

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kualitas dan jumlah DOC (*day old chick*) yang dihasilkan. Salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi produksi adalah keberhasilan penetasan (*hatchability*), yang dapat dipengaruhi oleh kualitas telur tetas, manajemen penanganan, serta teknik seleksi sebelum dan selama inkubasi (Biesek et al., 2023). Telur infertil maupun embrio mati pada fase awal inkubasi dapat menurunkan persentase tetas dan menambah biaya produksi karena tetap menghabiskan ruang mesin tetas serta energi (Adegbenjo et al., 2020).

*Candling* (peneropongan telur dengan cahaya) merupakan metode klasik yang digunakan untuk menilai fertilitas telur ayam secara non-destruktif. Prinsip *candling* adalah mengarahkan cahaya ke dalam telur untuk mengamati adanya struktur embrio atau pembuluh darah sehingga dapat dibedakan antara telur fertil, infertil, maupun embrio mati (UC ANR, 2023). Teknik ini relatif sederhana, cepat, dan murah sehingga masih banyak digunakan di *hatchery* komersial di seluruh dunia (Aviagen, 2020).

Seiring perkembangan teknologi, penelitian terbaru mulai mengeksplorasi metode berbasis citra digital, hiperspektral, hingga kecerdasan buatan untuk meningkatkan akurasi deteksi fertilitas telur. Misalnya, studi Ghaderi et al. (2024) menunjukkan bahwa imaging hiperspektral pada telur ayam mampu membedakan telur fertil dan infertil dengan tingkat ketepatan yang lebih tinggi dibandingkan *candling* manual. Akan tetapi, penerapan teknologi ini di industri masih terbatas karena biaya investasi yang tinggi dan kebutuhan perangkat khusus (Adegbenjo et al., 2020).

Selain itu, evaluasi akurasi metode *candling* menjadi penting karena kesalahan klasifikasi telur fertil dan infertil berdampak langsung terhadap efisiensi operasional *hatchery* (Adegbenjo et al., 2020). Telur infertil yang tidak terdeteksi akan tetap diinkubasi hingga akhir periode penetasan sehingga meningkatkan penggunaan energi, kapasitas mesin tetas, serta risiko kontaminasi mikroba akibat pembusukan telur. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kualitas lingkungan inkubasi dan memengaruhi perkembangan embrio pada telur fertil di sekitarnya (Biesek et al., 2023).

Keberhasilan penerapan *candling* manual sangat dipengaruhi oleh faktor sumber daya manusia dan standar operasional prosedur yang diterapkan. Pengalaman operator, intensitas serta warna sumber cahaya, dan waktu pelaksanaan *candling* berperan penting dalam ketepatan interpretasi visual perkembangan embrio. Studi terbaru menunjukkan bahwa *candling* yang dilakukan pada hari ke-7 hingga ke-10 inkubasi memberikan keseimbangan terbaik antara visibilitas embrio dan minimnya risiko salah klasifikasi telur fertil (Iqbal et al., 2021).

Berdasarkan uraian di atas, laporan ini penting karena akan mengkaji kinerja metode citra *candling* di fasilitas nyata (*Hatchery* PT. New Hope Malino): bagaimana *candling* dilaksanakan, tingkat akurasi dalam memilih telur fertil vs infertil (divalidasi dengan *breakout/incubation outcome*). Hasil kajian ini diharapkan memberi kontribusi praktis bagi manajemen *hatchery* dan literatur lokal mengenai praktik terbaik seleksi telur pada industri perunggasan di Indonesia.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penulisan laporan ini yaitu :

1. Bagaimana prinsip metode *candling* dalam seleksi telur ayam fertil dan infertil?
2. Bagaimana teknik *candling* dalam seleksi fertilitas telur?
3. Apa faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan metode *candling* dalam mendeteksi fertilitas telur ayam?
4. Bagaimana akurasi metode *candling* dibandingkan dengan metode deteksi fertilitas modern berbasis citra atau teknologi hiperspektral?
5. Apa kendala yang dihadapi dalam penerapan metode *candling* di *hatchery* komersial?
6. Bagaimana peran metode *candling* dalam mendukung efisiensi produksi dan mutu DOC di *Hatchery* PT. New Hope Malino?

## 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan laporan ini yaitu :

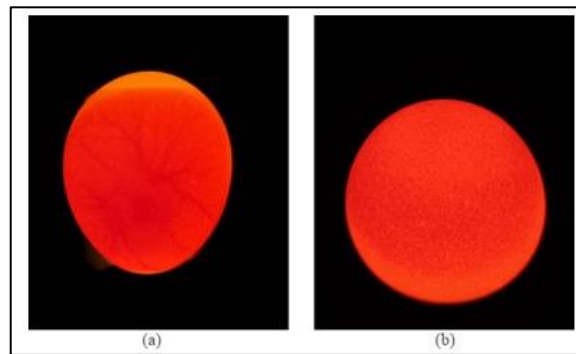
1. Untuk mengetahui prinsip dasar metode *candling* dalam seleksi telur ayam fertil dan infertil.
2. Untuk mengetahui teknik *candling* dalam seleksi fertilitas telur.
3. Untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan metode *candling* dalam mendeteksi fertilitas telur ayam.
4. Untuk membandingkan akurasi metode *candling* dengan metode deteksi fertilitas modern berbasis citra atau teknologi hiperspektral.
5. Untuk mengidentifikasi kendala yang dihadapi dalam penerapan metode *candling* di *hatchery* komersial.
6. Untuk menjelaskan peran metode *candling* dalam mendukung efisiensi produksi dan mutu DOC di *Hatchery* PT. New Hope Malino.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Fertilitas dan infertilitas Telur Ayam

Fertilitas telur ayam merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan penetasan. Telur fertil adalah telur yang telah dibuahi dan memiliki potensi untuk berkembang menjadi embrio, sedangkan telur infertil tidak mengalami pembuahan sehingga tidak dapat menetas (North & Bell, 2016). Tingkat fertilitas sangat erat kaitannya dengan kualitas pejantan, ras, umur induk, dan manajemen pemeliharaan (King'ori, 2018).



Gambar 1. Telur ayam fertil (a) dan telur ayam infertil (b) (Paloloang et al., 2025).

Menurut Etches (2015), proses fertilisasi pada unggas terjadi di infundibulum oviduk, beberapa menit setelah ovulasi. Sperma yang berhasil bertahan di *spermatheca* dapat membuahi ovum hingga beberapa hari setelah perkawinan. Faktor nutrisi, kondisi fisiologis ayam, serta kualitas sperma pejantan juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilan fertilisasi (Leeson & Summers, 2018).

Infertilitas dapat terjadi karena beberapa penyebab, seperti umur pejantan yang terlalu tua sehingga kualitas spermanya menurun, rasio jantan dan betina yang tidak seimbang, serta gangguan pada organ reproduksi (Stromberg, 2013). Penelitian Raji et al. (2020) menunjukkan bahwa fertilitas ayam ras pedaging dapat mencapai 80–95% apabila manajemen perkawinan dilakukan dengan baik, sedangkan pada kondisi pemeliharaan yang kurang optimal angka fertilitas bisa turun hingga 60–70%.

Selain faktor genetik dan fisiologis, kondisi lingkungan juga memengaruhi fertilitas telur. Stres akibat kepadatan kandang, suhu lingkungan terlalu panas, serta defisiensi nutrisi terutama vitamin A, E, dan selenium dapat menurunkan kualitas gamet dan berujung pada tingginya jumlah telur infertil (Ghonim et al., 2017).

#### 2.2 Teknik *Candling* dalam seleksi fertilitas telur

Teknik *candling* telah banyak dikaji oleh berbagai peneliti dengan hasil yang relatif konsisten bahwa metode ini efektif sebagai alat seleksi awal telur tetas, namun tingkat akurasinya bervariasi tergantung teknik yang digunakan. Perbedaan utama teknik *candling* menurut beberapa sumber terletak pada cara pengamatan, tingkat akurasi, dan ketergantungan pada operator. Menurut Boleli et al. (2016), *candling* manual masih banyak digunakan karena sederhana dan murah, tetapi hasilnya sangat bergantung pada pengalaman pekerja sehingga berisiko terjadi kesalahan, terutama pada telur dengan embrio sangat muda. Sementara itu, Wu et al. (2015) menekankan bahwa *candling* berbasis pencitraan cahaya tampak (*visible light*

*transmission imaging*) mampu memberikan gambaran internal telur yang lebih jelas, sehingga lebih akurat dalam membedakan telur fertil dan infertil dibandingkan metode konvensional. Berbeda lagi dengan Elster dan Rodrigues (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan pengolahan citra komputer (*computer vision*) pada *candling* dapat mengurangi subjektivitas manusia dan meningkatkan konsistensi hasil, khususnya untuk skala *hatchery* besar. Dengan demikian, perbedaan dari beberapa sumber tersebut menunjukkan bahwa *candling* manual lebih bersifat praktis namun subjektif, sedangkan *candling* berbasis citra lebih objektif dan akurat, meskipun membutuhkan peralatan dan teknologi yang lebih maju.

### 2.3 Prinsip Metode *Candling*

*Candling* adalah teknik yang digunakan untuk mendeteksi fertilitas dan perkembangan embrio pada telur ayam dengan cara menyinari telur menggunakan cahaya pada ruang gelap. Teknik ini sudah digunakan sejak lama dalam industri perunggasan karena sederhana, murah, dan relatif cepat (Wilson, 2018).

Telur fertil yang sedang berkembang akan menunjukkan adanya pembuluh darah embrionik, embrio berwarna gelap, dan gerakan kecil pada usia inkubasi 4–7 hari. Sebaliknya, telur infertil akan tampak bening, tidak ada tanda embrio maupun jaringan vaskular (Joseph & Moran, 2016). *Candling* biasanya dilakukan dua kali, yaitu pada hari ke-4 hingga ke-7 untuk mengecek fertilitas awal, dan pada hari ke-18 untuk menyingkirkan telur mati (*dead embryo*) menjelang penetasan (Sudaryani, 2022).

Menurut Das et al. (2019) menyebutkan bahwa akurasi *candling* dalam mendeteksi fertilitas telur ayam cukup tinggi, berkisar 90–95% bila dilakukan oleh operator berpengalaman. Namun demikian, keterampilan dan ketelitian sangat berpengaruh karena pemeriksaan *candling* masih bersifat subjektif. Selain untuk mendeteksi fertilitas, *candling* juga berperan penting dalam evaluasi kualitas telur tetas dan manajemen inkubasi. Melalui *candling*, operator dapat mengidentifikasi kelainan internal telur seperti posisi kuning telur yang tidak normal, kerusakan kantung udara, serta adanya retakan rambut (*hairline cracks*) yang tidak terlihat secara kasat mata. Telur dengan kelainan tersebut berpotensi mengalami kegagalan penetasan dan sebaiknya segera dikeluarkan dari mesin tetas untuk mencegah kontaminasi mikroba (Kuurman et al., 2017).

*Candling* juga membantu dalam menilai viabilitas embrio selama inkubasi. Embrio yang mati dini biasanya ditandai dengan cincin darah (*blood ring*), sedangkan kematian embrio lanjut ditandai dengan tidak adanya pergerakan embrio dan pembuluh darah yang tampak keruh. Deteksi dini embrio mati penting untuk menurunkan produksi gas berbahaya seperti hidrogen sulfida dari telur busuk yang dapat mengganggu perkembangan embrio sehat lainnya (King'ori, 2016). Perkembangan teknologi telah mendorong penggunaan *candling* otomatis berbasis sensor optik dan citra digital yang mampu meningkatkan objektivitas dan efisiensi pemeriksaan telur tetas. Sistem ini dapat mengurangi ketergantungan pada keterampilan operator serta meminimalkan kesalahan manusia. Penelitian oleh Elster et al. (2020) menunjukkan bahwa penggunaan *candling* digital dapat meningkatkan konsistensi deteksi fertilitas dan embrio mati dibandingkan metode konvensional, terutama pada skala *hatchery* besar. Dengan demikian, *candling* tidak hanya berfungsi sebagai metode seleksi telur fertil, tetapi juga sebagai alat manajemen mutu *hatchery* yang berkontribusi langsung terhadap peningkatan *hatchability* dan kualitas DOC (*day old chick*). Penerapan *candling* yang tepat,

didukung oleh operator terlatih dan teknologi yang sesuai, akan sangat menentukan keberhasilan proses penetasan telur ayam.

## **2.4 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan *Candling***

Keberhasilan metode *candling* tidak hanya bergantung pada kualitas cahaya, tetapi juga pada kondisi telur, umur inkubasi, serta pengalaman operator. Menurut King'ori (2019), telur ayam sudah bisa dibedakan fertil dan infertil sejak inkubasi hari ke-4. Namun, semakin lama telur diinkubasi, semakin jelas perbedaan keduanya, yang ditandai dengan mulai terbentuknya pembuluh darah embrionik (Boleli et al., 2016). Semakin bertambah umur inkubasi, struktur embrio dan sistem vaskular akan semakin jelas sehingga memudahkan interpretasi hasil *candling* (Bamelis et al., 2018).

Selain itu, kondisi inkubasi juga berperan penting. Telur yang diinkubasi dengan suhu dan kelembaban optimal akan memperlihatkan perkembangan embrio yang jelas, sedangkan telur yang mengalami gangguan inkubasi (*overheating* atau kelembaban rendah) dapat mengalami kematian embrio yang juga bisa terdeteksi saat *candling* (Fasenko, 2020). Suhu inkubasi yang terlalu tinggi atau kelembapan yang tidak sesuai dapat menyebabkan keterlambatan perkembangan embrio atau kematian embrio dini (French, 2017). Telur dengan gangguan perkembangan tersebut biasanya menunjukkan pembuluh darah yang tidak sempurna atau embrio yang tidak aktif saat dilakukan *candling* (Romanoff & Romanoff, 2019).

Penelitian Tona et al. (2016) menunjukkan bahwa manajemen inkubasi seperti frekuensi pemutaran telur memengaruhi perkembangan embrio. Telur yang tidak diputar secara teratur cenderung mengalami kegagalan perkembangan embrio, yang pada akhirnya dapat terlihat saat *candling*. Faktor pencahayaan juga krusial. Menurut Arora et al. (2017), penggunaan lampu LED berintensitas tinggi dapat meningkatkan kejelasan visual saat *candling* dibandingkan lampu pijar tradisional. Hal ini penting untuk meningkatkan akurasi identifikasi fertilitas telur di *hatchery* berskala besar.

## **2.5 Teknologi Alternatif dalam Deteksi Fertilitas Telur**

Seiring perkembangan teknologi, metode *candling* manual mulai dilengkapi dengan teknologi digital untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi deteksi fertilitas telur. Salah satu pendekatan yang banyak dikembangkan adalah pengolahan citra (*image processing*) menggunakan kamera digital resolusi tinggi untuk mengidentifikasi pola pembuluh darah embrio secara non-destruktif. Metode ini memungkinkan analisis visual yang lebih konsisten serta mengurangi ketergantungan pada subjektivitas operator (Zhao et al., 2013).

Menurut Abdelwahab et al. (2019), sistem *candling* berbasis citra digital mampu mendeteksi telur fertil dengan tingkat akurasi lebih dari 95% bahkan pada hari ke-3 inkubasi. Deteksi dini ini memberikan keuntungan besar dalam manajemen *hatchery* karena telur infertil dapat dikeluarkan lebih awal, sehingga menghemat energi inkubasi dan mengurangi risiko kontaminasi mikroba. Hasil tersebut menunjukkan keunggulan signifikan dibandingkan *candling* manual yang umumnya baru efektif pada hari ke-5 hingga ke-7 inkubasi.

Selain itu, penelitian Cui et al. (2021) mengembangkan metode *deep learning* berbasis *artificial intelligence* (AI) yang dapat mengklasifikasikan telur fertil dan infertil secara otomatis. Sistem ini dianggap lebih objektif dan efisien dibandingkan *candling* manual.

Meskipun teknologi ini masih mahal untuk diterapkan secara luas, arah pengembangan industri *hatchery* menuju integrasi *candling* tradisional dengan teknologi digital semakin jelas.

## 2.6 Peran *Candling* dalam Industri Perunggasan

Dalam industri perunggasan, tujuan utama *candling* adalah memisahkan telur fertil dari infertil untuk meningkatkan efisiensi penggunaan inkubator. Telur infertil yang tetap diinkubasi tidak hanya menyebabkan pemborosan ruang dan energi, tetapi juga berpotensi menjadi sumber kontaminasi mikroorganisme apabila mengalami pembusukan selama inkubasi (Meijerhof, 2018). Kondisi ini dapat meningkatkan risiko penurunan daya tetas dan kualitas lingkungan inkubator yang berdampak negatif pada telur fertil di sekitarnya (Van den Brand et al., 2016).

Selain efisiensi ruang dan energi, *candling* berperan penting dalam menjaga mutu DOC (*day old chick*) yang dihasilkan. Telur dengan embrio yang berkembang secara normal umumnya menghasilkan DOC dengan bobot badan awal lebih seragam, vitalitas lebih baik, serta daya tahan terhadap stres yang lebih tinggi. Sebaliknya, embrio yang mengalami keterlambatan perkembangan atau stres selama inkubasi sering kali menghasilkan DOC dengan performa pertumbuhan yang rendah dan tingkat mortalitas awal yang lebih tinggi (Decuyper et al., 2017). *Candling* juga berfungsi sebagai alat evaluasi manajemen inkubasi. Tingginya jumlah embrio mati dini atau akhir yang terdeteksi saat *candling* dapat menjadi indikator adanya masalah pada suhu, kelembapan, ventilasi, atau frekuensi pemutaran telur (Tona et al., 2016). Dengan demikian, hasil *candling* dapat digunakan sebagai dasar perbaikan manajemen inkubasi untuk meningkatkan hatchability dan kualitas DOC secara berkelanjutan (Boerjan, 2019).

Dalam konteks *hatchery* komersial seperti PT. New Hope Malino, *candling* menjadi bagian penting dari standar operasional prosedur (SOP) karena relatif murah, cepat, dan mampu diaplikasikan pada volume telur yang besar. Namun, seiring meningkatnya skala produksi dan tuntutan efisiensi, metode *candling* manual mulai dikombinasikan dengan teknologi digital (Abdelwahab et al., 2019). Integrasi ini dinilai mampu meningkatkan konsistensi hasil pemeriksaan, mengurangi ketergantungan pada keterampilan operator, serta menekan kesalahan subjektif dalam pengambilan keputusan (Dong et al., 2021).