

Efek Cahaya Dan Suhu Inkubasi pada Perkembangan dan Pertumbuhan Embrio Pasca Penetasan

Pendahuluan

Selama 10 tahun terakhir, produksi daging ayam global telah meningkat meningkat dari 83 juta ton pada tahun 2012 menjadi 100,5 juta 2020. Proyeksi produksi daging ayam dunia adalah 102 juta ton pada tahun 2021 (Shahbandeh, 2021). Mengoptimalkan produksi penting untuk memenuhi permintaan ayam pedaging. Kondisi inkubasi tampaknya merupakan langkah pertama untuk memaksimalkan produksi daging karena broiler komersial cepat tumbuh ayam menghabiskan 33%–38% dari total masa hidupnya di lingkungan inkubator. Periode ini adalah 20,5%–26,5% untuk broiler dengan pertumbuhan lambat, yang ditujukan untuk mencapai bobot potong antara 58-81 hari. Diketahui bahwa kondisi inkubasi, seperti suhu, kelembaban, pertukaran gas, pembubutan, dan cahaya telah terbukti mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan embrio.

Di antara faktor-faktor ini, suhu inkubasi adalah yang paling kritis. Secara keseluruhan, tinjauan literatur terkait menunjukkan bahwa pencahayaan selama inkubasi tidak penting seperti faktor inkubasi lainnya. Oleh karena

itu, dalam kondisi komersial, embrio adalah diinkubasi dalam gelap. Namun, penelitian telah menunjukkan hal itu variasi suhu inkubasi dan pengaruh cahaya daya tetas, kualitas anak ayam, dan pertumbuhan setelah menetas. Memang, variasi suhu dan cahaya terjadi selama alam kondisi inkubasi; induk ayam meninggalkan sarang an rata-rata 8,2 kali (berkisar antara 2 hingga 13) untuk makanan dan air (Archer dan Mench, 2014), atau ayam betina bangkit untuk membalik telurnya sebagai respon terhadap panggilan embrio (Rogers, 1995). lingkungan ini stimulus selama periode embrio mungkin berguna untuk mempersiapkan embrio untuk kehidupan setelah penetasan. Dengan kata lain, perubahan ini dalam suhu dan cahaya akan berkontribusi pada kapasitas ayam untuk memerangi lingkungan pasca penetasan melalui respon adaptif.

Mekanisme respons adaptif memiliki tiga tahapan: 1) mendeteksi ancaman, 2) merespons secara fisiologis atau secara genetik untuk menghadirkan ancaman, dan 3) mempersiapkan tubuh untuk ancaman masa depan. Perubahan epigenetik selama embriogenesis di embrio ayam merupakan mekanisme utama untuk adaptasi lingkungan pasca penetasan. Oleh karena itu, inkubasi suhu dan cahaya dapat menjadi alat untuk meningkatkan

kinerja dan respon adaptif burung. Selama 18 hari pertama inkubasi, embrio ayam terlihat reaksi poikiloterm; yaitu, mereka rentan terhadap perubahan dalam suhu inkubasi. Kenaikan suhu inkubasi meningkatkan produksi panas embrio dan suhu kulit telur sementara menurunkan suhu inkubasi menurunkan produksi panas dan suhu kulit telur (Romjin et al., 1955; Whittow and Tazawa, 1991).

Banyak peneliti telah mencoba untuk menentukan suhu optimal untuk perkembangan embrionik. Itu suhu minimum untuk perkembangan blastoderm dilaporkan sebagai 27 ° C yang tidak menghasilkan diferensiasi embrio ke titik pembentukan sistem vaskular (Funk dan Biellier, 1944). Penelitian awal menunjukkan suhu 38,8–39,4°C dan 39,4–40°C untuk yang pertama dan paruh kedua inkubasi, masing-masing, berdasarkan peniruan suhu inkubasi dalam kondisi alami (Eycleshymer, 1907). Kemudian, kebutuhan embrio berkaitan dengan suhu optimal dilaporkan sebagai 37,5–37,7° C, menunjukkan suhu lebih tinggi dari 38°C dan lebih rendah dari 37° C mengurangi daya tetas (Ramanoff, 1936; Barott, 1937).

Seharusnya tetap antara 37,5 dan 37,8 ° C dari 1 hingga 18 hari dan antara 36,1 dan 37,2° C selama periode penetasan (Decuypere et al., 2001). Di semua studi ini, suhu inkubasi yang disarankan didasarkan pada suhu inkubator,

namun suhu kerabang telur yang merupakan cerminan suhu embrio, sedikit berbeda dari suhu inkubator, sekitar 1–1,5°C lebih tinggi dari suhu udara di sekitarnya pada tingkat telur, karena dengan tingkat metabolisme embrio (Tazawa dan Rahn, 1987; Leksrisompong et al., 2007). Dipertanyakan apakah nilai-nilai ini masih berlaku untuk breed yang ada dan strain komersial, karena suhu yang disebutkan di atas didasarkan pada penelitian selama bertahun-tahun yang lalu. Karena seleksi untuk pertumbuhan yang cepat dan berat badan yang tinggi untuk ayam pedaging selama 60 tahun terakhir telah menghasilkan peningkatan tingkat metabolisme termasuk tahap embrio dan terpengaruh pola perkembangan embrio (Druyan 2010), yang mungkin memerlukan pertimbangan ulang suhu inkubasi.

Pengaruh Suhu Inkubasi pada Perkembangan Embrio dan Pasca Penetasan

Pertumbuhan Dalam beberapa tahun terakhir, variasi yang relatif kecil (1–1,5° C di bawah atau di atas) dari suhu optimal telah banyak digunakan untuk memeriksa pengaruhnya terhadap perkembangan embrionik (Lourens et al., 2005; Yalcin dan Siegel, 2003; Yalcin et al., 2007; Oviedo-Rondon et al., 2008; van der Pol et al., 2014). Karena kuning telurnya sumber nutrisi utama untuk embrio

berkembang, pemanfaatan nutrisi kuning telur adalah salah satu faktor utama yang mempengaruhi embrio pembangunan (Vieira dan Moran, 1998; Wagt et al., 2020). Tinggi atau suhu inkubasi rendah dari hari embrionik (ED) 1 selama penggunaan dan penyerapan kantung kuning telur bagian bawah, mempengaruhi pemanfaatan nutrisi kuning telur dengan mengubah ekspresi gen jaringan kantung kuning telur, yang bertanggung jawab untuk penyerapan, dan pencernaan lipid dan peptida kuning telur, glikogenesis, dan glukoneogenesis, dan pada gilirannya mempengaruhi ayam kualitas (Dayan et al., 2020).

Hal itu ditunjukkan bahwa keduanya tinggi dan suhu inkubasi rendah ($1,5^{\circ}\text{C}$ di bawah atau di atas $37,8^{\circ}\text{C}$) menurunkan ekspresi PEPT1 (gen yang terlibat dalam serapan oligopeptida), ApoA1 (gen yang terlibat dalam lipid metabolisme), dan penyimpanan glikogen yang diubah dari jaringan kantung kuning telur menuju palka (Dayan et al., 2020). Diketahui bahwa embrio lebih sensitif hingga sedang perubahan EST selama periode pengembangan awal. Rendah ($36\text{--}36,6^{\circ}\text{C}$) EST selama minggu pertama inkubasi berkurang daya tetas, jumlah anak ayam laku, dan meningkatkan bobot anak ayam dibandingkan dengan kontrol ($37,5^{\circ}\text{C}$) (Joseph et al., 2006). Hamidu dkk. (2018) menunjukkan bahwa EST rendah (36--

36,5°C) saat diterapkan dari ED15 hingga menetas, waktu pipping eksternal bertambah dan tertunda penetasan dibandingkan dengan kontrol (37,5°C). inkubasi lebih tinggi suhu dari optimum mempengaruhi perkembangan embrio di arah berlawanan. Lin dkk. (2017) mengamati bahwa EST yang tinggi dari 38,1°C selama 5 hari pertama inkubasi menurun umur sehari berat anak ayam dan sisa berat kantung kuning telur, penambahan panjang anak ayam, yang merupakan salah satu indikator kualitas ayam (Lin et al., 2017).

Namun, penelitian lain menunjukkan 38,6° C EST selama yang pertama 6 hari inkubasi tidak mempengaruhi bobot anak ayam dan kuning telur tetapi daya tetas berkurang (Avsar et al., 2022). EST tinggi (38,9° C) diterapkan pada minggu kedua inkubasi, dapat mempercepat perkembangan embrio, memperpendek jendela palka, dan menurunkan durasi inkubasi tanpa mempengaruhi bobot anak ayam umur sehari (Wijnen et al., 2020a). Molenaar et al. (2010) dan Maatjens et al. (2016) mengamati bahwa ketika EST tinggi diterapkan di minggu terakhir inkubasi, kualitas anak ayam menurun dengan memendeknya waktu bagi embrio untuk menggunakan nutrisi kuning telur, mengurangi protein produktivitas dan mengurangi massa tubuh bebas kuning telur. Ini perbedaan

dalam literatur menunjukkan bahwa 1) perubahan kecil dalam suhu kulit telur dapat mempengaruhi penyerapan telur nutrisi, 2) kepekaan terhadap suhu lebih rendah atau lebih tinggi dari suhu inkubasi optimal juga tergantung pada tahap perkembangan embrio, dan 3) inkubasi suhu mempengaruhi metabolisme dan fisiologi tubuh embrio.

Memang, memperpanjang atau memperpendek durasi inkubasi dengan menurunkan atau menaikkan suhu inkubasi, masing-masing adalah refleksi dari perubahan laju metabolisme, fisiologis proses, dan regulasinya (Black and Burggren, 2004; Molenaar et al., 2010; Maatjens et al., 2016; Hamidu dkk., 2018). Selama tahap akhir embriogenesis di mana sebagian besar sistem fisiologis berada di bawah pematangan yang cepat, terus menerus suhu rendah menurunkan plasma triiodothyronine (T3) di tahap pipping eksternal, trigliserida plasma, dan non-esterifikasi asam lemak (NEFA) saat menetas, dan meningkatkan kortikosteron plasma tingkat saat menetas (Willemsen et al., 2010). Semua perubahan ini terkait dengan tingkat metabolisme yang lebih lambat dan pipping internal yang berkepanjangan, yang terutama disebabkan oleh energi yang dibutuhkan untuk tumbuh diarahkan ke dalam jaringan tubuh yang ada dan proses penetasan yang

lebih lama di bawah rendah suhu (Yalcin et al., 2012a). Tingkat metabolisme yang lebih lambat dari embrio mengarah ke ketersediaan O₂ yang lebih tinggi relatif terhadap metabolisme tingkat dan peningkatan tingkat glikogen hati (Willemsen et al., 2010; Yalcin et al., 2012a; Morita et al., 2016). Yang berkepanjangan durasi inkubasi bersama dengan glikogen hati yang lebih tinggi konten dan peningkatan penggunaan kantung kuning telur mempromosikan embrionik pengembangan, menghasilkan berat badan bebas kuning telur yang lebih berat menetas.

Oleh karena itu, EST lebih rendah dari 37,5°C setelah ED14 dianggap bermanfaat untuk perkembangan embrionik (Maatjens et al., 2016). Sebaliknya, inkubasi tinggi terus menerus suhu mempercepat laju pertumbuhan dan meningkatkan tingkat metabolisme, oksigen, dan kebutuhan energi embrio. Itu pertumbuhan yang dipercepat meningkatkan oksidasi glukosa dan menghabiskannya glikogen sehingga asam amino digunakan sebagai bahan bakar metabolisme mengarah ke retensi protein yang lebih rendah (Maatjen et al., 2016).

Ini menghasilkan penurunan berat badan bebas kuning telur, bobot organ, anak ayam kualitas, dan keterlambatan perkembangan organ limfoid. Selanjutnya, ketersediaan O₂ terbatas pada tahap akhir inkubasi memicu

anak ayam menetas (Mortola dan Labbe, 2005; Piestun et al., 2009; Molenaar et al., 2013; Maatjen et al., 2016; Nangsuay et al., 2016). Bertentangan dengan hasil ini, daya tetas lebih tinggi, bobot anak ayam serupa, dan tidak ada perbedaan dalam morfologi usus kecil dan pengangkut nutrisi ekspresi gen pada anak ayam dari suhu optimal dan tinggi dilaporkan (Barri et al., 2011; de Barros Moreira Filho et al., 2015).

Selain mempengaruhi perkembangan embrio, inkubasi suhu juga mempengaruhi pertumbuhan ayam pedaging. Dilaporkan bahwa suhu inkubasi awal berubah dari 36,5 menjadi 39 ° C untuk periode singkat (2-3 hari) tidak berpengaruh pada bobot potong dan rasio konversi pakan namun dapat mempengaruhi otot dan tulang pembangunan (Werner et al., 2010; Oksbjerg et al., 2019). Bertentangan dengan hasil ini, Janisch et al. (2015) dilaporkan bahwa EST 1–1,5°C lebih tinggi dari yang optimal selama 3 hari minggu pertama embriogenesis berpengaruh positif terhadap berat badan, tetapi kualitas daging berkurang saat suhu rendah selama dulu 10 hari inkubasi berat badan dan payudara berkurang (Joseph et al., 2006). Beberapa laporan lain menunjukkan rendah atau tinggi (36,7 atau 38,4–39° C, masing-masing) EST selama minggu terakhir embriogenesis menurunkan laju

pertumbuhan broiler, berat badan, dan asupan pakan pada umur pemotongan, dan peningkatan angka kematian (Hulet et al., 2007; Sözcü dan İpek, 2015; Wijnen et al., 2020b). Memiliki juga telah ditunjukkan bahwa suhu inkubasi yang tinggi (38-39° C) mengurangi berat tibia dan meningkatkan asimetri relatif kaki Bobot ayam broiler dan anak ayam kalkun mempengaruhi pertumbuhan pematangan lempeng, yang mungkin berimplikasi pada tibialis kejadian dyschondroplasia (Yalcin et al., 2007; OviedoRondon et al., 2008).

Baru-baru ini Muir dan Groves (2018) menyimpulkan bahwa inkubasi mulai lambat dari 37,2 ° C pada ED1 mencapai 37,8°C EST pada ED13 menghasilkan daya tetas yang lebih tinggi dengan lebih banyak anak ayam yang menetas terlambat dan abu tulang yang lebih tinggi. Pengaruh suhu inkubasi pada sistem kekebalan tubuh mendapat perhatian terbatas. Namun demikian, studi tentang pengaruh suhu inkubasi terhadap imun pasca tetas sistem tidak konsisten. Tidak ditemukan gangguan pada respon imun humoral terhadap vaksin NDV dan IBDV ayam pedaging diinkubasi pada suhu 36,8 atau 38,8° C dari ED14 inkubasi ke menetas (Santin et al., 2003). Suhu tinggi (38,7°C) dari ED10 menetas ditunjukkan untuk menunda timus dan bursa Fabricius

pembangunan (Oznurlu et al., 2010). Bertentangan dengan temuan ini, de Barros Moreira Filho (2015) menunjukkan suhu yang tinggi dari 10 hari inkubasi untuk menetas resistensi yang diinduksi Infeksi Salmonella dan peningkatan integritas usus dan produksi lendir sedangkan suhu rendah pada saat yang sama periode menghasilkan rasio villus: crypt yang lebih kecil.

Baru-baru ini, telah dilaporkan bahwa suhu inkubasi rendah ($36,7^{\circ}$ C) selama minggu terakhir inkubasi akan berdampak negative perkembangan organ kekebalan tubuh dan ketahanan di kemudian hari terhadap nekrotik enteritis (Wijnen et al., 2020b, 2021). Namun, secara biologis mekanisme yang mendasari hubungan antara inkubasi suhu dan kekebalan tidak sepenuhnya jelas. Lebih dalam pemahaman tentang mekanisme akan diperlukan untuk memahami dampak suhu inkubasi pada kekebalan, pantas lebih lanjut studi untuk mengklarifikasi masalah ini.

Perbedaan ini dalam literatur tentang efek penetasan suhu dapat menjelaskan bahwa suhu berinteraksi dengan lainnya faktor seperti kelembaban, posisi telur, kualitas kerabang telur, telur berat badan, dan umur breeder (Yalcin et al., 2005; Hulet et al., 2007). Umur breeder mempengaruhi temperatur kerabang telur yang dapat dijelaskan oleh produksi panas yang lebih tinggi dari

embrio dari telur yang lebih berat. Membandingkan indukan umur 30 dan 60 minggu, Gualhanone et al. (2012) menunjukkan bobot anak ayam umur sehari berinteraksi dengan suhu inkubasi ketika telur terkena suhu inkubasi 36,8, 37,8 dan 38,8 ° C. Dia Perlu dicatat bahwa perbedaan perkembangan antara strain juga penting dalam menanggapi suhu inkubasi. Perbedaan antara Ross dan Cobb embrio memiliki telah ditunjukkan di bawah kondisi inkubasi yang sama (Druyan 2010; Tona et al., 2010). Oleh karena itu, tanggapan dari strain untuk manipulasi suhu inkubasi awal atau akhir harus diselidiki di bawah kondisi eksperimental yang sama di pembelajaran lebih lanjut.

Suhu Inkubasi dan Pasca Penetasan Respon Adaptif

Ada bukti bahwa perubahan suhu selama embrionik pembangunan memainkan peran penting dalam respon adaptif sistem fisiologis seperti termoregulasi (Nichelmann et al., 2001; Tzschentke dan Batsa, 2002) dan respon stress (Loyau et al., 2015). Ini adalah hipotesis yang mengekspos embrio siklik jangka pendek atau konstan lebih rendah atau lebih tinggi dari optimal menghasilkan memori epigenetik yang membuat anak ayam lebih tahan untuk suhu lingkungan yang lebih rendah atau lebih tinggi, masing-masing, selama periode pasca melahirkan. Memori ini

terkait dengan perubahan hormonal profil dan perubahan dalam aktivitas gen dan ekspresi itu mengontrol sistem termoregulasi (Nichelmann et al., 2001; Tzschentke dan Batsa, 2002). Sejalan dengan hipotesis ini, suhu inkubasi yang lebih tinggi atau lebih rendah selama kritis periode perkembangan embrio mungkin memiliki efek pelatihan dan mengakibatkan perubahan pada area preoptik anterior neuron hipotalamus (PO / AH) sehingga mengendalikan mereka sensitivitas suhu (Tzschentke dan Batsa, 2002).

Neuron dalam PO / AH menyebabkan sekresi pelepasan kortikotropin factor (CRF) dan thyrotropin-releasing hormone (TRH) dari hipotalamus. CRF merangsang sintesis dan sekresi ACTH, yang pada gilirannya menyebabkan sekresi kortikosteron dari adrenal. CRF juga berperan dalam aktivasi TRH, yang merangsang pelepasan hormon perangsang tiroid (TSH) sekresi. TSH, pada gilirannya, menghasilkan peningkatan tiroid hormon, terutama T4 (tiroksin), sintesis kemudian beredar T4 diubah menjadi bentuk T3 yang aktif secara biologis (Decuypere dan Kuhn, 1988). Karena hipotalamus-hipofisis-tiroid (HPT) dan sumbu hipotalamus-hipofisis-adrenal (HPA) memainkan peran penting dalam adaptasi individu termoregulasi (Bohler et al., 2021; Ruuskanen et al., 2021), perubahan suhu inkubasi selama pengembangan kapak ini

dapat meningkatkan toleransi panas burung dan penyebabnya efek jangka panjang pada daya tanggap sumbu ini (Nichelmann dan Tzschentke, 2003; Piestun et al., 2008).

Itu bukti yang tersedia dengan jelas menunjukkan bahwa perubahan dalam inkubasi suhu harus dikaitkan dengan pengembangan HPT dan Sumbu HPA, yang terbentuk antara ED10.5 dan 11.5 dan ED14 dan 15 hari, masing-masing (de Groef et al., 2008). Oleh karena itu, penelitian telah membahas waktu perubahan dalam suhu, tingkat suhu di mana embrio terpapar, dan durasi paparan (Yahav et al., 2004a; Collin et al., 2005; Yalcin et al., 2005; Yalcin et al., 2008a; Piestun et al., 2008). Itu periode dari ED10 ke ED16 embriogenesis telah digunakan untuk menguji efek harian 3–24 jam, 1–2° C bertambah atau berkurang dari suhu inkubasi pada thermotolerance dan panas postnatal atau respon stres dingin, masing-masing. Studi pertama adalah dilakukan untuk menguji potensi fungsi tubuh adaptif anak ayam umur sehari setelah perlakuan panas embrionik. Studi mengungkapkan potensi suhu 38,6 dan 39,6°C untuk 3–12 jam/hari antara ED10 hingga 18 tidak berpengaruh pada daya tetas, penurunan plasma T3 dan konsentrasi kortikosteron, oksigen konsumsi, produksi panas, dan suhu tubuh umur sehari anak

ayam (Yahav et al., 2004a; Yalcin et al., 2008a; Piestun et al., 2008; Tona et al., 2008; Piestun et al., 2009). Perubahan ini (39,5°C selama 3 atau 6 jam setiap hari) meningkatkan pertumbuhan otot seperti insulin faktor I (IGF-I), yang meningkatkan proliferasi sel otot dan diferensiasi, dan diameter myofibers. Namun, sebagai studi diakhiri pada post-hatch d 13, jika perkembangan otot terpengaruh pada usia penyembelihan tidak diketahui. Temuan terbaru kami (Yalcin et al., 2021) menyarankan agar mengekspos embrio Ross308 dan Cobb

38,8°C antara ED10 dan 14 mengakibatkan berat badan lebih berat dan ekspresi insulin-like factor-1 (IGF-I) yang lebih tinggi, dan serat yang lebih besar daerah otot dada ayam broiler umur potong.

Namun, sifat otot payudara dari strain, yaitu ekspresi faktor pertumbuhan endotel vaskular-A dan myogenin, bagian karkas hasil, pH24, dan kapasitas menahan air dari galur yang ditanggapi berbeda dengan manipulasi suhu (Yalcin et al., 2021). Ini hasilnya mendukung bukti lebih lanjut bahwa efek termal manipulasi sangat terkait dengan ketegangan. Sebagai kesimpulan, penelitian menunjukkan bahwa efek inkubasi suhu selama perkembangan embrio tidak diragukan lagi penting untuk respons stres adaptif. Suhu inkubasi dapat

memprogram anak ayam untuk membangun sifat-sifat dalam adaptasi terhadap suhu lingkungan pasca penetasan.

Tanggapan ini mungkin dijelaskan oleh perubahan epigenetik tercetak di hipotalamus yang memicu respons saat ayam berada lagi terkena suhu tinggi atau rendah (David et al., 2019). Studi memberitahu kita bahwa interaksi antara waktu, durasi, dan suhu membentuk perkembangan embrio dan respons stres adaptif. Memang, Wilsterman et al. (2015) menunjukkan bahwa paparan embrio sedikit lebih tinggi suhu baik awal, akhir, atau seluruh periode inkubasi berdampak pada pola pelepasan glukokortikoid, bagaimanapun, itu respon spesifik anak ayam dan ayam pedaging bervariasi dengan waktunya. Saat ini, tidak jelas berapa periode sensitif dan suhunya berinteraksi dengan faktor lingkungan lain di inkubator dan faktor induk (strain, umur breeder, komposisi telur, dan telur kualitas).

Namun demikian, selama paruh kedua inkubasi, embrio mungkin lebih sensitif terhadap manipulasi suhu sinyal untuk memiliki efek post-hatch yang tahan lama. Pembelajaran lebih lanjut diperlukan untuk memahami efek modifikasi epigenetic selama perkembangan embrio, mekanisme molekuler mereka mendasari perubahan ini, dan efek jangka panjangnya.

Efek Cahaya pada Perkembangan Embrio dan Pertumbuhan Pasca Penetasan

Cahaya mengontrol banyak proses fisiologis dan perilaku termasuk pertumbuhan, reproduksi, dan migrasi pada burung. Terkini studi telah memiliki bukti yang menunjukkan bahwa paparan berkembang embrio ke cahaya bisa memainkan peran penting dalam penetasan kinerja dan tingkat pertumbuhan embrio, mengurangi stres tanggapan terhadap lingkungan pasca-penetasan, dan akhirnya mempengaruhi kinerja, perilaku, dan kesejahteraan burung. Karena itu, memberikan cahaya selama inkubasi telah diperkenalkan sebagai praktik untuk meningkatkan kinerja penetasan dan pasca penetasan, dan respons adaptif terhadap lingkungan pasca-penetasan (Shafey dan Al-Mohsen, 2002; Özkan et al., 2012a,b; Rozenboim et al., 2004; Tainika dan Bayraktar,2021).

Efek cahaya pada proses ini dimediasi melalui deteksi cahaya oleh fotoreseptor yang terletak di retina mata dan fotoreseptor ekstraretinal di pineal, dan hipotalamus (Kumar, 2015; Kuenzel et al., 2015). Embrio perkembangan mata dimulai dengan diferensiasi dalam neuron vesikel optik pada ED2, hubungan antara ganglion retina sel dan optic chiasma diselesaikan oleh ED4 (Rogers, 1995). Oleh ED14, pertumbuhan mata embrio selesai,

protein penginderaan cahaya (opsin) dalam sel fotoreseptor, yang merespon berbeda panjang gelombang spektrum cahaya (Perez et al., 2019) adalah diungkapkan (Bruhn dan Cepko, 1996). Sistem visual dari embrio ayam menjadi fungsional pada ED18 (Rogers, 1995).

Selain sistem visual embrio, pembentukan primer struktur pineal pada ED3 penting karena merupakan yang utama organ sekretori untuk hormon melatonin, yang merupakan salah satu kandidat untuk menjelaskan efek inkubasi menyala perkembangan embrio dan untuk mempertahankan entrainment dari fungsi biologis ritmis embrio dengan penyinaran (Hill et al., 2004; Zeman et al., 2004). Telah terbukti bahwa embrionik Irama melatonin pineal terbentuk antara ED16-18 (Zeman et al., 1992; 2004; Csernus et al., 2007). Dapat diterima bahwa produksi ritmis melatonin, yang diproduksi di vertebrata pada konsentrasi tinggi pada malam hari dan rendah konsentrasi pada siang hari, ditransfer ke endokrin sistem (Cassone et al., 2009).

Efek cahaya pada embrionik pertumbuhan mungkin juga terkait dengan aktivasi HPT dan HPA bertepatan dengan hormon melatonin ritmis produksi (Tong et al., 2018) dan sumbu somatotropik, yaitu, hormon pertumbuhan (GH), IGF-1 (Bai et al., 2019; Wang et al.,

2017; Zhang et al., 2014). Peran stimulasi cahaya selama inkubasi pada sistem somatotropik dan stres.

Proliferasi otot yang diinduksi cahaya terkait dengan darah IGF-1 (Halevy et al., 2006), yang terutama disekresikan oleh hati dalam hubungannya dengan melatonin (Wang et al., 2014) dan peningkatan regulasi gen yang melibatkan faktor regulasi miogenik (MYF5, MYOD), kotak berpasangan 7, yang memelihara tulang dewasa integritas sel satelit, dan faktor pengatur khusus otot 4 melalui hormon melatonin (Bai et al., 2019).

Sementara banyak penelitian awal melaporkan hal itu photostimulation mempercepat perkembangan embrio dan biasanya mempersingkat waktu inkubasi pada ayam (Siegel et al., 1969; Walter dan Voitle, 1972), telah berspekulasi bahwa pemanasan efek cahaya bisa saja dikacaukan oleh efek cahaya dengan demikian efek yang diamati mungkin sebagian terkait dengan peningkatan embrio temperatur (Emas dan Kalb, 1976). Oleh karena itu, studi dipertimbangkan efek pengganggu panas dari sumber cahaya dan mencoba meminimalisirnya baik dengan mengganti sumber cahaya dari lampu pijar untuk light emitted diode (LED) diketahui memiliki panas yang lebih rendah produksi, menggunakan pencahayaan intermiten (Rozenboim et al., 2004; 2013; Dishon et al., 2017) atau

pencahayaannya terus menerus dengan lampu neon (Archer et al., 2009; Özkan et al., 2012a) atau gabungan LED dan fotoperiode (Archer, 2016, 2017; Van der Pol et al., 2017, 2019; Güz et al., 2021). Banyak dari mereka telah mengkonfirmasi suhu inkubasi optimal dengan mengukur kerabang telur suhu dan menyesuaikan suhu inkubator sesuai (Rozenboim et al., 2004; Özkan et al., 2012a; Van der Pol et al., 2017, 2019; Güz et al., 2021).

Oleh karena itu, fotostimulasi pada periode awal atau akhir perkembangan embrio telah diselidiki dalam studi untuk melihat apakah inkubasi yang menyala mempengaruhi perkembangan embrio dan kinerja penetasan. Namun, tidak hanya masa-masa kritis tetapi juga durasi fotostimulasi per hari dan Sifat-sifat cahaya meliputi intensitas, warna (panjang gelombang), dan suhu warna cahaya adalah penting. Di bagian ini kertas, kami meninjau efek pemberian cahaya selama inkubasi perkembangan embrio dan pertumbuhan pasca penetasan, dan respons adaptif pasca penetasan ayam, dengan mempertimbangkan waktu, durasi, warna, dan intensitas Embrio ayam dapat mendeteksi perbedaan warna.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki pengaruh warna cahaya pada perkembangan

embrio dan pertumbuhan pasca penetasan. Sebagai perbandingan dengan kondisi inkubasi terang biru dan gelap, hijau terus menerus ringan selama inkubasi meningkatkan berat badan pasca menetas broiler jantan, meningkatkan rasio konversi pakan, meningkatkan aktivitas mitosis sel satelit otot dada dengan upregulasi MyoD, myogenin, dan mRNA myostatin ekspresi pada embrio akhir dan anak ayam yang baru menetas, dan pertumbuhan otot tanpa perubahan kimiawi yang nyata komposisi dan karakteristik kualitas daging (Zhang et al., 2012, 2014). Memberikan lampu hijau sebentar-sebentar (terang/gelap siklus 15 menit) selama inkubasi juga meningkat ekspresi hipotalamus dari pelepasan hormon pertumbuhan hormon (GHRH), reseptor hormon pertumbuhan hati (GHR), tingkat (Dishon et al., 2017). Dishon et al. (2021) dibandingkan stimulasi lampu hijau intermiten selama inkubasi (ED0-21) dengan periode stimulasi yang berbeda mulai dari ED15, 16, dan 18 inkubasi dan mengamati ekspresi yang lebih tinggi dari gen sumbu somatotropik di semua perawatan pencahayaan daripada di gelap inkubasi. Mereka menyarankan fotostimulasi embrio hanya 3 hari terakhir inkubasi akan cukup untuk merangsang sumbu somatotropik sejak fotostimulasi embrio dari ED18 menetas menghasilkan

tingkat ekspresi hipotalamus yang serupa GHRH, GHR hati, dan gen IGF-1 dan kadar plasma GH ke kelompok kontrol positif (dinyalakan dari E0-21). Penemuan-penemuan ini layak untuk diteliti lebih lanjut untuk menetapkan yang jelas kesimpulan mengenai periode kritis untuk efek perangsang pertumbuhan lampu hijau pada embrio ayam pedaging.

Kelenjar pineal embrio ayam menunjukkan selektif kepekaan terhadap panjang gelombang (warna) cahaya yang berbeda spektrum. Drozdova dkk. (2019) menemukan biosintesis yang lebih tinggi dari melatonin pineal selama skotofase di bawah merah (632 nm) dan pencahayaan putih (panjang gelombang puncak 448 nm) dibandingkan dengan hijau (517 nm) dan biru (463 nm). Penelitian lebih lanjut dari yang sama kelompok menunjukkan bahwa inkubasi lampu merah menghasilkan tubuh yang lebih tinggi bobot pada anak ayam broiler selama pertumbuhan cepat pasca menetas fase (dari 18 hingga 21 hari) dibandingkan dengan cahaya biru (Drozdova et al., 2021). Meskipun tidak banyak informasi mengenai efek lampu merah pada sumbu somatotropik, peningkatan pertumbuhan anak ayam yang diinkubasi di bawah lampu merah mungkin terkait dengan awal ritme melatonin. Tidak hanya warna terang tapi juga suhu warna cahaya polikromatik penting. LED putih dingin

(5.000 K) memuat lebih banyak panjang gelombang biru dapat meningkatkan berat badan dan mengurangi stress dan respons ketakutan ayam pedaging dibandingkan dengan LED putih hangat (2.700 K) (Archer, 2018).

Namun, itu menunjukkan inkubasi itu dalam cahaya putih hangat dan dingin tidak berpengaruh secara signifikan biosintesis melatonin embrionik di pineal, T3, T4, kadar hormon kortikosteron dalam darah dan kekebalan tubuh gen terkait sistem, presenilin-1, dan avian betadefensin1, di duodenum dan bursa Fabricius (Drozdova et al., 2020). Efek selektif dari panjang gelombang yang berbeda pada perkembangan embrionik dan pasca-embrionik mungkin lebih banyak mendalam dari efek perubahan suhu warna dari cahaya polikromatis.

Penelitian terbatas tersedia mengenai efek pencahayaan selama inkubasi pada pertumbuhan tulang dan kesehatan kaki, dan hasilnya tidak konsisten. Peningkatan kesehatan kaki dari broiler ditemukan menggunakan 16L:8D (van der Pol et al., 2017) atau 12L:12D (van der Pol et al., 2019) pada pencahayaan LED putih 500 lux dibandingkan dengan kondisi inkubasi terang atau gelap terus menerus. Namun, dalam penelitian terbaru, Güz et al. (2021) tidak menemukan apapun efek signifikan dari lampu LED hijau pada parameter tulang tibia saat mereka

menggunakan jadwal foto 16L:8D. Perlu jelas mengungkapkan apakah warna cahaya akan mempengaruhi perkembangan tulang. Intensitas cahaya juga menjadi perhatian. Dalam penelitian terbaru, Yu et al. (2018) melaporkan bahwa 50 lux intensitas menggunakan lampu LED hijau (16L:8D) meningkatkan ayam panjang, berat, daya tetas, testosteron, dan hormon T4 tingkat dan mengurangi waktu penetasan, yaitu, puncak sebelumnya 12 jam, pada anak ayam yang baru menetas dibandingkan dengan 150 dan 300 lux. Namun, transmisi cahaya ke dalam telur secara signifikan bervariasi dengan tingkat pigmentasi dan konduktansi kulit telur (Shafey et al., 2002). Shafey et al. (2002) membandingkan tingkat penyerapan spektral dari pigmentasi dan kulit telur yang tidak berpigmen pada rentang panjang gelombang antara 200 hingga 1.100 nm. Telur berpigmen coklat memiliki tingkat penyerapan maksimum 99,96% untuk ultraviolet dekat wilayah (panjang gelombang ≤ 380 nm) dari spektrum cahaya, yang lebih tinggi dari tingkat penyerapan 99,88% lama panjang gelombang, sekitar 1.075 nm di daerah inframerah-dekat. Shafey et al. (2005) juga membandingkan dua intensitas tinggi berubah antara 1.430–2.080 dan 900–1.380 lux menggunakan sumber cahaya neon hijau dan pigmentasi berbeda kadar kulit telur berwarna coklat. Mereka

melaporkan bahwa lebih tinggi intensitas mengakibatkan kematian embrio yang lebih tinggi dan penurunan daya tetas pada kulit telur coklat berpigmen terang sementara tidak ada efek negatif untuk kulit telur tenggelam gelap (Shafey et al., 2005). Yu dkk. (2016) mengkonfirmasi cangkang telur tersebut pigmentasi dan wilayah kulit telur menentukan transmisi panjang gelombang tampak (380-780 nm) ke dalam telur.

Temuan ini mendukung hipotesis bahwa evolusi pigmentasi kulit telur untuk transmisi selektif yang berbeda panjang gelombang menjadi telur didasarkan pada mencegah negative efek sinar ultraviolet dan inframerah (Maurer et al., 2011). Maurer dkk. (2015) memberikan bukti lebih lanjut dari burung liar dan menyimpulkan "sifat cangkang telur unggas, termasuk cangkang telur struktur dan pigmentasi, yang konsisten dengan tekanan evolusioner untuk meningkatkan dan melindungi embrio perkembangan". Huth dan Archer (2015) menyelidiki efeknya pigmentasi kulit telur pada spektrum cahaya yang disaring oleh kulit telur. Mereka melaporkan bahwa spektrum cahaya disaring oleh kulit telur putih sangat mirip dengan cahaya tanpa filter; namun kulit telur coklat menghasilkan spektrum yang lebih merah sebagai bukti

transmisi yang lebih tinggi dari panjang gelombang panjang ke dalam telur.

Baru-baru ini Guz et al. (2021) mengamati bahwa sumber cahaya LED hijau dengan spektrum cahaya puncak 522 nm menghasilkan puncak 536 nm di spektrum cahaya setelah melewati kulit telur broiler telur peternak menunjukkan bahwa kulit telur berpigmen dapat berubah panjang gelombang mencapai telur. Jelas bahwa panjang gelombang dan intensitas cahaya yang mencapai embrio dibatasi oleh sifat kulit telur. Juga harus dipertimbangkan bahwa lux unit didasarkan pada sensitivitas spektral manusia. Spektrum burung kepekaan terhadap pendek (400–480) dan panjang (580–700) panjang gelombang lebih tinggi daripada manusia karena tambahan mereka sel fotoreseptor tipe kerucut (Lewis dan Morris, 2006).

Oleh karena itu, sifat kerabang, panjang gelombang, dan intensitas cahaya baik di luar maupun di dalam telur harus diperhatikan memperhitungkan dalam studi masa depan untuk memiliki pencahayaan halus disetel program untuk embrio ayam pedaging. Karena melatonin memodulasi respon imun pada unggas (Markowska et al., 2017), efek inkubasi menyala kekebalan ayam pedaging juga telah dipelajari. Keduanya 12L:12D atau 24L:0D pencahayaan LED putih (5.000 K) dengan intensitas 250

lux secara signifikan meningkatkan titer NDV dan bobot limpa Hubbard berusia 35 hari ayam pedaging dibandingkan dengan inkubasi gelap (Yameen et al., 2020). SEBUAH respons imun humoral yang lebih kuat terhadap limpet lubang kunci hemocyanin (KLH), yang merupakan protein non-patogen antigen dan sering digunakan untuk menilai imunitas humoral dilaporkan pada ayam pedaging dibandingkan dengan inkubasi gelap saat telur terkena cahaya neon putih 12L:12D (Archer dan Mench, 2013). Drozdova dkk. (2020) diselidiki lebih lanjut jika suhu warna cahaya putih mempengaruhi sistem kekebalan tubuh dan tidak menemukan efek signifikan pada ekspresi gen terlibat dalam respon imun bawaan di duodenum dan bursa dari Fabricius. Namun, efek yang berbeda dari panjang gelombang yang berbeda telah dilaporkan. Sebuah studi yang membandingkan cahaya merah, biru, dan putih dan kondisi inkubasi gelap mengungkapkan bahwa lampu merah inkubasi (12L:12D) meningkatkan konsentrasi IgG total anak ayam broiler pada hari ke 14 pasca tetas dan bobot bursa 35 hari broiler jantan tua dibandingkan dengan cahaya biru (Li et al., 2021a). 12L:12D red-lighting juga meningkatkan ekspresi avian β defensin-1 (AvBD-1) di duodenum anak ayam umur sehari dan IL-6 pada ayam broiler umur dua minggu

bandingkan dengan lampu LED biru (Kankova et al., 2022). AvBD-1 adalah peptida penting untuk bawaan kekebalan pada burung (Cuperus et al., 2013; Zhang et al., 2016), dan IL-6 bertindak sebagai pro-inflamasi dan anti-inflamasi, merangsang proliferasi dan perbaikan epitel usus (Fasina et al., 2008). Dengan demikian temuan ini mungkin menarik untuk dikembangkan lebih lanjut riset. Dalam studi terbaru efek lampu hijau (250 lux, 24L:0D) Ibrahim et al. (2021). Mereka menyediakan informasi yang menjanjikan mengenai aktivasi Nuklir faktor kappa-penambah-rantai-cahaya dari sel-B yang diaktifkan (NF-kB) dan jalur pensinyalan sirtuin dalam 18 hari embrio dan akut phase response signaling (APR) pathway pada anak ayam umur 7 hari dibandingkan dengan inkubasi gelap (Ibrahim et al., 2021). NF-kB jalur mengontrol regulasi berbagai respon biologis termasuk respon imun dan peradangan (Dabek et al., 2010), sirtuins mempengaruhi banyak metabolisme, peradangan, dan respons stres (Zhao et al., 2020), dan APR bertanggung jawab atas respons pertahanan awal terhadap stresor (Cray et al., 2009). Dengan demikian, aktivasi semua jalur ini memberikan bukti untuk peningkatan respon imun burung saat terkena cahaya diberikan selama inkubasi. Hasil ini menunjukkan bahwa cahaya sumber dan

panjang gelombang cahaya mungkin bertanggung jawab atas perbedaan tersebut efek pada respon imun.

Data yang tersedia yang disajikan di atas menunjukkan bahwa tidak ada prosedur pencahayaan standar yang diterima di inkubator sampai sekarang. Dapat disimpulkan bahwa lampu hijau adalah yang paling efektif untuk merangsang pertumbuhan dan meningkatkan perkembangan otot. Namun, intensitas homogen harus dijaga dengan lebih rendah intensitas di dalam inkubator. Lampu merah mungkin memiliki lebih banyak efek mendalam pada kekebalan bawaan sementara lampu hijau mungkin mempengaruhi kekebalan dan peradangan, dan respon stress anak ayam broiler. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut yang mendasarinya mekanisme untuk pemrograman dan interaksi kekebalan awal antara sumber cahaya dan perkembangan embrio

Inkubasi Ringan dan Pasca Penetasan Respon Adaptif

Efek cahaya pada respons adaptif pasca-penetasan juga telah terjadi dievaluasi. Salah satu pendekatan tentang bagaimana cahaya memengaruhi respons stres pasca tetas adalah bahwa cahaya menginduksi perubahan lateralisasi fungsi otak melalui perkembangan visual yang asimetris

jalur pada ayam (Rogers, 1995). Mata kanan diketahui menjadi penting dalam pemeriksaan dan penilaian potensi bahaya (Rogers et al., 2004). Embrio memiliki posisi di dalam telur jadi cahaya hanya dapat mempengaruhi mata kanan embrio dan perkembangannya dari belahan kiri otak. Belahan kiri dari otak dikaitkan dengan kontrol perilaku dengan fokus perhatian dan emosi positif, misalnya, khusus untuk visual tugas diskriminasi, pencarian makanan, dan produksi vokal dan pengakuan. Ini adalah hipotesis bahwa peran belahan kiri dalam bias kognitif positif mungkin penting dalam post-hatch adaptasi ayam pedaging terhadap lingkungan yang penuh tekanan (Rogers, 2010).

Inkubasi yang menyala dapat menyebabkan perubahan perilaku melalui lateralisasi fungsi otak, misalnya, diskriminasi bahan non-makanan, lebih persepsi visual khusus dari rangsangan yang menakutkan yang menghasilkan pengurangan ketakutan jangka panjang pada ayam pedaging (Sui dan Rose, 1997; Rogers et al., 2004, Rogers et al., 2007; Dayıoğlu dan Özkan, 2012; Rogers, 2012; Pemanah dan Mench, 2017). Jadi burung lateralisasi dapat terbiasa lebih cepat dan bereaksi kurang kuat terhadap stressor daripada unggas yang tidak mengalami lateralisasi. Hasil ini dikonfirmasi oleh Chiandetti et al. (2013). Mereka menunjukkan bahwa anak ayam diinkubasi di bawah

inkubasi menyala baik pertama atau terakhir 3 hari inkubasi akan abaikan penghalang, di lingkungan pengujian, dalam perjalanan untuk mengakses sumber makanan dibandingkan dengan anak ayam yang diinkubasi dalam gelap. npencahayaan selama 3 hari pertama inkubasi di mana pineal mulai terbentuk dapat menyebabkan otak lateralisasi melalui perubahan molekuler dalam sistem saraf (Chiandetti et al., 2013).

Temuan ini memberikan bukti bahwa inkubasi menyala membiarkan kemampuan spasial yang lebih baik untuk menangani rangsangan yang berbeda pada saat yang sama seperti “menemukan makanan dan menjadi waspada terhadap predator” (Rogers et al., 2004). Penelitian yang tersedia bukti cukup jelas dan bisa diharapkan inkubasi itu pencahayaan mungkin menjadi alat yang menjanjikan untuk mengurangi rasa takut dan stress tanggapan burung dengan mempengaruhi perkembangan visual lateralisasi dalam fungsi otak. Pendekatan kedua bagaimana cahaya mempengaruhi tekanan pasca penetasan respon adalah melalui melatonin, yang juga bertindak sebagai modulator dari respon stres dengan menghambat sumbu HPA demikian mencegah peningkatan perifer hormon kortikosteron (Saito et al., 2005). Ada indikasi bahwa lampu siklik/ jadwal gelap selama inkubasi dapat

memodifikasi respons stres pasca tetas ayam dan dapat meningkatkan pertumbuhan dan kesejahteraan ayam pedaging melalui adaptasi burung yang lebih baik ke sebuah novel lingkungan dibandingkan dengan inkubasi gelap (Archer et al., 2009; Özkan et al., 2012a, Özkan et al., 2012b). Anak ayam umur sehari diinkubasi di bawah 16L:8D menggunakan cahaya putih selama seluruh masa inkubasi menunjukkan lebih rendah respons kortikosteron terhadap 8 jam penahanan di tempat penetasan dibandingkan dengan yang diinkubasi gelap (Özkan et al., 2012a). Itu efek pencahayaan pada respons stres tampaknya tahan lama seperti yang dilaporkan oleh Archer dan Mench (2013); hasil jadwal pencahayaan 12:L12D dalam respon kortikosteron yang lebih rendah dari ayam pedaging pasca-menetas 1 jam crating stress pada 3 minggu dibandingkan dengan gelap atau 1L:23D, 6L:18D pencahayaan (Archer dan Mench, 2013). Apalagi 12L:12D inkubasi ditemukan untuk mengurangi rasio asimetri dan heterophil-*to*lymphocyte pada ayam pedaging pada usia pematangan (Archer et al., 2009; Riaz et al., 2021) dibandingkan dengan inkubasi gelap. Bisa dapat disimpulkan bahwa membuktikan cahaya selama inkubasi memiliki stress menghidupkan kembali efek pada burung melalui pelepasan awal melatonin ritme yang mengubah sumbu

HPA dan memungkinkan burung untuk lebih baik beradaptasi dengan stres pasca-penetasan (Rasmussen et al., 2003; Özkan et al., 2012a, Özkan et al., 2012b).

Pada mamalia dan ayam, melatonin diketahui mengatur siklus harian dan musiman dalam sistem fisiologis termasuk sistem termoregulasi (Pevet dan Challet, 2011). Meskipun tinjauan ini bertujuan literatur tentang ayam pedaging, Saarela dan Heldmaier (1987) melaporkan bahwa fotoperiode pendek (8L:16D) memberikan isyarat untuk sistem termoregulasi dan meningkatkan toleransi dingin puyuh dalam kondisi alami menjaga suhu tubuh melalui peningkatan produksi panas. Mereka menggunakan panjang dan pendek fotoperiode untuk menyelidiki toleransi dingin burung puyuh dengan atau tanpa pemberian melatonin dan menyimpulkan bahwa dingin toleransi burung puyuh berhubungan dengan hormon melatonin; karena pemberian melatonin setiap hari menghasilkan peningkatan dingin resistensi bahkan di bawah kondisi penyinaran panjang (16L:8D) sebagai bukti kontrol pineal dari aklimatisasi dingin pada burung puyuh. Pemberian melatonin melalui pakan menurunkan suhu tubuh (Zeman et al., 2001) dan dengan demikian telah digunakan sebagai manajemen alat untuk memerangi stres panas pada ayam pedaging (Gharib et al., 2008). Ada tidak

banyak informasi mengenai efek inkubasi menyala terhadap suhu tubuh ayam broiler. Namun, mungkin ada efek pengaturan pencahayaan fotoperiodik selama inkubasi aktif respon termoregulasi ayam broiler. Bukit et al. (2004) diselidiki jika isyarat cahaya selama perkembangan embrio mungkin entrain ritme sirkadian suhu tubuh pada anak ayam.

Ketika embrio terkena fotostimulasi 12L:12D melalui ED0-21 atau antara ED13-15 dan ED16-18, sirkadian ritme suhu tubuh ayam, yang lebih tinggi di pagi daripada sore hari, telah dicatat selama yang pertama 5 hari pasca penetasan. Penulis menyarankan cahaya fotoperiodik isyarat setelah ED13 dapat membentuk ritme sirkadian tubuh suhu pada anak ayam. Namun, mereka tidak mencatat perbedaan dalam suhu tubuh anak ayam yang diinkubasi terang dan gelap (Hill et al., 2004). Baru-baru ini kloaka lebih tinggi dan kurang berfluktuasi suhu pada 36 jam setelah menetas telah diamati pada anak ayam diinkubasi di bawah cahaya putih, merah, atau biru dibandingkan dengan gelap inkubasi menunjukkan kemampuan termoregulasi yang lebih baik (Li et al., 2021a). Temuan ini mungkin terkait dengan pakan yang lebih tinggi konsumsi burung yang dihasilkan dari orientasi yang lebih baik untuk pengumpan karena fungsi otak yang

dilateralisasi (Rogers et al., 2007; Chiandetti et al., 2013). Bagaimanapun, inkubasi yang menyala mungkin ada efek positif pada pengembangan termoregulasi pada ayam pedaging anak ayam. Tidak diketahui apakah panjang gelombang akan mempengaruhi panas embrionik produksi dan suhu tubuh ayam pedaging pasca tetas. Itu hanya informasi dari Li et al. (2021b) yang melaporkan itu dibandingkan dengan cahaya putih, cahaya biru, atau kegelapan, cahaya merah mengurangi udara suhu sel, diukur dalam inkubator antara ED8-18, menyarankan lampu merah memiliki efek yang lebih menonjol pada energy metabolisme embrio (Li et al., 2021b). lampu merah dapat meningkatkan produksi melatonin embrionik, yang pada gilirannya mengurangi suhu sel udara dibandingkan dengan putih atau cahaya biru. Menimbang bahwa efek penekan putih dan lampu hijau pada produksi melatonin pineal lebih kuat dari merah light (Zawilska, et al., 1995) temuan ini layak untuk dikembangkan lebih lanjut diselidiki.

Cahaya dan Suhu Simultan Manipulasi

Sejak administrasi melatonin digunakan sebagai alat untuk meningkatkan termoregulasi burung pada ambien rendah dan tinggi suhu karena sifat anti-stresnya,

itu akan menjadi menarik untuk meneliti bersama efek inkubasi suhu dan cahaya pada peningkatan respon adaptif ayam pedaging ke suhu lingkungan. Karena efek cahaya dan suhu sebagian besar bersama-sama di alam tampaknya logis pertimbangkan kedua efek dengan kemungkinan interaksi. Diketahui bahwa suhu adalah zeitgeber yang efektif dalam poikilotherm untuk masuk irama melatonin pineal (Underwood dan Calaban, 1987). Barret dan Takahashi (1995) pertama kali menunjukkan peningkatan yang pesat dalam suhu kultur sel pineal ayam secara signifikan mengurangi pelepasan melatonin pineal, seperti halnya cahaya. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa cahaya dan suhu mungkin akhirnya memiliki efek yang sama pada sirkadian pineal cewek jam. Studi lebih lanjut mengungkapkan bahwa suhu berirama perubahan lingkungan dapat menyebabkan pineal melatonin ritme produksi pada embrio broiler, yaitu inkubasi telur ayam pedaging pada ED19 pada suhu rendah 4° C untuk 1 jam selama skotofase menghasilkan peningkatan melatonin konten dalam kelenjar pineal embrio tetapi tidak selama fotofase (Zeman et al., 2004). Selain itu, di bawah gelap kondisi menggunakan ritme suhu harian 33° C selama 8 jam dari ED13 hingga menetas, mereka menyarankan bahwa pineal dan plasma melatonin lebih tinggi selama periode

suhu rendah menunjukkan bahwa ritme melatonin pineal embrio terbentuk oleh ritme suhu di lingkungan inkubasi (Zeman et al., 2004).

Oleh karena itu, akan menarik untuk memeriksa efek pencahayaan dalam kombinasi dengan manipulasi suhu untuk menjelaskan termal epigenetic fenomena adaptasi. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa 39°C untuk 3 jam/hari antara ED16-18 dengan pencahayaan LED hijau dari ED6 hingga menetas merangsang proliferasi myoblasts (Stojanovic et al., 2014; Kanacki et al., 2017). Namun belum ada kajian menyelidiki efek cahaya dan suhu yang diterapkan pada periode inkubasi yang sama pada ciri-ciri yang berhubungan dengan penetasan, pertumbuhan kinerja, dan respon adaptif ayam pedaging di pasca-menetas.

Temuan terbaru menunjukkan bahwa keduanya adalah 38,5° C EST selama 6 jam/hari antara ED11-16 bersama dengan fotostimulasi 16L:8D peningkatan panjang ayam dan berat hati yang mungkin pendekatan positif menuju kualitas ayam yang lebih baik (Shah dan Özkan, 2022), meningkatkan ketahanan ayam pedaging terhadap panas akut stres pada usia pemotongan (Shah, 2021). Selanjutnya, penelitian memberikan bukti pertama bahwa manipulasi termal siklik bisa memodifikasi sintesis hormon

melatonin melalui pineal ekspresi aralkylamine N-acetyltransferase (AAANAT), yaitu enzim pembatas laju melatonin (Shah, 2021). Memang, anak ayam umur sehari yang terpapar suhu inkubasi siklik tinggi menunjukkan ekspresi AAAT pineal yang lebih rendah tetapi ekspresi AAAT pineal meningkat pada saat penetasan dan pemotongan saat pencahayaan dikombinasikan dengan manipulasi suhu. Hasil ini mungkin menunjukkan bahwa melatonin mungkin juga memiliki efek positif jangka panjang peran dalam pengembangan adaptasi termal untuk pasca-penetasan lingkungan. Oleh karena itu, kita dapat berspekulasi bahwa termal manipulasi bersama dengan jadwal pencahayaan fotoperiodik layak untuk dipelajari lebih lanjut tentang menggabungkan keduanya pertumbuhan dan respons adaptif terhadap suhu tinggi akut.

BAB V

Pengaruh Hipoksia atau Hiperkapnia pada Pertumbuhan Embrio Pasca Penetasan

Pendahuluan

Pertumbuhan dan metabolisme anak ayam umur 1 hari banyak ditentukan oleh proses yang terjadi selama perkembangan embrionik. Tujuan utama peternak adalah mengembangkan anak ayam dengan baik daya tetas, viabilitas, dan kinerja pasca-penetasan. Untuk mencapai tujuan ini, sangat penting untuk menentukan sumber faktor variabel serta dampak dari faktor-faktor ini untuk embrio yang optimal perkembangan dan hasil penetasan. Perubahan fisiologis terjadi selama perkembangan embrionik dan anak ayam umur sehari yang menetas menghasilkan perkembangan selama 21 hari (Decuypere dan Bruggeman, 2007). Akibatnya, endokrin sistem mutlak diperlukan untuk embrio yang tepat keberhasilan pengembangan dan penetasan.

Hubungan antara beberapa parameter fisiologis seperti keseimbangan hormon kortikosteron dan tiroid, panas produksi dan metabolisme, dan pertukaran gas (O_2 , CO_2). penting untuk perkembangan embrio dan kelangsungan hidup mereka di bawah proses inkubasi (Decuypere et al., 1990; Tona et al., 2004). Selanjutnya,

kondisi inkubasi seperti suhu, hipoksia (oksigen rendah), hiperoksia (tinggi oksigen), dan hiperkapnia (CO₂ tinggi) dapat mengubahnya parameter fisiologis dan pengaruh embrionik pembangunan dengan berbagai cara. Hal ini dapat berdampak pada lintasan pertumbuhan umum embrio dan, sebagai hasilnya, kewanan keseragaman.

Dalam sastra, hubungan antara parameter fisiologis dan kondisi inkubasi dengan perkembangan embrio dalam waktu langka, dan lebih baik pemahaman tentang parameter-parameter yang mempengaruhi kualitas ayam dan pertumbuhan pasca-tetas sangat diinginkan. Penghubung antara pemberian makan awal dan kinerja anak ayam setelah menetas sangat penting. Dia diketahui dengan baik bahwa menolak akses nutrisi anak ayam berumur 1 hari menurunkan pertumbuhan setelah menetas. Diketahui secara luas bahwa yang pertama makan merangsang berbagai target molekuler dan seluler, termasuk enzim dan hormon, yang mempengaruhi pertumbuhan umum dan berbagai proses fisiologis, termasuk kuning telur pemanfaatan, tingkat metabolisme, dan perkembangan gastrointestinal (Decuypere dan Bruggeman, 2007).

Akibatnya, hubungan antara pemberian pakan awal dan pasca tetas penampilan cewek sangat menarik.

Pemberian makan dalam telur diperiksa secara mendalam untuk memahami bagaimana eksogen nutrisi dapat mempengaruhi pertumbuhan dan penetasan embrionik. Selain itu, foto-inkubasi, proses stimulasi mengembangkan embrio dengan cahaya juga ditinjau. Selama embriogenesis, efek peningkatan pertumbuhan dari fotoinkubasi telah dilaporkan dan ada sedikit bukti bahwa foto-inkubasi memengaruhi peristiwa penetasan (Tong et al., 2018), kinerja pertumbuhan pasca tetas parameter (Zhang et al., 2016), respons ketakutan (Archer et al., 2009), tingkat stres dan kemampuan beradaptasi terhadap lingkungan baru pasca tetas (Ozkan et al., 2012).

Peran cahaya di proses fisiologis ontogenesis unggas sangat penting untuk menyinkronkan pengetahuan dan temuan ilmiah. Ulasan ini berfokus pada efek kondisi inkubasi seperti ventilasi, cahaya, suhu, kelembaban relatif dan in ovo makan pada embrio dan parameter pasca-menetas. Hipoksia (O_2 rendah), hiperoksia (O_2 tinggi), dan hiperkapnia (CO_2 tinggi) selama inkubasi diketahui memiliki dampak positif pada embrionik perkembangan, tergantung pada sejauh mana embrio terpapar kondisi ini dan tahap perkembangan embrio. Akibatnya, pengelola hatchery harus memahami dampak O_2 rendah, tinggi O_2 ,

dan CO₂ yang tinggi pada lintasan pertumbuhan embrio selama inkubasi.

Efek Hipoksia/Hiperoksia atau Hiperkapnia pada Perkembangan Embrio

Diketahui secara luas bahwa tingkat O₂ di atmosfer bervariasi dengan ketinggian, menyiratkan bahwa risiko hipoksia ada. Dengan lebih tinggi ketinggian, tingkat oksigen menurun, mempengaruhi waktu inkubasi dan daya tetas (Hassanzadeh et al., 2002). Menurut (Smit, 1933), inkubasi telur pada ketinggian tinggi menyebabkan keterlambatan pertumbuhan embrio. Zhang dan Burggren (2012) melaporkan hal tersebut variasi pertumbuhan embrio ayam normal tergantung pada waktu hipoksia dan tingkat keparahannya, dengan kadar O₂ yang lebih rendah memiliki dampak yang lebih besar pada pertumbuhan dan ukuran. Hipoksia ringan (15 persen O₂) adalah tingkat yang paling banyak dipelajari hipoksia karena menimbulkan ancaman hipoksia utama pada embrio tanpa menyebabkan kematian yang parah. Penafsiran ini didukung oleh Temuan Chan dan Burggren (2005) menunjukkan bahwa pertumbuhan embrio adalah berkurang tetapi lebih kecil bila terkena hipoksia O₂ 15% selama 6 hari (E1 ke E6, E6 ke E12, dan E12 ke E18) dibandingkan dengan kontrol.

Selanjutnya, hipoksia ringan (15 persen O₂) selama internal pipping mengurangi asupan O₂ dan mengubah berat ayam menetas, tetapi memiliki pengaruh morfologi minimal pada embrio ayam, sedangkan hipoksia berat (10 persen O₂) viabilitas embrio yang terganggu (Szdzyu et al., 2008). Selama pemipaan eksternal, respons terhadap kedua level hipoksia meningkat (Menna dan Mortola, 2003). Bergantung kepada waktu, periode singkat paparan hipoksia di seluruh kerangka waktu yang berbeda memiliki dampak yang berbeda pada embrio kelangsungan hidup. Selama inkubasi hipoksia, Zhang dan Burggren (2012) menemukan bahwa kematian lebih tinggi dari E0 ke E10 dibandingkan dari E11 ke E18. Temuan ini menunjukkan bahwa sebelas hari pertama inkubasi adalah fase kritis untuk dampak merusak dari hipoksia pada perkembangan embrio, sedangkan sepuluh hari terakhir adalah fase penting untuk respon kompensasi organ hipoksia.

Permintaan oksigen melebihi kapasitas difusi oksigen dari sistem pori kulit telur dan membran chorio-allantoic di paruh terakhir fase inkubasi (Rahn et al., 1974), yang dihasilkan dalam penurunan konsumsi O₂ (Prinzinger et al., 1995), dan tingkat perkembangan (Vleck et al., 1980). Pipping internal dan dimulainya respirasi paru mengembalikan ini modifikasi pada hari ke 19 (Prinzinger

et al., 1995). Hasil dari, embrio melebihi kemampuan difusi oksigen cangkang telur, dan pertumbuhannya mungkin dibatasi oleh ketersediaan oksigen selama inkubasi udara biasa. Akibatnya, meningkatkan kadar O₂ selama tahap akhir inkubasi dapat membantu embrio tumbuh lebih cepat.

Menurut Stock dan Metcalfe (1987), paparan hyperoxia (60% O₂) di akhir masa inkubasi (hari 16-18) menghasilkan percepatan perkembangan janin (Gambar 1). Selanjutnya Van Emas dkk. (1998) menemukan bahwa mengekspos embrio menjadi akut hiperoksia (60% O₂ selama 48 jam) pada hari ke 10–11, 14–15, dan 18–19 meningkatkan massa embrio dan semua organ. Namun, seharusnya disoroti bahwa penelitian sebelumnya tentang hiperoksia sudah ketinggalan zaman dan tidak ada investigasi yang memadai tentang dampak dari hyperoxia pada fisiologi embrio dan kinerja selanjutnya.

Decuyper et al. (2006) menemukan bahwa embrio ayam menjadi kurang rentan terhadap tingkat CO₂ inkubator yang tinggi saat mereka menjadi lebih tua, mirip dengan hiperkapnia. Meskipun hiperkapnia selama inkubasi secara tradisional dianggap berbahaya bagi embrio pengembangan, penelitian terbaru menunjukkan bahwa, tergantung pada waktu kejadiannya, tingkat CO₂ inkubator mungkin meningkat menguntungkan bagi embrio yang

sedang tumbuh (Onagbesan et al., 2007). Özlü dkk. (2018) menemukan bahwa konsentrasi CO₂ yang lebih tinggi 0,70% selama tiga hari pertama inkubasi diturunkan layak daya tetas sebesar 2 persen karena peningkatan embrio awal kematian. Temuan ini didukung oleh Taylor dan Kreutziger (1965, 1966) temuan yang menunjukkan konsentrasi CO₂ melebihi 1, 3, 6, 9, 8, dan 7% antara ED 0–4, 3–5, 9–12, 13–16, dan 17–20 daya tetas menurun. Dalam yang lebih baru studi, El-Hanoun et al. (2019) menemukan bahwa telur induk bebek diinkubasi dalam inkubator tertutup dengan karbon dioksida konsentrasi 1% pada akhir 10 hari pertama inkubasi memiliki daya tetas dan pertumbuhan embrio yang lebih tinggi. Everaert dkk. (2007) menemukan bahwa mengekspos embrio tinggi CO₂ (4%) selama paruh kedua inkubasi (d10–d18), tidak berpengaruh pada daya tetas atau waktu penetasan tetapi meningkat bobot embrio. Laporan-laporan ini menunjukkan bahwa kerentanan embrio ayam menjadi CO₂ berubah seiring bertambahnya usia, sama seperti itu lakukan dengan O₂.

Efek Sinergis Hipoksia/Hiperoksia dan Hiperkapnia

Diusulkan bahwa tingkat CO₂ lebih dari 6-7% telah terbukti secara drastis mengurangi tingkat O₂ dalam inkubator, memperburuk konsekuensi negatif dari tingkat CO₂ yang tinggi ini (Taylor et al., 1971). Mengembalikan

kadar O₂ ke kadar normoksik dengan tingkat CO₂ yang tinggi diamati untuk mengembalikan daya tetas optimal di bagian akhir dari masa inkubasi, tetapi pemulihan ke tingkat hiperoksik menginduksi peningkatan daya tetas relatif terhadap kontrol inkubasi (Taylor dan Kreutziger, 1969). Pertunjukan ini bahwa jumlah CO₂ dan O₂ yang tinggi memiliki dampak sinergis itu mungkin bermanfaat bagi embrio yang sedang tumbuh. Studi-studi ini ditemukan bahwa memanipulasi tingkat O₂ atau CO₂ selama inkubasi dapat mempengaruhi perkembangan pengaturan fisiologis tertentu sistem, menghasilkan perubahan dalam perkembangan embrio lintasan. Akibatnya, orang bisa bertanya-tanya tentang dampak dari hipoksia atau hiperkapnia pada fisiologi embrio selama embriogenesis.

Hiperkapnia atau hipoksia dapat menyebabkan perubahan fisiologis embrio sehubungan dengan kontrol dan waktu penetasan peristiwa Perubahan fisiologis dapat diinduksi dalam sistem paru dan peredaran darah oleh hiperkapnia kronis. Pengamatan ini telah menghasilkan pandangan bahwa tingkat yang lebih tinggi dari CO₂ dapat mempersingkat efek kondisi hipoksia pada perkembangan embrio. Peningkatan CO₂ di awal atau di akhir inkubasi berperan sebagai stimulus penetasan tetapi juga kondisi hipoksia dari inkubasi ketinggian juga mempengaruhi

peristiwa penetasan kadar hormon. Bahkan, Hassanzadeh et al. (2004) menunjukkan bahwa embrio yang diinkubasi di dataran tinggi memiliki plasma yang lebih tinggi kadar triiodothyronine (T3), tiroksin (T4), dan kortikosteron dan menetas lebih awal dari yang diinkubasi pada ketinggian rendah. ElHanoun dkk. (2019) melaporkan bahwa telur induk itik dierami dalam kondisi hypercapnic menetas lebih awal dari itu diinkubasi dalam kondisi normal, dan jendela palka lebih sempit. Para peneliti menunjukkan bahwa ini fenomena ini sangat terkait dengan peningkatan kadar kortikosteron, T3 dan T4 akibat peningkatan pCO₂ (De Smit et al., 2006) di sel udara di pipping internal di hypercapnic kondisi. Demikian efek positif dari hypercapnic inkubasi menunjukkan peningkatan T3 dan pCO₂ sel udara yang mengakibatkan penetasan awal dan peningkatan daya tetas. Studi Tona et al. (2004) tentang non-ventilasi selama awal inkubasi dalam kombinasi dengan pemberian deksametason pada dua tahap perkembangan (d16 atau d18) pada embrio menjelaskan pentingnya waktu dalam memanipulasi sumbu hipotalamus-hipofisis-adrenal (HPA). Memang, itu penulis melaporkan bahwa deksametason yang disuntikkan pada hari ke-18 meningkat tingkat T3 plasma pada pipping internal (IP) dan penetasan lanjutan dan mengurangi proses

penetasan. Namun, injeksi pada hari ke 16 tidak berpengaruh pada plasma T3 tingkat di IP. Juga, injeksi deksametason pada hari ke 16 menghasilkan efek rebound pada fungsi sumbu HPA di awal kehidupan postnatal, yang tidak diamati pada ayam yang disuntikkan hari ke 18.

Gangguan pembentukan aksis HPA ini dapat menyebabkan peningkatan fungsi dan telah ditinjau sebelumnya (Decuypere dan Michels, 1992). Selain itu, paparan embrio terhadap O₂ rendah atau CO₂ lebih tinggi menghasilkan parameter hematologis yang jauh lebih tinggi (Hb, % PCV, dan jumlah sel darah merah). Peningkatan Hb di bawah hiperkapnia atau kondisi hipoksia diketahui dapat menaikkan oksigen pembawa kapasitas darah dan mewakili fisiologis adaptif tanggapan.

Temuan Mortola (2004) menunjukkan adanya rangsangan peran CO₂ pada kemoreseptor yang meningkatkan pernapasan efisiensi dan bahwa hyperoxia pada periode ini menurunkan efek hiperkapnia. Karenanya, hiperkapnia dapat mencapai efek yang sama seperti hipoksia pada fungsi paru-paru selama internal dan pipping eksternal dan penetasan. Temuan ini menunjukkan bahwa embrio beradaptasi dengan hipoksia atau kondisi hiperkapnia dengan meningkatkan proses angiogenesis, yang kemudian meningkatkan pembawa oksigen darah

mereka kapasitas, yang secara positif mempengaruhi perkembangan pertumbuhan mereka dan pematangan. Perubahan tersebut dapat menyebabkan permanen perubahan fenotipik pada embrio, yang mungkin memiliki panjang efek epigenetik jangka pada kinerja pasca-menetas.

Pengaruh Hipoksia atau Hiperkapnia pada Pertumbuhan Embrio Pasca Penetasan

Penggunaan hipoksia sedang hingga tinggi bermanfaat bagi ayam embrio selama inkubasi karena mendukung kardiovaskular pengembangan membran chorioallantoic, yang mengarah ke meningkatkan kapasitas pembawa oksigen dan menghasilkan plastisitas perkembangan yang dapat mempengaruhi toleransi dan kinerja anak ayam untuk kondisi stres selama pertumbuhan pasca tetas mereka. Kondisi hipoksia kronis memperlambat laju pertumbuhan pada awalnya fase dalam 14 hari pertama setelah menetas tetapi tidak ada perbedaan dalam berat badan pada fase pertumbuhan selanjutnya (Hassanzadeh et al., 2004). Juga, temuan Huang et al. (2017) menunjukkan hal itu kondisi hipoksia kronis berdampak buruk pada kelangsungan hidup, pakan rasio konversi dan pertumbuhan ayam broiler. Di sisi lain, temuan Druyan et al. (2018) menunjukkan bahwa hipoksia kondisi tidak mengubah kinerja pertumbuhan remaja ayam broiler

menggunakan kondisi hipoksia 15 atau 17% O₂ selama periode singkat perkembangan embrionik.

Kondisi hipoksia meningkatkan berat badan burung pada umur pasaran. Pada minggu ke 3 dan 4, burung yang diberi perlakuan sudah pertumbuhan yang lebih tinggi dan rasio konversi pakan (FCR) yang lebih baik. Sehubungan dengan hypercapnia, El-Hanoun et al. (2019) dilaporkan lebih tinggi berat badan, asupan pakan yang lebih baik dan FCR dalam 6 minggu pertama umur itik yang diinkubasi dalam kondisi hypercapnic yang diinduksi oleh non-ventilasi selama 10 hari pertama inkubasi. Ini temuan sesuai dengan hasil yang dilaporkan oleh Fares et al. (2012) dan De Smit et al. (2006).

Temuan De Smit et al. (2006) menunjukkan bahwa perbedaan berat badan disebabkan untuk kecepatan pertumbuhan anak ayam yang lebih tinggi dari nonventilasi telur yang diinkubasi pada minggu pertama setelah menetas dibandingkan dengan telur tersebut dari inkubasi berventilasi. Mereka bertahan lebih tinggi berat badan selama seluruh periode pertumbuhan pasca-menetas yang menunjukkan efek epigenetik jangka panjang dari non-ventilasi. Berdasarkan efek epigenetik ini, dalam literatur, telah dihipotesiskan bahwa dampak negatif dari

penyimpanan jangka panjang dapat dikompensasi oleh meningkatkan kadar CO₂ dalam inkubator selama inkubasi.

Perubahan perkembangan yang disebabkan oleh peningkatan karbon dioksida atau tingkat oksigen selama perkembangan embrionik mungkin berperan dalam kinerja pasca-penetasan, mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme (Decuypere, 2002). Meskipun nanti hipoksia prenatal, serta hypercapnia, mungkin bermanfaat untuk menurunkan insiden asites selama periode pertumbuhan ayam pedaging, hiperkapnia awal sebagai disebabkan oleh non-ventilasi selama 10 hari pertama inkubasi dapat mengakibatkan peningkatan sensitivitas untuk faktor pemicu asites (De Smit et al., 2008). Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengobatan mempengaruhi epigenetik abadi keadaan ini.

Foto-inkubasi adalah fenomena kompleks yang hasilnya bisa ditentukan oleh sejumlah faktor tertentu yang dapat dikategorikan sebagai jenis bohlam, panjang gelombang dan warna berkorelasi suhu (CCT), waktu inisiasi foto-inkubasi, cahaya durasi dan intensitas cahaya. Selama embriogenesis, efek pemacu pertumbuhan foto-inkubasi telah dilaporkan dan ada bukti bahwa faktor bergantung cahaya mempengaruhi peristiwa penetasan (Tong et al., 2018), pertumbuhan pasca penetasan

parameter kinerja (Zhang et al., 2016), respons ketakutan (Archer et al., 2009), tingkat stres dan kemampuan beradaptasi terhadap novel lingkungan pasca penetasan (Ozkan et al., 2012).

Diketahui bahwa kemampuan burung untuk beradaptasi dengan pasca-menetas yang berlaku lingkungan telah dikaitkan dengan peran fisiologis yang dimainkan oleh ritme biologis yang terbentuk selama embriogenesis (Ozkan et al., 2012). Oleh karena itu, mengulas pentingnya cahaya tergantung pada perkembangan embrio dan efeknya pada pertumbuhan pasca-penetasan sangat penting untuk menyinkronkan pengetahuan dan temuan ilmiah.

Pengaruh Karakteristik Cahaya pada Perkembangan Embrio dan Fisiologi

Jenis bohlam, yang berfungsi sebagai sumber cahaya, merupakan faktor krusial itu berpotensi meningkatkan atau mengganggu proses fotoinkubasi. Misalnya, masalah pemanasan sekunder terkait dengan lampu pijar (ICD) karena panasnya yang tinggi kemampuan memancarkan bisa melibatkan mekanisme termal fisiologi dalam prosesnya. Penggunaan ICD sangat tinggi tidak disarankan jika bohlam tidak dimaksudkan untuk digunakan sebagai sumber panas utama dalam inkubator.

Studi memiliki menunjukkan bahwa jenis bohlam lainnya seperti neon dan LED berpose lebih rendah (Rozenboim et al., 2004) atau tanpa sekunder efek pemanasan selama inkubasi (Zhang et al., 2016).

Studi banding pada sumber cahaya mengungkapkan neon itu cahaya meningkatkan bobot embrio puyuh di atas ICD. Lampu pijar menurunkan berat tetas dan daya tetas tetapi peningkatan kematian embrio awal dan akhir berbeda dengan neon (Hanafy dan Hegab, 2019). Itu juga dilaporkan bahwa telur berukuran kecil berkembang lebih cepat di bawah ICD sementara kecepatannya perkembangan di bawah fluoresen tidak dipengaruhi oleh ukuran telur (Hanafy dan Hegab, 2019).

Durasi paparan cahaya atau penyinaran merupakan hal yang penting parameter foto-inkubasi. Tidak kontinyu atau pencahayaan intermiten (cahaya 12 jam) tampaknya bermanfaat fotoperiode lainnya. Studi telah menunjukkan penurunan kematian embrionik (Riaz et al., 2021) dan peningkatan hormon melatonin di bawah pencahayaan intermiten pada hari ke-19 inkubasi (Archer dan Mench, 2014a) dibandingkan dengan inkubasi terus menerus atau gelap. Rejimen foto berkelanjutan (23 atau 24 cahaya) telah dilaporkan meningkatkan cangkang telur suhu (Rozenboim

et al., 2004) dan destruktif efek rejimen juga telah dilaporkan pada mata unggas (Archer et al., 2009).

Menariknya, Raiz et al. (2021) melaporkan jendela palka yang lebih pendek dan daya tetas yang lebih baik di bawah keduanya kontinyu dan intermiten berbeda dengan inkubasi gelap. Di Sebaliknya, Archer dan Mench (2014b) melaporkan tidak ada dampak dari durasi pencahayaan pada daya tetas relatif terhadap inkubasi gelap. Faktor perancu studi ini mungkin perbedaan dalam intensitas yang digunakan oleh. Sebuah studi yang ada pada intensitas cahaya menunjukkan bahwa penggunaan lampu hijau neon pada 900–1.380 lux dan 1.430–2.080 lux, tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada berat embrio dan bobot tetas telur broiler (Shafey et al., 2005).

Embrio respon terhadap panjang gelombang berbeda. Rozenboim dkk. (2004) ditemukan peningkatan berat embrio telur ayam dirangsang di bawah LED hijau (pada intensitas 0,1 W/m², diinkubasi dengan foto dari hari ke 5–21) relatif terhadap telur yang diinkubasi gelap. Zhang dkk. (2016) mencatat bahwa warna-warna terang (LED Putih, LED hijau-560 nm disediakan pada 30 lux) tidak berpengaruh pada daya tetas atau berat tetas dibandingkan dengan inkubasi gelap. Tong et al. (2015) dan Wang et al. (2020) melaporkan bahwa hijau LED (522 nm, 520–525

nm) mempersingkat waktu penetasan saat gelap inkubasi. Sebaliknya, tidak ada pengaruh kondisi inkubasi (LED hijau atau gelap) dicatat pada daya tetas (Zhang et al., 2016) bobot tetas (Tong et al., 2015; Zhang et al., 2016) dan kualitas ayam (Tong et al., 2015). Sabuncuoglu et al. (2018) melaporkan tidak ada perbedaan dalam penetasan bobot, waktu tetas, dan daya tetas telur puyuh tetas diinkubasi dalam LED gelap, biru (480 nm) atau hijau (560 nm).

LED Hijau (565 nm pada 15 lux) telah dilaporkan meningkat hormon pertumbuhan (GH) dan faktor pertumbuhan seperti insulin (IGF-I) selama perkembangan embrio (Zhang et al., 2014) sedangkan tingkat prehatch T3 dan T4 tetap tidak berubah. Perbedaan dalam intensitas karena distribusi cahaya mungkin mempengaruhi embrionik respon pada tingkat individu. Oleh karena itu, penting untuk peneliti melaporkan intensitas cahaya berdasarkan rata-rata pengukuran dicatat pada tingkat telur. Itu juga penting bagi peneliti untuk melaporkan intensitas cahaya di gallilux atau ayam lux daripada lux seperti burung unggas dan manusia merasakan cahaya berbeda (Oso et al., 2022a,b). Ini penting, terutama ketika foto-inkubasi meluas hingga menetas atau burung menjadi ringan dirangsang setelah menetas.

Permulaan foto-inkubasi/total durasi fotoinkubasi adalah faktor lain yang harus dipertimbangkan selama foto-stimulasi. Archer dan Mench (2014b) mendemonstrasikan yang memulai foto-inkubasi baik dari hari ke-1 atau hari ke-7 atau hari ke 14 hingga menetas tidak berdampak pada daya tetas. Begitu pula dengan Hana et al. (2020) membuktikan bahwa memulai inkubasi foto pada hari ke 0, 9, dan 17 hingga menetas tidak berpengaruh terhadap daya tetas dan embrionik kematian. Mengekspos telur ke cahaya dari hari 1–18 atau hari 1–21 telah terbukti tidak berpengaruh pada berat embrio dan menetas berat anak ayam dibandingkan dengan inkubasi gelap (Archer, 2015). Pengetahuan ilmiah terbatas pada efek yang bervariasi timbulnya foto-inkubasi pada indeks fisiologis, khususnya hormon selama perkembangan embrionik dan saat menetas.

Foto-inkubasi adalah fenomena kompleks yang hasilnya tidak hanya dapat ditentukan oleh faktor-faktor yang bergantung pada cahaya tetapi juga oleh faktor lain yang dikenal sebagai faktor ketergantungan telur. Ketergantungan telur faktor termasuk kualitas internal telur, karakteristik cangkang, spesies, berkembang biak dan saring, lama penyimpanan telur sebelum inkubasi, umur stok induk, ukuran telur, dan tahap pertumbuhan embrio /

pengembangan pada saat inisiasi foto (Shafey et al., 2005; Hannah et al., 2020). Faktor penting yang bergantung pada telur adalah cangkangnya kualitas. Ketebalan kulit telur dan pigmentasi kulit mampu mengubah persepsi cahaya embrio, sehingga memengaruhinya respon terhadap foto-stimulasi (Shafey et al., 2005). Lebih gelap kulit telur mengubah panjang gelombang yang dirasakan oleh embrio berbeda dengan telur berwarna terang (Hannah et al., 2020). Itu perbedaan dalam hasil foto-inkubasi berdasarkan faktor di atas menunjukkan bahwa mekanisme foto-inkubasi mungkin sedikit berbeda dalam berbagai kondisi; namun, situs foto-stimulasi selama embriogenesis tetap sama.

Pengaruh jenis umbi yang digunakan selama foto-inkubasi pada pertumbuhan pasca tetas dan fisiologi banyak spesies unggas tetap ada tidak dijelaskan. Lebih sering daripada tidak, anak ayam yang diinkubasi dengan foto dipelihara di bawah lampu yang berbeda dari sumber cahaya inkubasi. Di Burung puyuh Jepang, Hanafy dan Hegab (2019) melaporkan tidak signifikan pengaruh jenis ICD dan lampu neon yang digunakan selama inkubasi pada berat badan pasca menetas, penambahan berat badan dan FCR pada 6 minggu; Namun, burung yang termasuk dalam kelompok fluoresen memilikinya kelompok asupan pakan secara signifikan lebih tinggi

dibandingkan dengan mereka di ICD kelompok. Jenis umbi yang digunakan selama pasca-penetasan tidak disebutkan, meskipun pencahayaan post-hatch kondisinya sama. Tidak diketahui apakah mempertahankan lampu inkubasi begitu urce selama post-hatch dapat mempengaruhi pertumbuhan dan fisiologi burung yang diinkubasi foto berbeda, dengan demikian, studi banding diperlukan dalam hal ini

Efek foto-periode inkubasi pada pertumbuhan pasca-tetas kinerja yang dilaporkan dalam literatur bertentangan. Keduanya pencahayaan intermiten dan terus menerus dilaporkan tidak ada pengaruh terhadap asupan pakan, penambahan berat badan (Archer dan Mench, 2013; Riaz et al., 2021) dan rasio konversi pakan (FCR) (Archer and Mench, 2013) berbeda dengan inkubasi gelap. Di sisi lain, baik durasi terus menerus dan intermiten juga sama ditunjukkan untuk mengurangi asupan pakan setelah menetas selama gelap inkubasi. Menariknya, pencahayaan terus menerus selama inkubasi telah terbukti secara signifikan mengurangi post-hatch penambahan berat badan berbeda dengan inkubasi gelap dan tidak kontinyu (Yameen et al., 2020). Riaz et al. (2021) menyoroti bahwa FCR adalah secara signifikan lebih baik di bawah inkubasi foto intermiten inkubasi terus menerus atau gelap.

Kemungkinan efek interaktif antara periode foto pra-penetasan dan pasca-penetasan dan lainnya kondisi pencahayaan mungkin mengacaukan hasil ini studi dan ini tampaknya menjadi bidang penelitian lain yang menjanjikan. Efek durasi cahaya inkubasi pada melatonin tampaknya berkurang dengan waktu atau memudar karena pencahayaan post-hatch yang berlaku durasi. Archer dan Mench (2014a) menunjukkan perubahan tersebut pada tingkat melatonin pra-kelahiran tidak bertahan sampai 5 minggu setelah menetas karena tidak ada perbedaan signifikan yang diamati pada melatonin tingkat antara inkubasi terus menerus, tidak terus menerus atau gelap grup. Tidak jelas jika fotoperiode pasca-penetasan melebihi waktu efek dari fotoperiode pra-penetasan, tetapi yang pasti, sirkadian ritme yang ditetapkan selama fase terakhir foto-inkubasi di bawah rejimen non-kontinu yang mapan bermanfaat untuk posting pertumbuhan dan perkembangan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Sebelum pemaparan burung ke situasi stres (latihan crating), Archer dan Mench (2013) mencatat tingkat yang sama corticosterone pada ayam yang terpapar pencahayaan terus menerus, intermiten dan dekat intermiten (cahaya 6 jam). Setelah paparan, tingkat kortikosteron yang lebih rendah dilaporkan pada burung milik kelompok intermiten

bila dibandingkan dengan yang lain grup. Hal ini menunjukkan bahwa periode foto inkubasi memiliki vitalitas memainkan peran dalam manajemen stres pasca-penetasan. Interaktif efek periode foto pra-penetasan dan pasca-penetasan yang berlaku penyinaran terhadap indikator pertumbuhan dan fisiologis pada unggas burung belum dieksplorasi dan ini mungkin merupakan area yang menjanjikan penelitian yang membutuhkan perhatian yang cukup besar.

Pengaruh intensitas cahaya pra-penetasan terhadap pertumbuhan pasca-penetasan, fisiologi dan adaptasi burung unggas tidak ditetapkan literatur dan kemungkinan interaksi antara cahaya pra-penetasan intensitas dan intensitas pasca penetasan belum diteliti. Intensitas cahaya yang berbeda dibutuhkan oleh unggas yang berbeda pada tahap pertumbuhan pasca kelahiran yang berbeda dan ini mungkin meluas ke foto-inkubasi. Menetapkan spesifikasi intensitas dibutuhkan oleh setiap spesies unggas secara maksimal hasil inkubasi foto akan semakin memperluas cakrawala ilmiah terkait foto. Tampaknya dampak panjang gelombang foto-inkubasi pada kinerja pertumbuhan pasca-tetas bervariasi antara spesies, breed atau strain. Wang dkk. (2020), yang bereksperimen dengan telur peternak petelur melaporkan peningkatan dalam 8-12 minggu berat badan

Rhode Island Red diinkubasi dengan foto hijau LED berbeda dengan gelap diinkubasi, namun perbedaan ini menghilang dari 14 minggu, sedangkan berat badan lainnya strain (Columbia Rock, White Leghorn, Barred rock) tetap tidak berubah sepanjang terlepas dari perawatan inkubasi. Sabuncuoglu et al. (2018) menunjukkan bahwa warna cahaya pra-penetasan (biru, hijau) tidak tidak mempengaruhi berat badan puyuh setelah menetas periode pemeliharaan. Rozenboim dkk. (2003) menunjukkan bahwa perempuan kalkun sebelumnya foto-inkubasi di bawah LED hijau memiliki lebih tinggi berat badan dari hari ke 28 sampai hari ke 59 dibandingkan dengan mereka diinkubasi dalam gelap.

Dalam percobaan lain yang diterbitkan di artikel yang sama, penulis mencatat tidak ada perbedaan berat badan pasca tetas antara kalkun jantan yang diinkubasi dengan foto di bawah LED hijau, mini-ICD putih, atau diinkubasi gelap. Hasil ini menunjukkan bahwa seks mungkin memainkan peran penting dalam respons pertumbuhan pasca-penetasan terhadap inkubasi warna terang. Zhang dkk. (2016) menyoroti bahwa pada 30 lux, LED hijau foto-inkubasi meningkatkan berat badan ayam broiler di 6 hari di atas inkubasi gelap meskipun hasilnya serupa dengan yang diperoleh pada kelompok LED putih.

Selanjutnya, asupan pakan dan FCR tidak dipengaruhi oleh kondisi foto-inkubasi (Zhang et al., 2016). Menang warna cahaya pasca-penetasan mungkin menimpa efek pra-penetasan warna terang. Rozenboim dkk. (2004) menemukan peningkatan pada tubuh berat broiler distimulasi foto di bawah LED hijau dan dipelihara di bawah lampu hijau (hijau-hijau) dibandingkan dengan yang diinkubasi di gelap dan dipelihara di bawah LED putih (putih-gelap). Meskipun, penulis menunjukkan itu burung hijau-hijau dan burung hijau-putih (foto-inkubasi dengan hijau dan membesarkan di bawah cahaya putih) memiliki tubuh serupa bobot. Perbedaan signifikan muncul ketika membandingkan hijau-hijau dan putih-gelap menunjukkan pemeliharaan itu burung di bawah warna cahaya inkubasi mereka mungkin lebih bermanfaat. Studi tentang hormon menunjukkan lampu hijau itu meningkatkan GH dan IGF-I selama kehidupan pasca-tetas (Zhang et al., 2014) dibandingkan dengan inkubasi gelap dan saat penyembelihan usia, tetapi tidak ada perbedaan dalam kelompok perlakuan yang ditemukan tingkat T3 dan T4 pasca-penetasan. Archer (2017) melaporkan menurunkan kadar hormon kortikosteron dan serotonin pada unggas diinkubasi di bawah LED hijau, merah dan putih dibandingkan dengan gelap burung yang diinkubasi.

Daftar Pustaka

- Al-Murrani, W. K. (1982). Effect of Injecting Amino Acids into the Egg on Embryonic and Subsequent Growth in the Domestic Fowl. *Br. Poult. Sci.* 23 (2), 171–174. doi:10.1080/00071688208447943
- Ar, A., and Rahn, H. (1980). Water in the Avian Egg Overall Budget of Incubation. *Am. Zool.* 20 (2), 373–384. doi:10.1093/icb/20.2.373
- Archer, G. S. (2017). Exposing Broiler Eggs to Green, Red and White Light during Incubation. *Animal* 11, 1203–1209. doi:10.1017/S1751731117000143
- Archer, G. S., and Mench, J. A. (2014b). Natural Incubation Patterns and the Effects of Exposing Eggs to Light at Various Times during Incubation on Post-hatch Fear and Stress Responses in Broiler (Meat) Chickens. *Appl. Animal Behav. Sci.* 152, 44–51. doi:10.1016/j.applanim.2013.12.010
- Archer, G. S., and Mench, J. A. (2013). The Effects of Light Stimulation during Incubation on Indicators of Stress Susceptibility in Broilers. *Poult. Sci.* 92, 3103–3108. doi:10.3382/ps.2013-03434
- Archer, G. S., and Mench, J. A. (2014a). The Effects of the Duration and Onset of Light Stimulation during Incubation

on the Behavior, Plasma Melatonin Levels, and Productivity of Broiler Chickens¹. *J. Anim. Sci.* 92, 1753–1758. doi:10.2527/jas.2013-7129

Archer, G. S., Shivaprasad, H. L., and Mench, J. A. (2009). Effect of Providing Light during Incubation on the Health, Productivity, and Behavior of Broiler Chickens. *Poult. Sci.* 88, 29–37. doi:10.3382/ps.2008-00221

Archer, G. S. (2015). Timing of Light Exposure during Incubation to Improve Hatchability, Chick Quality and Post-hatch Well-Being in Broiler Chickens: 21 or 18 Days. *Int. J. Poult. Sci.* 14 (5), 293–299. doi:10.3923/ijps.2015.293.299

Baggott, G. K., Deeming, D. C., and Latter, G. V. (2002). Electrolyte and Water Balance of the Early Avian Embryo: Effects of Egg Turning. *Avian Poul. Biolog. Rev.* 13 (2), 105–119. doi:10.3184/147020602783698430

Boleli, I. C., and Queiroz, S. A. d. (2012). Effects of Incubation Temperature and Relative Humidity on Embryonic Development in Eggs of Red-Winged Tinamou (*Rhynchotus Rufescens*). *Int. J. Poult. Sci.* 11 (8), 517–523. doi:10.3923/ijps.2012.517.523

Bruzual, J. J., Peak, S. D., Brake, J., and Peebles, E. D. (2000). Effects of Relative Humidity during the Last Five Days of Incubation and Brooding Temperature on

Performance of Broiler Chicks from Young Broiler Breeders. *Poult. Sci.* 79 (10), 1385–1391. doi:10.1093/ps/79.10.1385

Buhr, R. J. (1995). Incubation Relative Humidity Effects on Allantoic Fluid Volume and Hatchability. *Poult. Sci.* 74 (5), 874–884. doi:10.3382/ps.0740874

Cardoso, A., Albuquerque, R., and Tessari, E. (2007). Humoral Immunological Response in Broilers Vaccinated against Newcastle Disease and Supplemented with Dietary Zinc and Vitamin. *E. Rev. Bras. Cien. Avic.* 8 (2), 2501–2509. doi:10.1111/j.1752-4598.2009.00067.x

Chan, T., and Burggren, W. (2005). Hypoxic Incubation Creates Differential Morphological Effects during Specific Developmental Critical Windows in the Embryo of the Chicken (*Gallus gallus*). *Respir. Physiology Neurobiol.* 145, 251–263. doi:10.1016/j.resp.2004.09.005

Cheled-Shoval, S. L., Amit-Romach, E., Barbakov, M., and Uni, Z. (2011). The Effect of in Ovo Administration of Mannan Oligosaccharide on Small Intestine Development during the Pre- and Posthatch Periods in Chickens. *Poult. Sci.* 90, 2301–2310. doi:10.3382/ps.2011-01488

Christensen, V. L., Donaldson, W. E., and Nestor, K. E. (1993). Effect of Maternal Dietary Triiodothyronine on

Embryonic Physiology of Turkeys. *Poult. Sci.* 72, 2316–2327. doi:10.3382/ps.0722316

Cutchin, H. R., Wineland, M. J., Christensen, V. L., Davis, S., and Mann, K. M. (2009). Embryonic Development when Eggs Are Turned Different Angles during Incubation. *J. Appl. Poult. Res.* 18, 447–451. doi:10.3382/japr.2008-00079

da S. Oliveira, G., Dos Santos, V. M., Rodrigues, J. C., and Nascimento, S. T. (2020). Effects of Different Egg Turning Frequencies on Incubation Efficiency Parameters. *Poult. Sci.* 99 (9), 4417–4420. doi:10.1016/j.psj.2020.05.045

De Oliveira, J. E., Van der Hoeven-Hangoor, E., Van de Linde, I. B., Montijn, R. C., and Van der Vossen, J. M. B. M. (2014). In Ovo Inoculation of Chicken Embryos with Probiotic Bacteria and its Effect on Posthatch Salmonella Susceptibility. *Poult. Sci.* 93 (4), 818–829. doi:10.3382/ps.2013-03409

De Smit, L., Bruggeman, V., Debonne, M., Tona, J. K., Kamers, B., Everaert, N., et al. (2008). The Effect of Nonventilation during Early Incubation on the Embryonic Development of Chicks of Two Commercial Broiler Strains Differing in Ascites Susceptibility. *Poult. Sci.* 87, 551–560. doi:10.3382/ps.2007-00322

De Smit, L., Bruggeman, V., Tona, J. K., Debonne, M., Onagbesan, O., Arckens, L., et al. (2006). Embryonic Developmental Plasticity of the Chick: Increased CO₂ during Early Stages of Incubation Changes the Developmental Trajectories during Prenatal and Postnatal Growth. *Comp. Biochem. Physiology Part A Mol. Integr. Physiology* 145 (2), 166–175. doi:10.1016/j.cbpa.2006.06.046

Decuypere, E. (2002). “Ascites as a Multifactorial Syndrome of Broiler Chickens: Considerations from a Developmental and Selection Viewpoint,” in *Proceedings of the 2nd Symp. Of World’s Poultry Science Association of the Iran Branch*, 12–14. doi:10.1080/00071660120121454

Decuypere, E., and Bruggeman, V. (2007). The Endocrine Interface of Environmental and Egg Factors Affecting Chick Quality. *Poult. Sci.* 86, 1037–1042. doi:10.1093/ps/86.5.1037

Decuypere, E., Dewil, E., and Kuhn, E. R. (1990). in *The Hatching Process and the Role of Hormones in Avian Incubation*. Editor S. G. Tullett (Oxford, UK: Butterworth-Heinemann), 239–256. doi:10.1093/ps/78.10.1424

Decuypere, E., and Michels, H. (1992). Incubation Temperature as a Management Tool: a Review. *World’s Poultry Science J.* 48, 28–38. doi:10.1079/wps19920004

Decuypere, E., Onagbesan, O., De Smit, L., Tona, K., Everaert, N., and Witters, A. (2006). Hypoxia and Hypercapnia during Incubation of Chicken Eggs: Effects on Development and Subsequent Performance Worlds. *Poult. Sci. J.* 62, 486–487. doi:10.1079/WPS2005107

Deeming, D. C. (1989). Characteristics of Unturned Eggs: Critical Period, Retarded Embryonic Growth and Poor Albumen Utilisation. *Br. Poult. Sci.* 30, 239–249. doi:10.1080/00071668908417144

Deeming, D. C. (2009). The Role of Egg Turning during Incubation. *Avian Biol. Res.* 2, 67–71. doi:10.3184/175815509x431849

Dishon, L., Avital-Cohen, N., Zaguri, S., Bartman, J., Heiblum, R., Druyan, S., et al. (2021). In Ovo Green Light Photostimulation during the Late Incubation Stage Affects Somatotropic axis Activity. *Poult. Sci.* 100, 467–473. doi:10.1016/j.psj.2020.10.031

Dos Santos, T. T., Corzo, A., Kidd, M. T., McDaniel, C. D., Torres Filho, R. A., and Araújo, L. F. (2010). Influence of in Ovo Inoculation with Various Nutrients and Egg Size on Broiler Performance. *J. Appl. Poult. Res.* 19 (1), 1–12. doi:10.3382/japr.2009-00038

Druyan, S., Ruzal, M., Shinder, D., and Haron, A. (2018). Effects of Low Oxygen during Chorioallantoic Membrane

Development on Post-hatch Growing Performance of Broiler Chickens. *Poult. Sci.* 97, 1961–1967. doi:10.3382/ps/pey052

El-Hanoun, A., El-Sabroun, K., Abdella, M., and Eid, M. (2019). Effect of Carbon Dioxide during the Early Stage of Duck Egg Incubation on Hatching Characteristics and Duckling Performance. *Physiol. Behav.* 208, 112582–582. doi:10.1016/j.physbeh.2019.112582

El-Hanoun, A. M., Rizk, R. E., Shahein, E. H. A., Hassan, N. S., and Brake, J. (2012). Effect of Incubation Humidity and Flock Age on Hatchability Traits and Posthatch Growth in Pekin Ducks. *Poult. Sci.* 91 (9), 2390–2397. doi:10.3382/ps.2011-02075

Elibol, O., and Brake, J. (2006). Effect of Egg Turning Angle and Frequency during Incubation on Hatchability and Incidence of Unhatched Broiler Embryos with Head in the Small End of the Egg. *Poult. Sci.* 85, 1433–1437. doi:10.1093/ps/85.8.1433

Elibol, O., and Brake, J. (2004). Identification of Critical Periods for Turning Broiler Hatching Eggs during Incubation. *Br. Poult. Sci.* 45, 631–637. doi:10.1080/00071660400006271

Eslami, M., Salarmoini, M., and Tasharrofi, S. (2014). Effects of In-Ovo Injection of Different Nutrients on the

Hatchability and Growth Performance in Broilers. *J. Livest. Sci. Technol.* 2 (1), 1–7. doi:10.1377/hlthaff.2014.0160

Everaert, N., Kamers, B., Witters, A., De Smit, L., Debonne, M., Decuypere, E., et al. (2007). Effect of Four Percent Carbon Dioxide during the Second Half of Incubation on Embryonic Development, Hatching Parameters, and Posthatch Growth. *Poult. Sci.* 86, 1372–1379. doi:10.1093/ps/86.7. 1372

Fares, W. A., Shahein, E. H., Rizk, R. E., and El-Hanoun, A. M. (2012). Carbon Dioxide as Affected by Ventilation Process during Early Stage of Incubation and its Relation with Embryonic Development, Hormone Levels, Hatching Parameters and Post-hatch Chicks Growth, Egypt. *Poult. Sci. J.* 32, 23–41. doi:10.1684/agr

Freeman, B. M., and Vince, M. A. (1974). *Development of the Avian Embryo*. London: Chapman & Hall. French, N. A. (1994). Effect of Incubation Temperature on the Gross Pathology of turkey Embryos. *Br. Poult. Sci.* 35, 363–371. doi:10.1080/00071669408417701

French, N. A. (2002). Managing the Incubation Environment in Commercial Hatcheries to Meet the Requirements of the Embryo. *Avian Poul. Biolog. Rev.* 13, 179–185. doi:10.3184/147020602783698511

Funk, E. M., and Forward, J. (1953). The Effect of Angle of Turning Eggs during Incubation on Hatchability. *Res. Bull. Mo. Agric. Exp. Sta.* 502. doi:10.3382/ps.0390784

Funk, E. M., and Forward, J. (1960). The Relation of Angle of Turning and Position of the Egg to Hatchability of Chicken Eggs. *Poult. Sci.* 39 (3), 784–785. doi:10.3382/ps.0390784

Gaglo-Disse, A., Tona, K., Aliou, S., Debonne, M., Aklikokou, K., Gbeassor, M., et al. (2010). Effect of Delayed Feed Access on Production and Blood Parameters of Layer-type Chicks. *Acta Veterinaria Hung.* 58 (2), 211–219. doi:10.1556/avet.58.2010.2.7

Goel, A., Bhanja, S. K., Pande, V., Mehra, M., and Mandal, A. (2013). Effects of in Ovo Administration of Vitamins on Post-hatch-growth, Immunocompetence and Blood Biochemical Profiles of Broiler Chickens. *Indian J. Anim. Sci.* 83 (9), 916–921. doi:10.1016/S2212-5671(14)00175

Guo, B. B., Dai, Z. C., Ren, Y. H., Zhu, X., Shao, B., Sun, A. D., et al. (2021). Improvement of Goose Embryonic and Muscular Developments by Wider Angle Egg Turning during Incubation and the Regulatory Mechanisms. *Poult. Sci.* 100 (12), 101–477. doi:10.1016/j.psj.2021.101477

Halle, I., Tzschentke, B., Henning, M., and Köhler, P. (2012). Influence of Temperature Stimulation during the

Last 6 Days of Incubation on Hatching Results and Later Performance in Pekin Ducks. *Arch. Geflügelk* 76 (3), 176–183. doi:10.1399/eps.2017.174

Hanafy, A. M., and Hegab, I. M. (2019). Effects of Egg Weight and Light Sources during Incubation Period on Embryonic Development and Post-hatch Growth of Japanese Quail (*Coturnix japonica*). *Eur. Poult. Sci.* 83. doi:10.1016/j.heliyon. 2021.e07868

Hannah, W. A., Astatkie, T., and Rathgeber, B. M. (2020). Hatch Rate of Laying Hen Strains provided a Photoperiod during Incubation. *Animal* 14 (2), 353–359. doi:10.1017/s1751731119002039

Hassanzadeh, M., Buyse, J., and Decuypere, E. (2002). Further Evidence for the Involvement of Cardiac β -adrenergic Receptors in Right Ventricle Hypertrophy and Ascites in Broiler Chickens. *Avian Pathol.* 31, 177–181. doi:10.1080/03079450120118676

Hassanzadeh, M., Fard, M. H. B., Buyse, J., Bruggeman, V., and Decuypere, E. (2004). Effect of Chronic Hypoxia during Embryonic Development on Physiological Functioning and on Hatching and Post-hatching Parameters Related to Ascites Syndrome in Broiler Chickens. *Avian Pathol.* 33, 558–564. doi:10.1080/03079450400013188

Ipek, A., Sahan, U., and Yilmaz, B. (2004). The Effect of in Ovo Ascorbic Acid and Glucose Injection in Broiler Breeder Eggs on Hatchability and Chick Weight. *Arch. Fur Geflugelkd.* 68 (3).

Ipek, A., and Sözcü, A. (2015). The Effects of High Setter and Hatcher Temperatures during Incubation on Slaughter Weight and Carcass Yield in Broilers. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 39 (4), 450–454. doi:10.3906/vet-1406-30

Joseph, N. S., Lourens, A., and Moran, E. T., Jr (2006). The Effects of Suboptimal Eggshell Temperature during Incubation on Broiler Chick Quality, Live Performance, and Further Processing Yield. *Poult. Sci.* 85 (5), 932–938. doi:10.1093/ps/85.5.932

Joshua, P. P., Valli, C., and Balakrishnan, V. (2016). Effect of in Ovo Supplementation of Nano Forms of Zinc, Copper, and Selenium on Posthatch Performance of Broiler Chicken. *Vet. World.* 9 (3), 287–294. doi:10.14202/vetworld.2016.287-294

Lundy, H. (1969). "A Review of the Effects of Temperature, Humidity, Turning and Gaseous Environment in the Incubator on the Hatchability of the Hen's Egg," in *The Fertility and Hatchability of the Hen's Egg*. Editors T. C. Carter and B. M. Freeman (Edinburgh: Oliver & Boyd), 143–176.

Maatjens, C. M., van Roover-Reijrink, I. A. M., Engel, B., Van der Pol, C. W., Kemp, B., and Van den Brand, H. (2016). Temperature during the Last Week of Incubation. I Effects on Hatching Pattern and Broiler Chicken Embryonic Organ Development. *Poult. Sci.* 95 (4), 956–965. doi:10.3382/ps/pev447

Maatjens, C. M., van Roover-Reijrink, I. A. M., Engel, B., Van der Pol, C. W., Kemp, B., and Van den Brand, H. (2017). Temperature during the Last Week of Incubation. III. Effects on Chicken Embryo Physiology. *Poult. Sci.* 96 (5), 1451–1458. doi:10.3382/ps/pew390

Madkour, M., Salman, F. M., El-Wardany, I., Abdel-Fattah, S. A., Alagawany, M., Hashem, N. M., et al. (2022). Mitigating the Detrimental Effects of Heat Stress in Poultry through Thermal Conditioning and Nutritional Manipulation. *J. Therm. Biol.* 103, 103169. doi:10.1016/j.jtherbio.2021.103169

Malheiros, R. D., Ferket, P. R., and Goncalves, F. M. (2012). “Oxidative Stress Protection of Embryos by “In Ovo” Supplementation,” in XXIV World’s Poultry Congress Salvador. Bahia, Brazil, 5–9.

McKenzie, R. C., S. Rafferty, T., and Beckett, G. J. (1998). Selenium: An Essential Element for Immune Function.

Immunol. Today 19, 342–345. doi:10.1016/ s0167-5699(98)01294-8

Menna, T. M., and Mortola, J. P. (2003). Ventilatory Chemosensitivity in the Chick Embryo. *Respir. Physiology Neurobiol.* 137, 69–79. doi:10.1016/s1569-9048(03)00109-5