

Regulasi Fotodeteksi: Peran Cahaya Pada Performa Produksi Telur Unggas**Photodetection Regulation: The Role of Light in Poultry Egg Production Performance****Kasiyati**

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

Email : atie_bd@yahoo.co.id

Diterima 17 Juli 2018 / Disetujui 26 September 2018

ABSTRAK

Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang esensial bagi kehidupan aves. Signal cahaya yang diterima oleh hipotalamus dapat mengontrol sekresi *gonadotropin releasing hormone* (GnRH) yang berperan dalam menstimulasi pituitari melepaskan *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *lutinizing hormone* (LH). Peningkatan konsentrasi dan waktu sekresi gonadotropin berpengaruh pada umur dewasa kelamin, siklus ovulasi, serta performa produksi telur pada aves. Tujuan dari ulasan artikel ini fokus pada peran cahaya yang melibatkan sistem sensori pada performa produksi telur unggas. Organ fotoreseptor vertebrata non-mamalia termasuk aves selain mata adalah organ pineal dan fotoreseptor otak bagian dalam (*deep brain photoreceptors*). Beberapa molekul fotoreseptor *deep brain*, yaitu rodopsin (RH), melanopsin (OPN4), dan *vertebrate ancient* (VA)-opsin, serta protein opsin 5 (OPN5 atau neuropsin). Paparan cahaya yang lebih lama pada siang hari yang panjang menstimulasi peningkatan ekspresi mRNA GnRH sehingga menginduksi dewasa (matang) kelamin unggas. Peningkatan performa reproduksi walaupun kecil tetap berpengaruh pada produksi telur. Lebih dari 33% peningkatan performa reproduksi dan produksi telur merupakan kontribusi dari penggunaan cahaya. Intisari dari ulasan ini adalah mengetahui peran fotoreseptor pada unggas.

Kata kunci: fotoperiode, fotoreseptor, otak bagian dalam, kinerja produksi telur

ABSTRACT

Light is one environmental factor of the most important for avian life. The signal of light received by the hypothalamus can control the secretion of gonadotropin-releasing hormone (GnRH) which plays a role in stimulating the pituitary releasing follicle stimulating hormone (FSH) and luteinizing hormone (LH). The increased concentration and time of gonadotropin secretion affected the age of sexual maturity, the ovulation cycle, and egg production performance on birds. The objective of this review focuses on the role of light that involves the sensory system on poultry egg production performance. The non-mammalian vertebrate photoreceptor organs include the bird in addition to the eyes are pineal organs and deep brain photoreceptors (DBP). Some deep brain photoreceptor molecules, i.e., rhodopsin (RH), melanopsin (OPN4), and ancient vertebrate (VA)-opsin, and opsin 5 protein (OPN5/neuropsin). Longer daylight exposure stimulates increased expression of GnRH mRNA to induce sexual maturity in poultry. The small increase in reproductive performance improvements affect on egg production. More than 33% improvement in reproductive performance and egg production were contributed by the use of light. The important point this review knowing the role of photoreceptors in poultry.

Keywords: photoperiod, photoreceptor, deep brain, egg production performance

PENDAHULUAN

Cahaya artifisial merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat penting pada budi daya unggas modern karena berpengaruh pada perilaku, pertumbuhan, respons reproduksi, produksi telur, dan kesehatan unggas. Secara

umum, durasi, intensitas, dan kualitas cahaya termasuk panjang gelombang dan fotoperiode merupakan faktor yang dapat dimanipulasi untuk meningkatkan performa reproduksi dan produksi unggas (Lewis *et al.*, 2010; Svobodova *et al.*, 2015). Signal cahaya dapat menimbulkan serangkaian respons fisiologis didahului adanya

penerimaan cahaya oleh fotoreseptor yang dimiliki oleh aves. Jalur perjalanan energi cahaya untuk mencapai area hipotalamus dapat melalui penerimaan oleh fotoreseptor mata, kemudian diubah menjadi impuls saraf menuju otak, atau energi cahaya secara langsung berpenetrasi pada tulang tengkorak dan jaringan otak, diterima oleh fotoreseptor ekstraretina yang berlokasi pada kelenjar pineal dan hipotalamus (Baxter *et al.*, 2014). Selanjutnya, signal cahaya yang diterima oleh hipotalamus dapat mengontrol sekresi *gonadotropin releasing hormone* (GnRH) untuk menstimulasi pituitari melepaskan *follicle stimulating hormone* (FSH) dan *luteinizing hormone* (LH). Peningkatan konsentrasi dan waktu pelepasan gonadotropin berpengaruh pada umur dewasa kelamin, siklus ovulasi, serta jumlah produksi telur (Lewis dan Morris, 2000; Chang *et al.*, 2016).

Aves dan beberapa jenis vertebrata yang lain dikelompokkan sebagai hewan fotoperiodik karena memperlihatkan waktu yang tetap setiap tahun untuk mengaktivasi fungsi sistem reproduksi. Aktivasi sistem reproduksi dapat terjadi karena kemampuan hewan-hewan tersebut mendeteksi atau merasakan perubahan fotoperiode musiman. Respons fotoperiodik pada unggas budi daya sangat kuat dan cepat sehingga dapat dijadikan model yang sangat baik untuk mempelajari reproduksi, pada gilirannya dapat berpengaruh pula pada produksi telur. Ukuran gonad aves berubah secara musiman, dapat meningkat atau menurun lebih dari seratus kali dalam beberapa minggu (Nakane *et al.*, 2014; Kuenzel *et al.*, 2015).

Fotoperiode sangat esensial dalam mengontrol matang kelamin dan performa reproduksi aves. Secara umum, cahaya artifisial digunakan dalam produksi unggas komersial, mulai dari penggunaan lampu pijar, *cool daylight fluorescent*, hingga *light emitting diode* (LED). Semua spektrum cahaya yang digunakan dapat memberikan dampak pada pertumbuhan, kesehatan, perilaku, performa reproduksi, dan produksi unggas komersial. Renema *et al.* (2001) melaporkan penggunaan intensitas cahaya 1 lx dapat menurunkan produksi telur dan intensitas cahaya sebesar 500 lx dapat menurunkan ukuran

telur. Hasil penelitian lain menunjukkan produksi telur meningkat pada ayam petelur Lohmann yang diberi fotostimulasi cahaya putih 14 jam/hari selama 15 minggu setelah matang kelamin (Lewis *et al.*, 2007). Berbagai ulasan mengenai transduksi signal cahaya pada aves telah banyak dikemukakan, namun ulasan peran cahaya untuk meningkatkan performa produksi unggas masih sangat terbatas sehingga tujuan dari kajian makalah ini fokus pada peran cahaya yang melibatkan sistem sensori pada performa produksi telur unggas. Ulasan artikel ini akan membahas sistem sensori untuk mendeteksi cahaya yang dimiliki oleh aves dan peran cahaya untuk produksi telur unggas.

DISKUSI

Fotoreseptor pada Aves dan Perannya dalam Regulasi Gonad

Komponen sensori vertebrata yang terlibat dalam respons fotoperiode telah dikemukakan puluhan tahun yang lalu, yaitu sistem foto-neuroendokrin (*photo-neuroendocrine system*: PNES). PNES disusun oleh dua komponen utama, yaitu (1) aksis fotoperiodik, berupa reseptor dan kelompok neuron yang dapat mendeteksi cahaya atau perubahan fotoperiode, dan (2) aksis tradisional hipotalamus-pituitari-gonad (*Hypothalamo-pituitary-gonadal*: HPG) (Kuenzel *et al.*, 2015). Jalur neural diperlukan untuk mendeteksi informasi cahaya dari lingkungan, mengintegrasikannya, dan melalui berbagai cara dapat terhubung dengan aksis tradisional HPG untuk mengatur fungsi reproduksi aves pada waktu yang tepat setiap tahunnya.

Mekanisme respons fotoperiode yang mempengaruhi fisiologi reproduksi aves sangat kompleks. Kemampuan menghasilkan respons fotoperiode membutuhkan (1) fotoreseptor untuk mendeteksi cahaya, (2) “jam” atau waktu untuk mengukur durasi fotoperiode, dan (3) sistem efektor untuk mengaktifkan respons fisiologi dan reproduksi secara bersamaan. Hampir semua komponen yang terlibat dalam fotoperiode tersebut terdapat dalam medio-basal hipotalamus (MBH) (Dawson dan Sharp, 2007; Garcia-Fernandez *et*

al., 2015). Organ fotoreseptor mamalia adalah mata, namun vertebrata non-mamalia termasuk aves memiliki fotoreseptor selain mata, yaitu organ pineal dan fotoreseptor otak bagian dalam (*deep brain photoreceptors*: DBP). Beberapa molekul fotoreseptor *deep brain* yang telah berhasil diisolasi adalah rodopsin (RH), melanopsin (OPN4), dan *vertebrate ancient* (VA)-opsin (Halford *et al.*, 2009; Kang *et al.*, 2010). Pada bagian MBH juga terdapat organ paraventrikular (PVO: *paraventricular organ*) yang menghasilkan protein opsin 5 (OPN5 atau neuropsin) (Nakane dan Yoshimura, 2014). OPN5 merupakan kandidat fotoreseptor aves yang mengatur respons fotoperiode atau perubahan panjang hari (Davies *et al.*, 2011). DBP aves yang terletak pada medio-basal hipotalamus digunakan sebagai fotopigmen berbasis vitamin A dengan sensitivitas panjang gelombang maksimum 492 nm (Foster dan Hankins, 2007).

Lamanya panjang hari (*long day length*) dapat merangsang sel-sel tiotrop pada pars tuberalis (PT) hipofisis anterior untuk melepaskan tiotropin (TSH), pada gilirannya, TSH merangsang sel-sel epindemal (tanisit) pada ventrikel ke-3 mengekspresikan enzim diodinase tipe 2 (DIO2) yang mengkonversi prohormon tiroksin (T4) menjadi komponen bioaktif triiodotironin (T3). Selanjutnya, T3 menstimulasi pelepasan neuroendokrin GnRH pada bagian akhir media eminasia (ME) hipotalamus. GnRH dilepas ke dalam aliran darah portal menuju hipofisis anterior kemudian merangsang pelepasan hormon-hormon reproduktif FSH dan LH. Hormon-hormon tersebut masuk ke dalam sistem sirkulasi menuju organ reproduksi untuk mensekresikan testosteron maupun estrogen (Hanon *et al.*, 2008; Garcia-Fernandez *et al.*, 2015; Kuenzel *et al.*, 2015).

Mamalia ataupun aves, keduanya dapat mendeteksi perubahan fotoperiode peningkatan panjang hari melalui sekresi TSH dari pars tuberalis. TSH mempengaruhi sel-sel epindemal hipotalamus untuk menstimulasi aktivitas enzim DIO2 sehingga terjadi konversi T4 menjadi T3. Hormon T3 bertanggung jawab pada pengaturan hormon-hormon sistem GnRH (Malpoux *et al.*, 2001). Mamalia dan aves memiliki jalur yang hampir sama pada penerimaan fotoperiode, namun

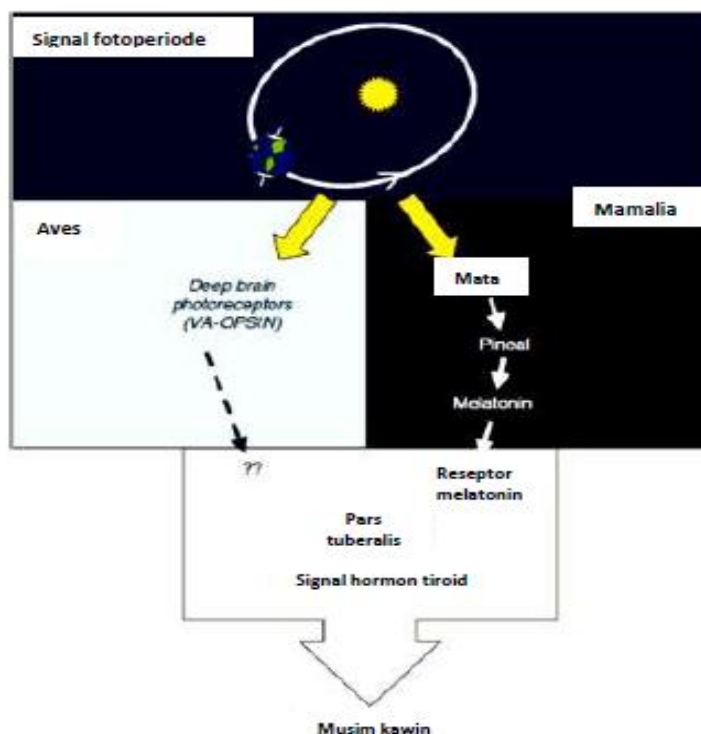
demikian terdapat perbedaan mendasar antara keduanya. Perbedaan tersebut adalah deteksi fotoperiode (Gambar 1). Aves menggunakan fotoreseptor otak bagian dalam untuk mendeteksi fotoperiode, dilanjutkan dengan regulasi produksi TSH pars tuberalis. Sebagai tambahan, tulang tengkorak dan otak burung sangat permeabel terhadap cahaya, meskipun cahaya matahari ataupun cahaya artifisial tersebar dan terserap oleh jaringan di atasnya, sejumlah besar foton tetap dapat menembus jauh ke dalam otak untuk menstimulasi reseptor otak bagian dalam (reseptor encephalik). Sebaliknya, pada mamalia fotoperiode dideteksi oleh *photosensitive retinal ganglion cells* (pRGCs) yang menggantikan istilah “deep brain” (pada aves). Pada gilirannya, pRGCs akan merubah pola aktivitas neural pada nukleus suprachiasmatic (*suprachiasmatic nuklei*: SCN) (Ono *et al.*, 2008; Hanon *et al.*, 2008; Hankins *et al.*, 2008). SCN melalui jalur multisinaptik menuju ganglion servikal superior mengatur kelenjar pineal untuk mensintesis dan melepaskan melatonin. Melatonin akan dilepaskan oleh kelenjar pineal pada malam hari. Pars tuberalis mamalia memiliki reseptor melatonin dengan densitas yang sangat tinggi. Durasi pelapasan melatonin dari kelenjar pineal diatur oleh sekresi TSH dari sel-sel tiotrop pars tuberalis (Hazlerigg dan Loudon, 2008).

Steroidogenesis

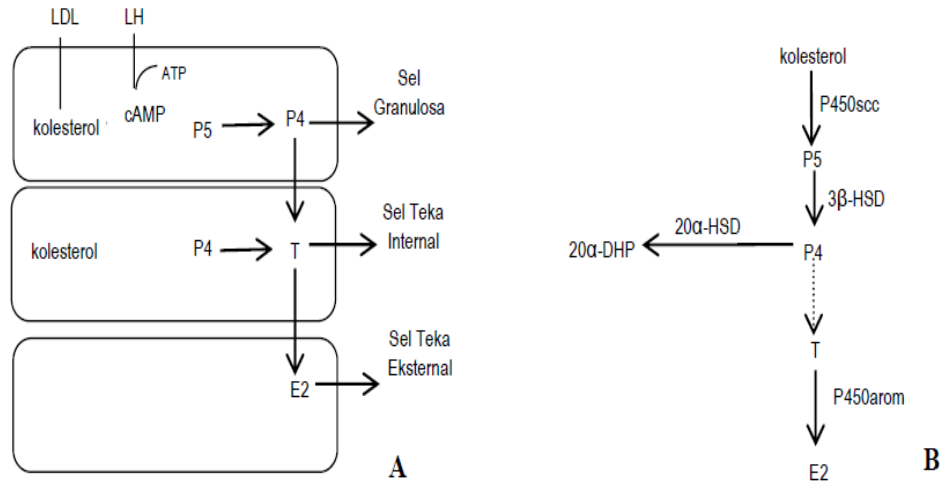
Produksi hormon steroid terjadi pada beberapa organ, salah satu organ yang memproduksi steroid adalah folikel ovarium. Progesteron diproduksi pada sel-sel granulosa folikel ovarium, sedangkan estrogen disintesis oleh sel-sel teka. Sintesis steroid sangat bergantung pada fase pematangan folikel. Pada fase awal pematangan folikel, folikel memproduksi estrogen dan androgen. Ketika folikel sudah matang mulailah disintesis sejumlah besar progesteron. Terdapat tiga jenis sel (Gambar 2) untuk produksi hormon steroid pada folikel unggas, yaitu *sel-sel granulosa* yang akan mensekresikan progesteron, *sel-sel teka internal* mensintesis testosteron, dan *sel-sel teka eksternal* mensintesis estrogen (Alodan, 2001)

Folikel-folikel preovulasi sangat potensial dalam menghasilkan steroid lewat jalur steroidogenik. Lapisan granulosa secara dominan akan mensekresikan progesteron sebagai prekursor sintesis androstenedion dan testosteron dalam lapisan teka internal dan sedikit lebih banyak pada sel-sel lapisan granulosa. Progesteron juga merupakan steroid utama dalam menginisiasi gelombang pelepasan LH, 4-6 jam sebelum terjadi ovulasi. Produksi steroid oleh sel-sel teka dan granulosa dikontrol oleh aksi LH lewat signal *second messenger* cAMP (*adenyl cyclase*). *Messenger* asam ribonukleat (mRNA) merupakan reseptor LH yang terekspresi pada jaringan granulosa dan teka folikel yang terdistribusi pada semua folikel hirarki. Peningkatan mRNA sebagai reseptor LH terjadi pada fase perkembangan folikel, baik pada lapisan teka maupun lapisan granulosa, kemudian fase pascaovulasi, dan ketika terjadi regresi/atresia folikel. Hanya satu folikel, yaitu folikel yang paling besar dan menjadi matang yang diovulasikan dalam waktu satu hari.

Segera setelah folikel F1 terovulasi selanjutnya akan diikuti oleh folikel nomor dua terbesar (F2) yang akan tumbuh dan menjadi paling besar kembali, demikian seterusnya, pembesaran folikel terjadi secara berurutan. Jadi, kontrol aliran hormon gonadotropin pada aves betina sangat berbeda dari mamalia betina. Pada mamalia, aliran gonadotropin hanya cukup menstimulasi matangnya satu folikel (atau beberapa folikel pada betina politokus), sedangkan pada unggas betina, aliran hormon gonadotropin diatur tidak hanya untuk satu folikel yang memiliki ukuran ovulasi pada saat itu, tetapi juga untuk mempertahankan keberadaan folikel hirarki. Induksi cAMP oleh LH akan meningkatkan respons lapisan granulosa folikel pada saat ovulasi berlangsung. Sistem cAMP pada sel teka maupun granulosa ketika ovulasi memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap LH namun tidak responsif untuk FSH karena ikatan FSH pada membran dan steroidogenesis pada folikel hirarki sangat rendah (Johnson, 2000; Sechman *et al.*, 2011).



Gambar 1. Perbedaan dan persamaan fotoperiode dalam mengontrol musim kawin pada burung dan mamalia. (modifikasi dari Wyse dan Hazlerigg, 2009).



Gambar 2. Ringkasan jalur steroidogenesis pada folikel ovarium unguis. Skema tiga jenis sel steroidogenesis pada folikel unguis (A). Steroidogenesis melibatkan berbagai enzim untuk mengkatalisis perubahan kolesterol menjadi pregnenolon, pregnenolon menjadi progesteron, dan testosteron menjadi estrogen (B). LDL: *low density lipoprotein*, LH: *luteinizing hormone*, P5: *pregnenolone*, P4: *progesterone*, T: *testosterone*, E2: *estrogen*; P450_{scc}: enzim pemecah kolesterol P450 sitokrom; P450_{arom}: enzim P450 aromatase; 3β-HSD: 3β-hidroksisteroid dehidrogenase; 20α-DHP: 20α-dihidroprogesteron; 20α-HSD: 20α-hidroksisteroid dehidrogenase (modifikasi dari Alodan, 2001).

Interaksi antara sel-sel granulosa dan lapisan teka terus berlangsung untuk mengoptimalkan produksi progesteron, testosteron, dan estrogen. Sel-sel granulosa menjadi sumber utama sebagai penghasil progesteron yang pada gilirannya akan dipergunakan oleh sel-sel teka untuk dimetabolisme menjadi testosteron dan estrogen (Tilly *et al.*, 1991). Sel-sel granulosa dari folikel ovarium berukuran 6-8 mm aktif memetabolisme pregnenolon menjadi progesteron dan memiliki aktivitas enzim 3β-HSD relatif tinggi (Sechman *et al.* 2011). Jadi, aktivitas steroidogenesis pada lapisan teka lebih besar pada folikel preovulasi dengan ukuran lebih kecil dan kemampuan steroidogeniknya akan menurun seiring dengan perkembangan folikular. Penurunan ini kemungkinan diakibatkan oleh 1) terjadinya penurunan aktivitas enzim steroidogenik pada folikel yang telah mencapai ukuran maksimal, diantaranya adalah enzim sitokrom P450_{17α} hidroksilase dan P450 aromatase, 2) folikel yang siap ovulasi sangat responsif terhadap LH, dan 3) jumlah reseptor gonadotropin meningkat secara drastis (Rivas, 2004).

Peran Cahaya pada Performa Produksi Telur Unguis

Berbagai proses fisiologi pada aves dipengaruhi oleh cahaya. Sangat terbatas informasi mengenai pengaruh warna cahaya pada performa produksi telur dan kualitas telur unguis. Beberapa hasil penelitian yang telah dilaporkan terkait dengan produksi dan kualitas telur unguis yang melibatkan peran cahaya tampak dan warna cahaya antara lain jumlah telur kalkun dihasilkan paling tinggi pada kelompok cahaya merah, dengan bobot telur yang lebih berat pada cahaya hijau dan biru daripada kelompok cahaya merah (Pyrzak *et al.*, 1987). Produksi telur *hen day* ayam petelur ISA Brown lebih tinggi pada kelompok cahaya merah dan kuning dibandingkan dengan kelompok cahaya hijau atau biru. Kontaminasi telur ayam oleh bakteri *Escherichia coli* paling tinggi ditemukan pada kelompok ayam yang dipelihara pada cahaya kuning daripada biru (Svobodova *et al.*, 2015). Unguis lain seperti angsa yang diberikan paparan cahaya dengan intensitas 170 dan 300 lx menghasilkan bobot telur yang lebih berat dibandingkan dengan kelompok cahaya 40 lx (Chang *et al.*, 2016).

Tabel 1. Dampak penggunaan cahaya pada performa produksi telur unggas

Aspek cahaya	Sumber cahaya	Jenis unggas	Hasil penelitian	Pustaka
Fotoperiode	Lampu fluorescent	Cobb broiler breeder	Paparan cahaya selama 18 jam mulai umur 20 minggu menghasilkan jumlah telur tertinggi, bobot telur terbesar dicapai oleh ayam yang dipelihara dengan fotoperiode 8 jam, dan produksi masa telur tertinggi dihasilkan oleh ayam yang terpapar fotoperiode 11, 12, dan 14 jam mulai umur 20 minggu.	Lewis dan Gous, 2006
Warna cahaya	LED	Ayam petelur Hi-Line coklat	Bobot telur pada kelompok cahaya putih lebih tinggi daripada kelompok cahaya merah dan biru. <i>Hen day</i> produksi telur tertinggi pada ayam umur 38-52 minggu, kelompok cahaya merah dan putih lebih tinggi daripada kelompok cahaya hijau. Indeks bentuk telur lebih tinggi pada cahaya putih, merah, dan biru dibandingkan dengan cahaya hijau, dengan kekuatan kerabang telur pada cahaya putih lebih tinggi dibandingkan dengan ketiga warna cahaya lainnya.	Er <i>et al.</i> , 2007
Fotoperiode	Lampu fluorescent warm-white	Ross broiler breeder	Telur kotor dan rusak pada fotoperiode 11 dan 12 jam meningkat. Jumlah telur dengan kuning telur ganda tidak dipengaruhi oleh fotoperiode. Perpindahan fotoperiode 8 jam menjadi 13 jam pada umur 20 minggu hingga 60 minggu mengoptimalkan performa broiler breeder.	Lewis <i>et al.</i> , 2010
Warna cahaya dan fotoperiode	LED	Ayam lokal Gunung Erlang, Sichuan China	Jumlah produksi telur ayam yang terpapar cahaya hijau lebih rendah daripada cahaya putih, merah, dan biru. Indeks bentuk telur pada kelompok cahaya merah lebih besar daripada warna cahaya yang lain. Bobot telur lebih tinggi pada kelompok cahaya merah dan putih. Persentase bobot albumen lebih rendah sejalan dengan peningkatan panjang gelombang cahaya dan peningkatan persentase bobot yolk.	Li <i>et al.</i> , 2014
Warna cahaya dan fotoperiode	LED	Ayam petelur Hi-Line coklat	Warna cahaya berpengaruh pada peningkatan produksi telur hingga 89.56% pada kelompok kombinasi cahaya merah dengan hijau dibandingkan dengan kelompok kombinasi warna cahaya yang lain.	Hassan <i>et al.</i> , 2014

			Namun, bobot telur lebih berat pada kelompok cahaya biru atau hijau dibandingkan dengan kelompok kombinasi atau cahaya merah. Kekuatan kerabang tertinggi terdapat pada cahaya hijau.	
Warna dan intensitas cahaya	Lampu pijar	Itik lokal Indonesia (itik Alabio)	Umur dewasa kelamin lebih cepat terdapat pada itik kelompok cahaya biru 10 lx dengan produksi telur mencapai 85% lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok itik yang lain.	Biyatmoko, 2014
Warna cahaya	LED	Ayam lokal Gunung Erlang, Sichuan China	Jumlah telur meningkat pada ayam yang terpapar cahaya biru. Puncak produksi telur lebih lama pada kelompok cahaya biru dan hijau. Plasma melatonin paling rendah dijumpai pada cahaya biru sehingga berpengaruh pada peningkatan produksi telur.	Liu <i>et al.</i> , 2015
Fotoperiode	Lampu fluorescent (FL) dan cahaya natural	Ayam petelur Hi-Line cokelat	Program pencahayaan kontinu dan intermitten tidak berpengaruh pada kualitas telur dan bobot telur. Produksi telur (%) dan produksi massa telur lebih tinggi pada ayam yang dipelihara dengan program pencahayaan kontinu 16 jam fotoperiode dibandingkan dengan kelompok pencahayaan intermitten (15 dan 30 menit).	Yuri <i>et al.</i> , 2016
Warna cahaya (panjang gelombang)	LED	Ayam broiler breeder Meihuang, China	Panjang gelombang panjang (cahaya merah) dapat mempercepat matang kelamin, sedangkan panjang gelombang pendek menunda matang kelamin dan menurangi produksi telur. Produksi massa telur kelompok cahaya biru dan hijau lebih rendah daripada kelompok cahaya merah. Bobot telur tertinggi terdapat pada kelompok cahaya hijau. Indeks bentuk telur dan kekuatan kerabang telur tidak dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya.	Yang <i>et al.</i> , 2016
Warna cahaya	LED	Angsa petelur	Jumlah produksi telur lebih tinggi pada kelompok cahaya putih dan merah dibandingkan dengan biru didukung dengan periode bertelur pada cahaya merah lebih panjang daripada kelompok cahaya biru. Bobot telur yang dihasilkan tidak berbeda untuk setiap warna cahaya, namun indeks bentuk telur tertinggi terdapat pada kelompok cahaya biru.	Chang <i>et al.</i> , 2016
Warna dan Lampu		Puyuh petelur	Produksi telur tidak dipengaruhi oleh	Nunes <i>et al.</i> ,

sumber cahaya	fluorescent (FL) warm-white dan LED	(<i>laying japanese quail</i>)	warna (panjang gelombang) cahaya dan sumber cahaya. Kualitas telur seperti nilai HU, indeks kuning telur, persentase komponen telur juga tidak dipengaruhi oleh warna serta sumber cahaya, namun bobot telur lebih rendah pada cahaya biru dan hijau dibandingkan pada kelompok lampu FL.	2016
Sumber cahaya	Lampu fluorescent dan LED	Ayam petelur Hy-line	Telur yang dihasilkan oleh ayam kelompok lampu LED memiliki ketebalan dan kekuatan kerabang yang lebih rendah. Kandungan kolesterol telur tidak dipengaruhi oleh penggunaan lampu LED maupun FL, juga tidak terdapat perbedaan performa produksi telur baik menggunakan lampu LED maupun lampu FL.	Liu <i>et al.</i> , 2018
Warna cahaya	LED	Itik lokal Indonesia (itik Magelang)	Jumlah total telur, produksi telur <i>duck day</i> , dan produksi massa telur tertinggi terdapat pada itik yang terpapar cahaya putih dibandingkan dengan cahaya merah, hijau, dan biru. Bobot telur pertama tidak dipengaruhi oleh cahaya, namun bobot telur tertinggi selama penelitian terdapat pada kelompok cahaya hijau. Kandungan kolesterol telur lebih rendah pada cahaya hijau dan biru, dengan kadar β -karoten yang lebih tinggi pada cahaya hijau dibandingkan dengan telur yang dihasilkan pada kelompok cahaya putih.	Kasiyati <i>et al.</i> , 2018

Periode fotostimulasi menstimulasi pelepasan GnRH yang berpengaruh pada sekresi gonadotropin FSH dan LH dari hipofisis anterior. Pada gilirannya, gonadotropin memacu perkembangan gonad dan sintesis hormon-hormon steroid (estradiol dari folikel-folikel kecil, dan progesteron dari sel-sel granulosa folikel preovulasi) (Dunn *et al.*, 2009; Tsutsui *et al.*, 2010). Neuron GnRH secara langsung diinervasi oleh opsin yang berisi sel-sel fotoreseptor. Paparan cahaya yang lebih lama pada fotoperiode (siang hari yang panjang) menstimulasi peningkatan ekspresi mRNA GnRH sehingga menginduksi dewasa (matang) kelamin unggas (Bedecarrats *et al.*, 2009; Baxter *et al.*, 2014). Matang kelamin

pada unggas ditandai dengan keluarnya telur pertama kali. Sebaliknya, paparan cahaya yang lebih singkat atau fotoperiode yang pendek menstimulasi peningkatan sekresi melatonin. Peningkatan konsentrasi melatonin dapat meningkatkan pelepasan GnIH (*Gonadotropin inhibitory hormone*) dan secara tidak langsung menurunkan sekresi GnRH. Akibatnya, terjadi peningkatan konsentrasi GnIH dalam plasma sehingga menyebabkan penghambatan aksis reproduksi (Chowdhury *et al.*, 2010), lebih jauh terjadi penundaan umur dewasa kelamin dan berdampak pada penurunan performa produksi telur. Pada industri unggas petelur peningkatan performa reproduksi walaupun kecil tetap

berpengaruh pada produksi telur, yang diartikan sebagai keuntungan perusahaan. Lebih dari 33% peningkatan performa reproduksi dan produksi telur merupakan kontribusi dari penggunaan cahaya, terutama cahaya tampak (Baxter *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2018). Berbagai ringkasan hasil penelitian yang melibatkan cahaya pada performa produksi unggas disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan ulasan yang telah disampaikan, peran sinyal cahaya bagi kehidupan unggas melibatkan transduksi sinyal, penerimaan cahaya oleh fotoreseptor, dan respons fisiologis yang muncul setelah paparan cahaya. Pengetahuan mendalam mengenai peran fotoreseptor pada unggas dapat membantu memahami terjadinya perubahan fotoperiode yang berpengaruh pada respons reproduksi dan produksi unggas beserta gen-gen yang terlibat di dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alodan, M.A. 2001. Cytokine IL-1 β modulation of reproductive function in heat stressed hens. Dissertation. University of Nebraska. Lincoln Nebraska.
- Baxter, M., N. Joseph, V.R. Osborne, G.Y. Bedecarrats. 2014. Red light is necessary to activate the reproductive axis in chickens independently of the retina of the eye. *Poult. Sci.* 93: 1289-1297.
- Bedecarrats, G.Y., H. McFarlane, S.R. Maddinani, R. Ramchandran. 2009. Gonadotropin-inhibitory hormone receptor signaling and its impact on reproduction in chickens. *Gen. Comp. Endocrinol.* 163: 7-11.
- Biyatmoko, D. 2014. Effect the combination of light color and intensity of light to age at first laying and production egg of alabio laying ducks. *Inter. J. Bio. Sci.* 5(5):80-85.
- Chang, S.C., Z.X. Zhuang, M.J. Lin, C.Y. Cheng, T.Y. Lin, Y.S. Jea, S.Y. Huang. 2016. Effects of monochromatic light sources on sex hormone levels in serum and on semen quality of ganders. *Anim. Repro. Sci.* 167: 96-102.
- Chowdhury, V.S., K. Yamamoto, T. Ubuka, G.E. Bantley, A. Hattori. K. Tsutsui. 2010. Melatonin stimulates the release of gonadotropin-inhibitory hormone by the avian hypothalamus. *Endocrinol.* 151: 271-280.
- Davies, W.I.L., M. Turton, S.N. Peirson, B.K. Follett, S. Halford, J.M. Garcia-Fernandez, P.J. Sharp, M.W. Hankins, R.G. Foster. 2011. Vertebrate ancient opsin photopigment spectra and the avian photoperiodic respons. *Biol. Lett.* 1-4. Doi: 10.1098/rbssl.2011.0864.
- Dawson, A., P.J. Sharp. 2007. Photorefractoriness in birds-photoperiodic and non-photoperiodic control. *Gen. Comp. Endocrinol.* 153; 378-384.
- Dunn, I.C., N.A. Ciccone, N.T. Joseph. 2009. *Endocrinology and Genetics of the Hypothalamic-Pituitary-Gonadal Axis. Biology of Breeding Poultry.* 1st ed. P.M. Hocking, ed. CAB International: Wellingford, Oxfordshire, UK. Pp: 61-88.
- Er, D., Z. Wang, J. Cao, Y. Chen. 2007. Effect of monochromatic light on the egg quality of laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 16: 605-612.
- Foster, R.G., M.W. Hankins. 2007. Circadian vision. *Curr. Biol.* 17: R746-751.
- Garcia-Fernandez, J.M., R. Cernuda-Cernuda, W.I.L. Davies, J. Rodgers, M. Turton, S.N. Peirson, B.K. Follett, S. Halford, S. Hughes, M. W. Hankins, R.G. Foster. 2015. The hypothalamic photoreceptors regulating seasonal reproduction in birds: A prime role for VA opsin. *Neuroendocrinol.* 37: 13-28.
- Halford, S., S.S. Pires, M. Turton, L. Zheng, I. Gonzales-Menendez, W.L. Davies, S.N. Peirson, J.M. Garcia-Fernandez, M.W. Hankins, R.G. Foster. 2009. VA opsin-based photoreceptors in the hypothalamus of birds. *Curr. Biol.* 19: 1396-1402.
- Hanon, E.A., G.A. Lincoln, J.M. Fustin, H. Dardante, M. Masson-Pevet, P.J. Morgan, D. Hazlerigg. 2008. Ancestral TSH mechanism signals summer in a photoperiodic mammal. *Curr. Biol.* 18: 1147-1152.
- Hankins, M.W., S.N. Peirson, R.G. Foster. 2008. Melanopsin: An exciting photopigment. *Trends Neurosci.* 31: 27-36.

- Hassan, Md.R., S. Sultana, H.S. Choe, K.S. Ryu. 2014. Effect of combinations of monochromatic LED light color on the performance and behaviour of laying hens. *J. Poult. Sci.* 51: 321-326.
- Hazlerigg, D., A. Loudon. 2008. New insight into ancient seasonal life timers. *Curr. Biol.* 18: R795-R804.
- Johnson, A.L. 2000. Reproductive in the Female. In GC Whittow:Sturkie's Avian Physiology. 5th Ed. New York: Academic Press. pp: 575-581.
- Kang, S.W., B. Leclerc, S. Kosonsiriluk, L. Mauro, J. Iwasawa, A.M.E. El Halawani. 2010. Melanopsin expression in dopamine-melatonin neurons of the premammillary nucleus of the hypothalamus and seasonal reproduction in birds. *Neurosci.* 170: 200-213.
- Kasiyati., Sumiati, D.R. Ekastuti, W. Manalu. 2018. Effect of combination supplementation and monochromatic light in ovary morphology to support the egg production of Magelang duck. Unpublish.
- Kuenzel, W.J., S.W. Kang, Z.J. Zhou. 2015. Exploring avian deep-brain photoreceptor and their role in activating the neuroendocrine regulation of gonadal development. *Poult. Sci.* 94: 786-798.
- Lewis, P.D., L. Caston, S. Leeson. 2007. Green light during rearing does not significantly affect the performance of egg-type pullets in the laying phase. *Poult. Sci.* 86: 739-743.
- Lewis, P.D., T.R. Morris. 2000. Poultry and coloured light. *World's Poult. Sci. J.* 56: 189-207.
- Lewis, P.D., R.M. Gous. 2006. Effect of final photoperiod and twenty-week body weight on sexual maturity and early egg production in broiler breeders. *Poult. Sci.* 85: 377-383.
- Lewis, P.D., R. Danisman, R.M. Gous. 2010. Photoperiods for broiler breeder females during the laying period. *Poult. Sci.* 89: 108-114.
- Li, D., L. Zhang, M. Yang, H. Yin, H. Xu, J.S. Trask, D.G. Smith, Z. Zhang, Q. Zhu. 2014. The effect of monochromatic light emitting diode light on reproductive traits of laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 23: 1-9.
- Liu, L., D. Li, E.R. Gilbert, Q. Xiao, X. Zhao, Y. Wang, H. Yin, Q. Zhu. 2015. Effect of monochromatic light on expression of estrogen receptor (ER) and progesterone receptor (PR) in ovarian follicles of chicken. *Plos One.* 10(12): 1-14. Doi: 10.1371.
- Liu, K., H. Xin, J. Sekhon, T. Wang. 2018. Effect of fluorescent vs. poultry-specific light-emitting diode lights on production performance and egg quality of W-36 laying hens. *Poult. Sci.* 0: 1-11. Doi: 10.3382/ps/pex371.
- Malpoux, B., M. Migaud, H. Tricoire, P. Chemineau. 2001. Biology of mammalian photoperiodism and the critical role of the pineal gland and melatonin. *J. Biol. Rhythms.* 16: 336-347.
- Nakane, Y., T. Shimmura, H. Abe, T. Yoshimura. 2014. Intrinsic photosensitivity of a deep brain photoreceptor. *Curr. Biol.* 24: R596-R597.
- Nakane, Y., T. Yoshimura. 2014. Universality and diversity in the signal transduction pathway that regulates seasonal reproduction in vertebrates. *Front. Neurosci.* 8 (115): 1-7.
- Nunes, K., R. Garcia, I. Naas, C. Eyng, F. Caldara, S. Sgavioli, B. Roriz, C. Ayala. 2016. Effect of LED colors for laying Japanese quails. *Braz. J. Poult. Sci.* 18: 51-56.
- Ono, H., Y. Hoshino, S. Yasuo, M. Watanabe, Y. Nakane, A. Murai, S. Ebihara, H.W. Korf, T. Yoshimura, 2008. Involvement of thyrotropin in photoperiodic signal transduction in mice. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 105.: 18238-18242.
- Pyrzak R., N. Snapir, G. Goodman, M. Perek. 1987. The effect of light wavelength on the production and quality of eggs on the domestic hen. *Theriogenology.* 28: 947-960
- Renema, R.A., F.E. Robinson, J.J.R. Feddes, G.M. Fasenko, M.J. Zuidhof. 2001. Effects of light intensity from photostimulation in four strains

of commercial egg layers: 2. Egg production parameter. *Poult. Sci.* 80: 1121-1131.

Rivas, R.E.C. 2004. Steroidogenesis in theca cells of chicken follicles. *Tecnociencia.* 6 (1): 71-83.

Sechman, A., M. Staruszczyk, J. Rzas. 2011. Comparison of sex steroid concentration in blood plasma and ovarian follicles of white leghorn and greenleg partridge laying hens. *Ann. Anim. Sci.* 11 (4): 507-520.

Svobodova, J., E. Tumova, E. Popelarova, C. Chodova. 2015. Effect of light colour on egg production and egg contamination. *Czech. J. Anim. Sci.* 60 (12): 550-556.

Tilly, J.L., K.I. Kowalski, A.L. Johnson. 1991. Stage of ovarian follicular development associated with the initiation of steroidogenic competence in avian granulosa cells. *Biol. Reprod.* 44: 305-314.

Tsutsui, K., G.E. Bently, G. Bedecarrats, T. Osugi, T. Ubuka, L.J. Kriegsfeld. 2010. Gonadotropin-inhibitory hormone (GnIH) and its control of central and peripheral reproduction function. *Front. Neuroendocrinol.* 31: 284-295.

Wyse, C., D. Hazlerigg. 2009. Seasonal biology: Avian photoreception goes deep. *Curr. Biol.* 19 (16): R685-R687.

Yang, Y.F., J.S. Jiang, J.M. Pan, Y.B. Ying, X.S. Wang, M.L. Zhang, M.S. Lu, X.H. Chen. 2016. The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (*Gallus gallus*). *Sci. Rep.* 1-9. Doi: 10.1038/srep19291.

Yuri, F.M., C. de Souza, A.F. Schneider, C.E. Gewehr. 2016. Intermittent lighting programs for layers with different photophase in the beginning of the laying phase. *Ciencia Rural.* 46 (11): 2012-2017.