

## Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu *Light Emitting Diode* (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, *Amphiprion percula* (Lacépède, 1802)

[The effectiveness of LED light spectrum exposure on growth and color performance of orange clownfish, *Amphiprion percula* (Lacépède, 1802) juvenile]

Ris Dewi Novita<sup>1✉</sup>, Kukuh Nirmala<sup>2</sup>, Eddy Supriyono<sup>2</sup>, Idil Ardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB  
Jl. Gatitis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

<sup>3</sup>Balai Riset Budidaya Ikan Hias  
Jl. Perikanan No. 13 Pancoran Mas Kota Depok, Jawa Barat 16436

Diterima: 23 Desember 2018; Disetujui: 5 Februari 2019

### Abstrak

Ikan badut *Amphiprion percula* merupakan ikan hias air laut yang diminati pasar global ikan hias karena memiliki daya tarik tersendiri pada warna jingga yang dimilikinya. Ikan badut hasil budi daya memiliki kualitas warna jingga yang cenderung memudar. Penggunaan manipulasi spektrum cahaya dalam sistem budi daya dapat memengaruhi perubahan jumlah kromatofor yang dapat meningkatkan warna ikan menjadi terang. Tujuan penelitian ini adalah menentukan spektrum cahaya lampu LED yang tepat terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap pada lima perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas empat jenis spektrum cahaya lampu LED dengan panjang gelombang berbeda yakni putih (P), merah (M), hijau (H) dan biru (B) dengan lama penyinaran 12 jam dan kontrol. Rerata panjang total awal ikan uji adalah  $3,28 \pm 0,24$  cm dan bobot  $0,91 \pm 0,19$  g. Hasil penelitian selama 60 hari pemeliharaan menunjukkan bahwa parameter respons fisiologis dan pertumbuhan terbaik adalah pada perlakuan lampu LED biru dengan kadar glukosa sebesar  $40,00 \pm 2,65$  mg dL<sup>-1</sup>, kadar *malondialdehyde* (MDA) sebesar  $9,30 \pm 0,29$  nmol mL<sup>-1</sup>, laju pertumbuhan spesifik (LPS) sebesar  $1,71 \pm 0,05\%$  dan efisiensi pakan (EP) sebesar  $78,23 \pm 1,97\%$ . Parameter kualitas warna terbaik pada perlakuan lampu LED biru dengan skor dalam *Toca color finder* (TCF) mencapai warna jingga pada bagian dorsal, kaudal dan anal, *red, green and blue* (RGB) ratio pada warna bagian dorsal, kaudal dan anal masing-masing sebesar  $64,59 \pm 1,00\%$ ,  $68,12 \pm 0,74\%$ , dan  $72,56 \pm 0,20\%$  serta jumlah kromatofor sebesar  $346 \pm 10$  sel/  $0,1$  mm<sup>2</sup>. Spektrum cahaya lampu LED biru menghasilkan pertumbuhan dan kualitas warna terbaik pada yuwana ikan badut *Amphiprion percula*.

Kata penting: *Amphiprion percula*, kualitas warna, spektrum cahaya lampu LED

### Abstract

Orange clownfish is one of the most desired marine ornamental fish by global market due to the orange color on it. One obstacle of the clownfish farming is the changes in the orange color on clownfish. Manipulation of the light spectrum exposure may affect the amount of chromatophore, that can change the color of clownfish become brighter. The present study aimed at to determining an appropriate spectrum of LED light toward growth and color quality of *Amphiprion percula* juvenile. The study was conducted in five treatments with three replications. The treatment consists of four types of LED light with different wavelengths, i.e., white (P), red (M), green (H) and blue (B) with 12 hours and control. Clownfish with an average body weight of  $0.91 \pm 0.19$  g and length of  $3.28 \pm 0.24$  cm were used in this study. The result after 60 days showed that the blue LED light give the best glucose levels of  $40.00 \pm 2.65$  mg dL<sup>-1</sup>, malondialdehyde levels of  $9.30 \pm 0.29$  nmol mL<sup>-1</sup>, specific growth rate of  $1.71 \pm 0.05\%$  and feed efficiency of  $78.23 \pm 1.97\%$ . The best color quality parameters on blue LED light treatment with the Toca color finder (TCF) score reach the orange color on the dorsal, caudal and anal, RGB ratio of the color of the dorsal, caudal and anal each of  $64.59 \pm 1.00\%$ ,  $68.12 \pm 0.74\%$  and  $72.56 \pm 0.20\%$  as well as the number of chromatophore each of  $346 \pm 10$  cells/  $0.1$  mm<sup>2</sup>. The spectrum blue LED light is able to result the growth and quality of best color for clownfish *Amphiprion percula* juvenile.

Keywords: *Amphiprion percula*, color quality, LED light spectrum

### Pendahuluan

Perkembangan budi daya ikan hias air laut di Indonesia terlihat positif. Data *Internasional Trade Centre* (2017) memperlihatkan

bahwa kontribusi Indonesia untuk nilai ekspor ikan hias air laut pada tahun 2016 berada di

✉ Penulis korespondensi  
Alamat surel: [risdewi@gmail.com](mailto:risdewi@gmail.com)

urutan ke tiga dunia, dengan nilai mencapai 7,68 juta dollar AS. Salah satu jenis ikan hias air laut Indonesia yang memiliki nilai jual tinggi yaitu dari famili Pomacentridae yang hidup di terumbu karang (Wabnitz *et al.* 2003). Ikan badut termasuk dalam famili Pomacentridae, subfamili Amphiprionidae yang berasal dari perairan Samudra Hindia dan Pasifik, sampai saat ini terdapat 27 spesies yang telah teridentifikasi (Fautin & Allen 1992). Ikan badut termasuk ikan hias air laut yang mudah dibudidayakan (Gopakumar 2005). Kondisi demikian dapat dilihat pada data produksi ikan badut hasil budi daya di Indonesia pada tahun 2016 yang mencapai 333 ribu ekor. Jumlah produksi ini menempati posisi teratas dibandingkan dengan jenis ikan hias air laut lainnya seperti kuda laut, *mandarinfish*, *banggai cardinal fish* dan ikan *blue devil* (DJPB 2017).

Berbagai jenis ikan badut tersebut, diantaranya adalah *Amphiprion percula* merupakan spesies ikan dari famili Pomacentridae yang banyak diminati dan populer di pasar global ikan hias (Johnston *et al.* 2003). Warna jingga terang merupakan daya tarik jenis ikan hias ini (Johnston 2000) dan nilai ekonomisnya ditentukan berdasarkan kualitas warna jingga yang mendominasi bagian tubuhnya (Yasir & Qin 2009). Nilai jual ikan hias ini per ekor berkisar antara 17,99–19,99 dollar AS (Barrier Reef Aquariums 2017; Saltwaterfish 2017). Kegiatan budi daya guna meningkatkan produksi ikan badut tersebut dalam rangka pemenuhan permintaan, namun masih terkendala kualitas warna.

Salah satu kendala yang dihadapi pada kegiatan budi daya ikan badut adalah kualitas warna jingga yang memudar, apabila dibandingkan dengan hasil tangkapan alam (Sembiring *et al.* 2013). Hal tersebut dapat disebabkan adanya

penurunan jumlah kromatofor dan penyebarannya tidak merata. Kromatofor merupakan sel pigmen yang menyebar di seluruh lapisan sel epidermis kulit ikan dan berperan dalam peningkatan atau penurunan tingkat kecerahan warna ikan (Oshima 2001). Salah satu yang memengaruhi penyebaran jumlah sel kromatofor adalah akibat dari stres faktor lingkungan yakni penggunaan cahaya yang tidak tepat pada media pemeliharaan. Untuk mengatasi kendala tersebut diperlukan perbaikan teknologi budi daya.

Peningkatan warna ikan badut budi daya dapat dilakukan dengan teknik manipulasi cahaya pada sistem budi dayanya yang telah dilakukan beberapa penelitian. Manipulasi cahaya menggunakan kombinasi spektrum, intensitas, dan lama paparan yang tepat, dapat memengaruhi perubahan penyebaran jumlah kromatofor, sehingga warna ikan menjadi lebih terang (Fujii 2000). Penggunaan cahaya buatan dalam media pemeliharaan dengan spektrum atau panjang gelombang yang tepat dapat memengaruhi perubahan jumlah kromatofor (Oshima & Yokozeki 1999). Salah satu teknologi budi daya yang dapat dilakukan guna memanipulasi spektrum atau panjang gelombang cahaya adalah dengan menggunakan lampu *Light Emitting Diode* (LED). Penggunaan lampu LED dalam kegiatan budi daya memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan lampu jenis lain. Lampu LED memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi sehingga dapat menghemat biaya dibandingkan dengan lampu jenis lain, daya tahan yang tinggi serta ramah lingkungan dikarenakan tidak mengandung merkuri (Migaud *et al.* 2007).

Hasil penelitian Aras *et al.* (2015) menggunakan LED merah, hijau, biru dan putih untuk melihat pertumbuhan dan kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker).

Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lampu LED hijau dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian ikan botia, sedangkan lampu LED merah mampu meningkatkan jumlah sel kromatofor. Hal serupa dihasilkan dari penelitian Gunawan (2017) dengan penggunaan lampu LED merah memberikan performa warna terbaik pada ikan gurami *strain* Padang *Osphronemus gouramy* Lacepede serta lampu LED biru mampu memberikan laju pertumbuhan terbaik pada ikan gurami *strain* Padang. Penelitian penggunaan lampu LED terhadap kualitas warna ikan hias di Indonesia sudah banyak dilakukan pada ikan hias air tawar sedangkan pada ikan hias air laut masih kurang. Penelitian menggunakan lampu LED pada ikan hias air laut telah dilakukan, namun hanya melihat pengaruh peningkatan kadar antioksidan sebagai respons stres oksidatif dan pertumbuhan ikan *Amphiprion clarkii* (Shin *et al.* 2011; 2012). Penelitian ini bertujuan menentukan spektrum cahaya lampu LED yang tepat untuk pertumbuhan dan peningkatan kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula*.

## **Bahan dan metode**

### *Tempat dan waktu penelitian*

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2018 di Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung. Analisis kadar glukosa dilakukan di laboratorium Pusat Studi Satwa Primata Institut Pertanian Bogor, kadar *malondialdehyde* (MDA) dilakukan di laboratorium Departemen Biokimia dan Biologi Molekular Universitas Indonesia, dan histologi ja-

ringan ikan di laboratorium Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

### *Materi uji*

Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan badut *Amphiprion percula* hasil pembenihan dari Balai Besar Perikanan Budidaya Laut Lampung dengan rata-rata panjang total  $3,28 \pm 0,24$  cm dan bobot  $0,91 \pm 0,19$  g. Ikan uji dipelihara menggunakan akuarium berukuran 40 cm x 50 cm x 40 cm dengan volume air 50 L dan padat tebar 25 ekor per akuarium.

### *Rancangan penelitian*

Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri atas: perlakuan K (kontrol dengan cahaya ruang), perlakuan P (LED putih), perlakuan M (LED merah), perlakuan B (LED biru) dan perlakuan H (LED hijau).

### *Prosedur penelitian*

Wadah yang digunakan pada penelitian ini berupa akuarium sebanyak lima belas buah dengan penempatan dilakukan secara acak. Seluruh sisi akuarium dilapisi dengan plastik mulsa guna meminimalkan pengaruh cahaya luar. Masing-masing akuarium dilengkapi dengan aerator untuk menyuplai oksigen dan sistem sirkulasi. Lampu LED yang digunakan adalah LED 3 mata lampu 5050, 12 volt yang terlebih dahulu diukur panjang gelombang spektrum cahayanya. Panjang gelombang spektrum cahaya yang dihasilkan terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Puncak panjang gelombang spektrum cahaya lampu LED yang digunakan

Perlakuan	Puncak panjang gelombang (nm)	
	Lampu LED yang digunakan	Aras <i>et al.</i> (2015)
Kontrol (K)	-	-
LED putih (P)	443 nm dan 539 nm	465 nm dan 550 nm
LED merah (M)	615 nm	625 nm
LED hijau (H)	521 nm	525 nm
LED biru (B)	458 nm	470 nm

Lama penyinaran berlangsung selama 12 jam setiap hari selama 60 hari. Pengatur waktu dipasang pada stop kontak sehingga lampu menyala otomatis pukul 06.30 dan padam pukul 18.30. Akuarium diisi air dan didiamkan selama tiga hari, kemudian dilakukan penebaran ikan uji dan diaklimatisasi selama tujuh hari. Ikan uji diberi pakan (protein 59,48%) secara *at satiation* sebanyak tiga kali sehari pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00. Penyiponan dilakukan setiap hari sebelum pemberian pakan yaitu pada pagi hari dan sore hari dengan mengganti 1/3 dari volume air media pemeliharaan. Pengamatan dilakukan dalam periode pemeliharaan ikan selama 60 hari.

*Parameter penelitian*

Parameter penelitian yang diukur meliputi: kadar glukosa, kadar *malondialdehyde* (MDA), laju pertumbuhan spesifik, bobot mutlak, panjang mutlak, jumlah konsumsi pakan, efisiensi pakan serta tingkat sintasan. Pengukuran panjang dan penimbangan bobot ikan dilakukan setiap 14 hari sekali. Parameter yang berkaitan dengan kualitas warna antara lain nisbah warna merah pada *red, green and blue* (RGB), skor *toca color finder* (TCF) dan menghitung jumlah sel kromatofor.

Kadar glukosa diukur dengan metode *Enzymatic Colorimetric Test GOD-PAP (Gluco-*

*se Oxidase Para Aminophenazone)*. Pengukuran kadar glukosa dilakukan pada awal dan akhir perlakuan dengan prinsip oksidasi glukosa oleh glukooksidase (GOD) menjadi asam glukonat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Selanjutnya H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> direaksikan dengan 4-aminophenazon dan fenol menghasilkan quinoneimine yang berwarna merah violet dan H<sub>2</sub>O. Reaksi ini dikatalisis oleh enzim peroksidase (POD) yang terbentuk ekuivalen dengan glukosa sehingga warna yang terukur pada produk quinoneimine akan sebanding dengan kadar glukosa. Nilai absorbansi sampel dan standar diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 500 nm dan dihitung menggunakan rumus:

$$KG = \frac{i}{i} \cdot 100$$

Keterangan: KG= kadar glukosa (mg dL<sup>-1</sup>)

Pengukuran kadar MDA dilakukan pada awal dan akhir perlakuan dengan metode uji asam tiobarbiturat (TBA) secara spektrofometri (Rio *et al.* 2005). Sebanyak 400 µL sampel direaksikan dengan 200 µ *trichloroacetic acid* (TCA) 20%, kemudian dihomogenkan menggunakan vorteks, campuran kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama lima menit. Supernatan yang terbentuk diambil dan ditambahi 400 µL *tiobarbiturat acid* (TBA) 0,67%. Selanjutnya mikrotube dilapisi dengan *parafilm*, kemudian dipanaskan pada penangas 95-100 °C selama 10 menit, dan setelah itu di-

dinginkan dengan air. Nilai absorbansi sampel dibaca pada panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran absorbansi tersebut kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linier yang didapat dari kurva standar untuk mendapatkan kadar MDA masing-masing sampel.

Keragaan warna diamati secara visual pada awal dan akhir pemeliharaan dengan menggunakan kamera digital *Canon EOS 1100D*. Metode konversi gradasi warna dianalisis menurut skala dan persentase menggunakan aplikasi perangkat lunak *ImageJ* yang berdasarkan modifikasi Kusumah et al. (2015). Pengamatan dilakukan terhadap tiga titik meliputi warna bagian dorsal, kaudal, dan anal ikan. Dari hasil pengamatan keragaan warna secara visual dengan aplikasi perangkat lunak *ImageJ*, maka akan diperoleh persentase nisbah warna merah pada *red, green and blue* (RGB).

Parameter kualitas warna diukur secara visual dengan *toca color finder* (TCF) edisi 1999 (Cemani Toka, Bogor, Indonesia) dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Pengukuran dengan TCF sebagai alat pendekatan untuk mengukur warna visual kualitatif pada bagian dorsal, kaudal, dan anal ikan dilakukan oleh lima orang panelis. Tiga peringkat warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula* dibuat menggunakan kode TCF 0513 hingga 0515, dengan skor berkisar dari 1 sampai 3 untuk warna kuning, jingga kekuningan, dan jingga (Meilisza 2018).

Penghitungan jumlah sel kromatofor dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Metode ini menggunakan teknik histologis yang mengacu pada penelitian Aras et al. (2015). Bagian yang diamati adalah lapisan epidermis tubuh ikan. Preparat histologi diamati menggu-

nakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali dan didokumentasikan. Setelah itu hasil dokumentasi dianalisis dengan bantuan perangkat lunak *ImageJ* untuk menentukan jumlah sel kromatofor.

Sintasan adalah hasil persentase jumlah ikan yang hidup dari total ikan yang dipelihara per perlakuan. Pengukuran sintasan ikan pada penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut (Goddard 1996) :

$$\frac{N}{N_0} \times 100$$

Keterangan: SR= sintasan/ *Survival rate* (%),  $N_t$ = jumlah ikan pada akhir pengamatan,  $N_0$ = jumlah ikan pada awal pengamatan

Laju pertumbuhan spesifik merupakan laju pertambahan bobot ikan dalam persen. Rumus laju pertumbuhan spesifik dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Ricker 1979):

$$LPS = \frac{L_t - L_0}{L_0 \times t} \times 100$$

Keterangan: LPS= laju pertumbuhan spesifik % hari<sup>-1</sup>,  $L_t$ = bobot rata-rata ikan waktu ke t (g),  $L_0$ = bobot rata-rata ikan pada waktu awal (g), t= lama pemeliharaan (hari)

Pertambahan bobot (BM) merupakan selisih bobot rata-rata akhir dengan bobot rata-rata awal pemeliharaan (NRC 1983). Pertambahan bobot dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$BM = \bar{W}_t - \bar{W}_0$$

Keterangan:  $\bar{W}_t$  = bobot rata-rata akhir pemeliharaan (g),  $\bar{W}_0$  = bobot rata-rata awal pemeliharaan (g)

Panjang total tubuh ikan diukur setiap 14 hari dengan menggunakan milimeter blok. Pertambahan panjang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (NRC 1983) :

$$PM = \bar{L}_t - \bar{L}_0$$

Keterangan: PM= pertambahan panjang (cm),  $\bar{L}_t$ = panjang rata-rata akhir pemeliharaan (cm),  $\bar{L}_0$ = panjang rata-rata awal pemeliharaan (cm)

Jumlah konsumsi pakan (JKP) ikan badut *Amphiprion percula* dihitung dengan cara menimbang jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian.

Efisiensi pakan dihitung dengan menggunakan rumus Takeuchi (1988), yaitu:

$$\frac{B_t - B_0}{F} \times 100$$

Keterangan: EP= efisiensi pakan (%),  $B_t$ = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g),  $B_a$ = biomassa ikan yang mati selama masa pemeliharaan (g),  $B_0$ = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g), F= jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

**Pengukuran kualitas air**

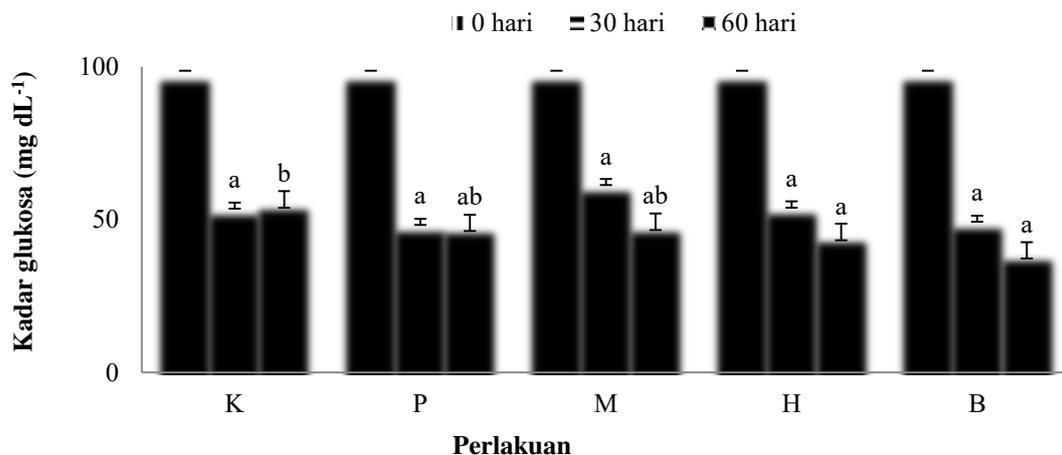
Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, nitrit dan amonia. Pengukuran suhu air dilakukan setiap hari, sedangkan salinitas, pH dan oksigen terlarut diukur setiap 14 hari. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, pH air menggunakan pH meter, salinitas menggunakan refraktometer, dan oksigen terlarut menggunakan DO meter. Pengukuran nitrit dan amonia menggunakan spektrofotometer pada awal dan akhir perlakuan.

**Analisis statistik**

Data berupa parameter nilai kadar glukosa, kadar MDA, laju pertumbuhan spesifik, bobot, panjang, jumlah konsumsi pakan, efisiensi pakan, sintasan, jumlah kromatofor, serta pengukuran nisbah warna merah pada RGB dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dengan bantuan *software* SPSS versi 22. Uji lanjut Duncan dengan selang kepercayaan 95% dilakukan apabila terdapat pengaruh perlakuan. Data pengukuran kualitas warna dengan TCF dilakukan secara deskriptif.

**Hasil**

Kadar glukosa sebelum perlakuan menunjukkan nilai tinggi sebesar  $98,80 \pm 10,92$  mg dL<sup>-1</sup>. Gambar 1 menunjukkan penurunan kadar glukosa pada semua perlakuan pada hari ke 30. Perlakuan B memiliki nilai kadar glukosa terendah pada hari ke 60 sebesar  $40,00 \pm 2,65$  mg dL<sup>-1</sup> yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan K sebesar  $56,67 \pm 4,04$  mg dL<sup>-1</sup>, namun tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan perlakuan H sebesar  $46,00 \pm 4,00$  mg dL<sup>-1</sup>, P sebesar  $49,00 \pm 1,73$  mg dL<sup>-1</sup> dan M sebesar  $49,33 \pm 8,74$  mg dL<sup>-1</sup>.



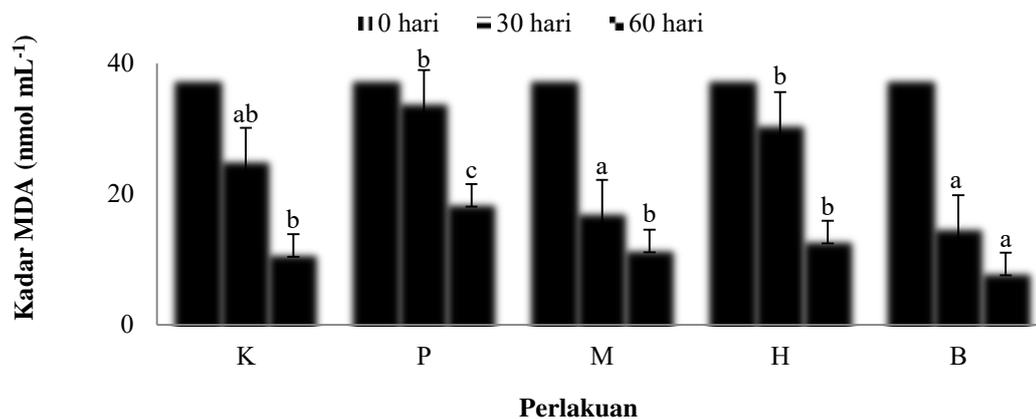
Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan  $P < 0,05$ ).

Gambar 1. Kadar glukosa yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Kadar MDA sebelum perlakuan menunjukkan nilai yang tinggi sebesar  $38,73 \pm 0,84$   $\text{nmol mL}^{-1}$  (Gambar 2). Pada hari ke 30 semua perlakuan kadar MDA cenderung turun dengan nilai terendah pada perlakuan B sebesar  $16,10 \pm 6,35$   $\text{nmol mL}^{-1}$  dan berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan P sebesar  $35,24 \pm 6,65$   $\text{nmol mL}^{-1}$  dan H sebesar  $31,89 \pm 6,00$   $\text{nmol mL}^{-1}$ , namun tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan perlakuan M sebesar  $18,46 \pm 2,70$   $\text{nmol mL}^{-1}$  dan K sebesar  $26,43 \pm 4,96$   $\text{nmol mL}^{-1}$ . Pengamatan pada hari ke 60 menunjukkan nilai kadar MDA cenderung

turun kembali dengan nilai terendah perlakuan B sebesar  $9,30 \pm 0,29$   $\text{nmol mL}^{-1}$  berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan lainnya.

Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap sintasan, jumlah konsumsi pakan dan efisiensi pakan ( $P > 0,05$ ), namun berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan spesifik (LPS), bobot (B) dan panjang (P). Nilai LPS, B dan P perlakuan B berbeda nyata dengan perlakuan lainnya ( $P < 0,05$ ).



Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan  $P < 0,05$ ).

Gambar 2. Kadar malondialdehid (MDA) yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

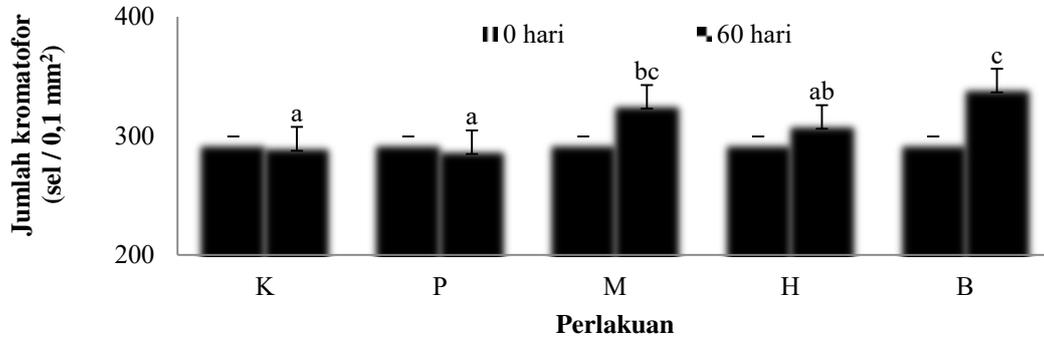
Tabel 2 Pertumbuhan yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Parameter (satuan)	Perlakuan				
	K	P	M	H	B
SR (%)	82,67±8,33a	86,67±6,11a	92,00±4,00a	86,67±8,33a	93,33±6,11a
LPS (% hari <sup>-1</sup> )	1,55±0,03a	1,54±0,05a	1,60±0,07a	1,61±0,02a	1,71±0,05b
B (g)	1,39±0,05a	1,37±0,06a	1,47±0,11a	1,49±0,05a	1,62±0,06b
P (cm)	1,27±0,03a	1,26±0,03a	1,32±0,08a	1,31±0,03a	1,41±0,05b
JKP (g)	44,19±3,00a	43,87±3,79a	47,20±4,58a	47,10±1,16a	51,27±3,41a
EP (%)	73,58±1,26a	74,41±1,23a	74,40±3,77a	74,88±2,55a	78,23±1,97a

Huruf yang berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan  $P < 0,05$ ). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. SR: sintasan, LPS: laju pertumbuhan spesifik, B: bobot, P: panjang, JKP: jumlah konsumsi pakan, EP: efisiensi pakan. K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru).

Jumlah kromatofor perlakuan B, M dan H pada hari ke 60 cenderung naik masing-masing sebesar  $346 \pm 10$  sel/ $0,1 \text{ mm}^2$ ,  $333 \pm 25$  sel/ $0,1 \text{ mm}^2$  dan  $316 \pm 7$  sel/ $0,1 \text{ mm}^2$  terlihat

pada Gambar 3. Perlakuan B memiliki jumlah kromatofor yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan perlakuan M.



Keterangan: K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Huruf yang berbeda pada diagram menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan  $P < 0,05$ ).

Gambar 3. Jumlah kromatofor yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Tabel 3 Pengukuran kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

	Perlakuan				
	K	P	M	H	B
<b>Nisbah warna merah pada RGB (%)</b>					
<b>0 hari (awal)</b>					
Bagian dorsal	63,67±1,34	63,67±1,34	63,67±1,34	63,67±1,34	63,67±1,34
Bagian kaudal	66,62±1,44	66,62±1,44	66,62±1,44	66,62±1,44	66,62±1,44
Bagian anal	69,83±1,25	69,83±1,25	69,83±1,25	69,83±1,25	69,83±1,25
<b>60 hari</b>					
Bagian dorsal	62,43±0,13a	62,61±0,09a	63,73±1,14ab	63,16±0,11a	64,59±1,00b
Bagian kaudal	65,08±1,30a	64,89±0,31a	66,76±1,52ab	66,15±0,47a	68,12±0,74b
Bagian anal	69,38±0,69a	69,65±1,88a	70,95±0,36ab	70,67±0,53a	72,56±0,20b
<b>Skor TCF</b>					
<b>0 hari (awal)</b>					
Bagian dorsal	2	2	2	2	2
Bagian kaudal	2	2	2	2	2
Bagian anal	2	2	2	2	2
<b>60 hari</b>					
Bagian dorsal	2	2	3	3	3
Bagian kaudal	2	2	3	3	3
Bagian anal	2	2	3	2	3

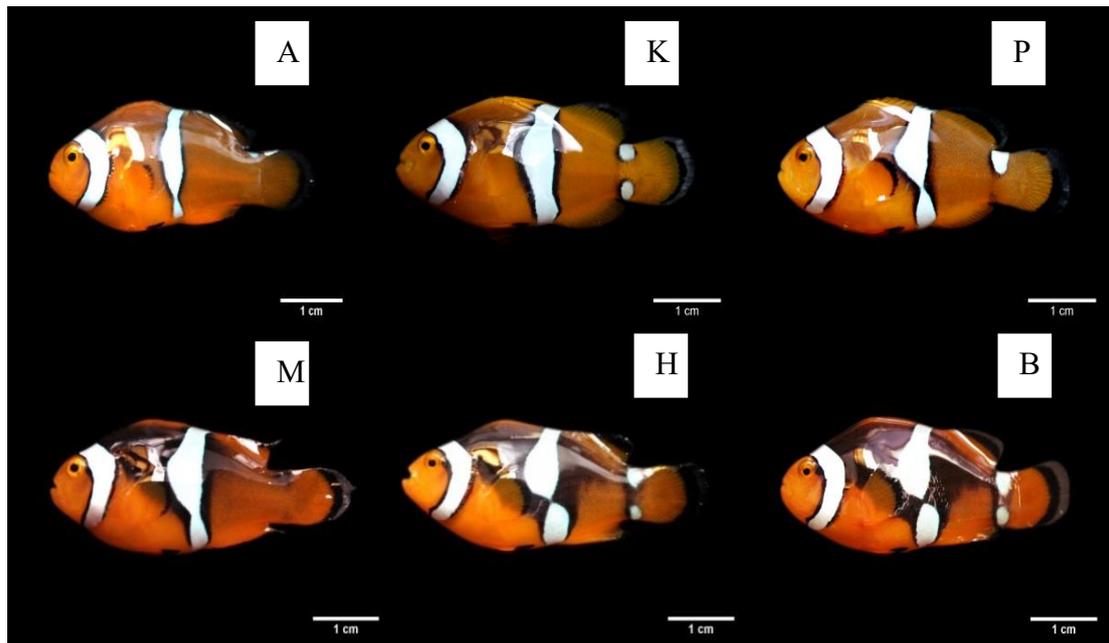
Huruf yang berbeda yang mengikuti angka pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Duncan  $P < 0,05$ ). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. K (kontrol dengan cahaya ruang), P (lampu LED putih), M (lampu LED merah), H (lampu LED hijau) dan B (lampu LED biru). Skor 1= kuning, skor 2= kuning kejinggaan, skor 3= jingga.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada hari ke 60 perlakuan spektrum cahaya LED memberikan nilai nisbah warna merah pada RGB ikan badut *Amphiprion percula* tertinggi pada perlakuan B terlihat pada Tabel 3 dengan persentase bagian dorsal sebesar  $64,59 \pm 1,00$ , kaudal sebesar  $68,12 \pm 0,74$  dan anal sebesar  $72,56 \pm 0,20$ , namun tidak berbeda nyata ( $P > 0,05$ ) dengan perlakuan M bagian dorsal sebesar  $63,73 \pm 1,14$ , kaudal sebesar  $66,76 \pm 1,52$  dan anal sebesar  $70,95 \pm 0,36$ .

Tabel 3 menunjukkan skor dalam TCF pada hari ke 60 perlakuan B dan M memberikan

warna ikan lebih baik pada bagian dorsal, kaudal dan anal dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Warna yang dicapai oleh ikan pada perlakuan B dan M adalah warna jingga (Skor 3). Hasil pengamatan secara visual kualitas warna yuwana ikan badut *Amphiprion percula* terlihat pada Gambar 4.

Parameter fisik kimiawi air yang diukur selama penelitian meliputi: suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas, amonia dan nitrit. Hasil pengukuran beberapa parameter kualitas air tersebut terlihat pada Tabel 4 dari awal hingga akhir penelitian pada perlakuan spektrum cahaya LED.



Keterangan: A= ikan pada awal sebelum perlakuan, K= ikan pada kontrol cahaya ruang, P= ikan pada lampu LED putih, M= ikan pada lampu LED merah, H= ikan pada lampu LED hijau dan B= ikan pada lampu LED biru.

Gambar 4. Hasil pengamatan secara visual kualitas yuwana ikan badut *Amphiprion percula*

Tabel 4. Nilai parameter fisik kimiawi air pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Parameter	Perlakuan				
	K	P	M	B	H
Suhu (°C)	27,2-29,3	28,5-29,8	28,3-29,5	28,4-29,9	28,2-29,4
Oksigen terlarut (mg L <sup>-1</sup> )	4,84-5,90	4,69-6,07	4,49-5,63	4,60-5,76	4,80-5,94
pH	7,18-8,02	7,38-8,01	7,33-8,01	7,34-8,02	7,34-7,99
Salinitas (g L <sup>-1</sup> )	32-33	32-33	32-33	32-33	32-33
Amonia (mg L <sup>-1</sup> )	0,232-0,235	0,221-0,223	0,222-0,223	0,206-0,223	0,222-0,223
Nitrit (mg L <sup>-1</sup> )	0,075-0,078	0,075-0,078	0,075-0,078	0,076-0,078	0,075-0,078

### Pembahasan

Respons stres merupakan respons fisiologis yang terjadi pada saat ikan memperbaiki homeostasis (Bonga 1997). Homeostasis adalah keadaan stabil yang dipertahankan melalui proses aktif melawan perubahan. Stres menyebabkan peningkatan sekresi kortisol (glukokortikoid), sehingga dapat meningkatkan produksi glukosa (Kadarini 2009). Glukosa yang tinggi akan disimpan oleh tubuh dalam bentuk glikogen melalui proses glikogenesis (Hamzah *et al.* 2012). Peningkatan kadar glukosa menyebabkan peningkatan produksi *Reactive Oxygen Species* (ROS) seperti superoksida (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), radikal hidroksil (OH<sup>-</sup>), serta hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (Permatasari *et al.* 2016). Produksi dan akumulasi ROS yang tidak dapat diatasi oleh ikan akan menyebabkan terjadinya stres oksidatif (Puteri 2016). Peningkatan ROS akan mengakibatkan terjadinya peroksidasi lipid, serta hasil peroksidasi lipid dalam bentuk peningkatan MDA (Monaghan *et al.* 2009). Hal yang sama juga diungkapkan oleh Valavanidis *et al.* (2006) bahwa peningkatan kadar glukosa menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel meningkat sehingga akan menghasilkan produk akhir berupa MDA.

Kadar glukosa pada hari ke 60 pemeliharaan yuwana ikan badut *Amphiprion percula* dengan perlakuan lampu LED, nilai terendah

pada perlakuan B. Kondisi yang sama dengan kadar MDA, nilai terendah pada perlakuan B. Kondisi demikian diduga penggunaan lampu LED biru memiliki nilai spektrum panjang gelombang yang relatif pendek dengan puncak panjang gelombang 458 nm. Nilai spektrum tersebut merupakan nilai yang efektif bagi yuwana ikan badut dalam menghambat stres oksidatif. Kondisi tersebut, kadar glukosa tidak mengalami peningkatan sehingga ROS dapat diatasi serta tidak terjadi peroksidasi lipid dalam bentuk peningkatan MDA. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Shin *et al.* (2011) dan Choi *et al.* (2012) bahwa kadar glukosa dan MDA terendah dengan penggunaan spektrum cahaya lampu LED biru.

Setiap spesies ikan memiliki kemampuan respons yang berbeda terhadap rangsangan spektrum cahaya lampu yang diterima. Menurut Oshima (2001) kemampuan respons tersebut terbagi menjadi dua respons yaitu respons primer dan respons sekunder. Respons primer dapat dikatakan sebagai *nonvisual response* yang artinya kromatofor merespons secara langsung, sedangkan respons sekunder yang bertindak adalah penglihatan visual dengan dikontrol oleh sistem saraf (Fingerman 1965). Penglihatan visual merupakan sensorik utama yang digunakan oleh ikan diurnal dalam aktivitas mencari makan. Kemampuan respons ikan terhadap

spektrum cahaya dipengaruhi oleh susunan sel fotoreseptor pada retina mata. Sel fotoreseptor terdiri atas kon dan rod. Kon merupakan sel kerucut yang bertanggung jawab pada penglihatan terang dan pembedaan warna, sedangkan rod merupakan sel batang yang bertanggung jawab pada penglihatan cahaya yang redup. Ikan *Amphiprion percula* memiliki *sensitive cones* pada warna RGB (Cronin *et al.* 2014). Oleh karena itu, ikan badut diduga memiliki sistem visual yang mampu mendapatkan makanan pada cahaya merah, hijau, dan biru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan B memiliki jumlah konsumsi pakan tertinggi. Nilai laju pertumbuhan spesifik, bobot, dan panjang juga tertinggi pada perlakuan B (Tabel 2). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Shin *et al.* (2012) pada masa pemeliharaan ikan *Amphiprion clarkii*, pertumbuhan terbaik juga pada perlakuan lampu LED biru. Hal tersebut diduga perlakuan B memiliki nilai kisaran panjang gelombang yang sama dengan kondisi alam yuwana ikan badut, serta seperti yang telah dikemukakan bahwa dengan perlakuan B terjadi penurunan kadar glukosa dan MDA. Pada kondisi demikian yuwana ikan badut dapat aktif mencari makan, sehingga memiliki pertumbuhan terbaik. Kondisi tersebut juga sejalan dengan hasil penelitian Villamizar *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa perlakuan lampu LED biru dengan panjang gelombang 435-500 nm memiliki pertumbuhan dan perkembangan larva ikan European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) terbaik dengan aktif mencari makan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sintasan antarperlakuan menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terlihat pada Tabel 2. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan lampu LED tidak memengaruhi sintasan yuwana ikan badut. Hal ini sejalan dengan

penelitian Aras *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED tidak berpengaruh nyata terhadap sintasan yuwana ikan botia.

Bagian tubuh ikan badut yang bewarna jingga merupakan hasil dari sel pigmen eritrofor dan xantofor (Hawkes 1974). Menurut Oshima (2001), panjang gelombang cahaya yang efektif bagi ikan yang memiliki sel pigmen eritrofor dan xantofor adalah panjang gelombang cahaya biru, hijau dan merah. Seperti yang telah dikemukakan sebelumnya bahwa respons primer terhadap cahaya yang artinya kromatofor merespons secara langsung. Kromatofor merupakan sel pigmen yang bertanggung jawab dalam perubahan warna pada berbagai spesies. Sel kromatofor yang terdapat pada ikan, antara lain melanofor untuk pigmentasi hitam atau coklat, xantofor untuk pigmentasi kuning, eritrofor untuk pigmentasi merah, leukofor untuk pigmentasi putih, iridofor untuk pigmentasi metalik dan berhubungan dengan perubahan warna, serta cyanofor untuk pigmentasi biru (Fujii 2000). Sel kromatofor terletak di bagian dermis, di lapisan atas, dan di lapisan bawah. Setiap spesies memiliki kapasitas warna yang dapat berubah dengan beberapa kombinasi sel kromatofor serta proporsi yang berbeda bertujuan untuk beradaptasi dengan lingkungan atau disebut dengan proses kamuflase (Tume *et al.* 2009). Cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang dapat memengaruhi migrasi pola pigmen ikan (Kusumawati 2011). Hal serupa juga diutarakan oleh Evans *et al.* (2014), bahwa pergerakan sel pigmen yang disebabkan oleh spektrum cahaya pada media pemeliharaan dapat mengakibatkan perubahan warna. Ho *et al.* (2013) juga menyatakan bahwa perubahan kualitas warna ikan berhubungan dengan adanya sel pigmen atau

kromatofor yang terdapat pada lapisan epidermis. Perlakuan B dan M memberikan hasil kualitas warna serta jumlah kromatofor terbaik dibandingkan dengan perlakuan lainnya terlihat pada Gambar 3. Kondisi demikian diduga berhubungan dengan jumlah pakan yang dimakan oleh ikan pada perlakuan B berbeda dibandingkan perlakuan lainnya, namun sama dengan perlakuan M dan H sehingga karotenoid sebagai pembentuk pigmen warna atau sel kromatofor yang tidak mampu disintesis dari tubuh ikan dan hanya terpenuhi dari pakan menjadi terpenuhi. Hal tersebut juga sejalan dengan Oshima (2001) bahwa pada pemaparan panjang gelombang cahaya biru dan merah terjadi agregasi atau penumpukan sel pigmen, sedangkan pada panjang gelombang hijau cenderung terdispersi.

Ikan badut dengan warna jingga merupakan ikan berpigmen eritrofor dan xantofor. Ikan dengan pigmen tersebut kurang efektif pada panjang gelombang cahaya putih dan cahaya ruang (kontrol) sehingga respons kromatofor dispersi (Oshima 2001). Perlakuan B dan M menghasilkan ikan dengan kualitas warna terbaik terlihat pada Tabel 3. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Kasai & Oshima (2006) bahwa kualitas warna terbaik pada cahaya panjang gelombang rendah biru dan panjang gelombang tinggi merah pada ikan neon tetra (*Paracheirodon innesi*). Hasil yang sama juga diperoleh Aras *et al.* (2015) yang membuktikan perlakuan cahaya LED merah (M) mampu meningkatkan penampilan warna merah pada ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan peningkatan persentase warna merah pada komponen RGB.

Kualitas air selama pemeliharaan masih termasuk kondisi yang layak (Tabel 4). Kondisi demikian dikarenakan dilakukan penyiponan

setiap hari pada pagi dan sore hari. Nilai suhu di media pemeliharaan terukur berkisar antara 27-30°C. Nilai tersebut merupakan kisaran suhu air yang optimal untuk pemeliharaan ikan (Supriyono *et al.* 2010). Nilai oksigen terlarut hasil pengukuran berada di atas nilai yang disarankan yaitu di atas 4 mg L<sup>-1</sup> (Boyd 2003). Nilai pH pada semua perlakuan memiliki nilai pH berkisar antara 7-8,1. Kisaran nilai pH tersebut merupakan kisaran masih dalam batas toleransi untuk pertumbuhan dan sintasan ikan (Madinawati *et al.* 2009). Nilai salinitas yang terukur selama pemeliharaan yaitu sebesar 32-33 g L<sup>-1</sup>. Nilai tersebut merupakan nilai salinitas yang optimal untuk pemeliharaan ikan (Lubis *et al.* 2013). Nilai nitrit yang terukur berkisar antara 0,075-0,078 mg L<sup>-1</sup>. Nilai tersebut tidak membahayakan bagi ikan dikarenakan masih dalam batas toleransi untuk budidaya ikan yaitu kurang dari 0,1 mg L<sup>-1</sup> (Sawyer *et al.* 2003). Nilai amonia tidak membahayakan ikan karena kurang dari 0,3 mg L<sup>-1</sup> (Boyd & Tucker 1998).

## Simpulan

Spektrum cahaya lampu LED biru menghasilkan pertumbuhan dan kualitas warna terbaik pada yuwana ikan badut .

## Daftar pustaka

- Aras AK, Nirmala K, Soelistyowati DT, Sudarto. 2015. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(1): 45-55
- Barrier RA. 2017. Sustainable aquatics Clownfish. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada [http://www.barrierreefaquariums.com/productcart/pc/Sustainable\\_Aquatics\\_Clownfish\\_c459.htm?pageStyle=h&ProdSort=19&page=2&idCategory=459&viewAll=yes](http://www.barrierreefaquariums.com/productcart/pc/Sustainable_Aquatics_Clownfish_c459.htm?pageStyle=h&ProdSort=19&page=2&idCategory=459&viewAll=yes)

- Bonga SEW. 1997. The stress response in fish. *Physiologic Reviews*, 7(3): 591-625
- Boyd CE, Tucker CS. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science+Business Media. New York (US): 700 p
- Boyd CE. 2003. Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level. *Aquaculture*, 226(1-4): 101–112
- Choi CY, Shin HS, Choi YJ, Kim NN, Lee J, Kil GS. 2012. Effect of LED light spectra on starvation-induced oxidative stress in the cinnamon clownfish *Amphiprion melanopus*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, Part A, 163(3-4): 357-363
- Cronin TW, Johnsen S, Marshall J, Warrant EJ. 2014. *Visual Ecology*. Princeton University Press. Oxford(UK): 405 p
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Statistik Produksi Budidaya Ikan Hias Indonesia*. Jakarta
- Evans DH, Claiborne JB, Currie S. 2014. *The Physiology of Fishes 4<sup>ed</sup>*. CRC Press. New York (US). 441 p
- Fautin DG, Allen GR. 1992. Field guide to anemone fishes and their host sea anemones. [Internet]. [diunduh pada 31 Desember 2018]. Tersedia pada [http://www.http://eqzotica.ucoz.ru/\\_ld/0/9\\_ANEMONES.pdf](http://www.http://eqzotica.ucoz.ru/_ld/0/9_ANEMONES.pdf)
- Fingerman M. 1965. Chromatophores. *Physiologic Reviews*, 45(2): 296-339
- Fujii R. 2000. The Regulation of motile activity in fish chromatophores. *Pigment Cell Research*, 13(5): 300-319
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall. New York (US): 194 p
- Gopakumar G. 2005. Marine ornamental fish culture status, constraints and potential. Ramamurthy S, Alagaraja K, Vivekanandan E, Mohanraj G, Sreenivasan PV, Rajagopalan S (Editor). *Proceedings. Ocean Life Food and Medicine Expo 2004*. India 27-29 February 2004. Aquaculture Foundation of India. pp. 347-359
- Gunawan BK. 2017. Manipulasi spektrum cahaya lampu LED terhadap respons fisiologis dan kinerja pertumbuhan ikan gurami strain Padang *Osphronemus gouramy* Lacepede. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 40 hlm
- Hamzah M, Suprayudi MA, Utomo NBP, Manalu W. 2012. Pertumbuhan dan daya tahan tubuh juvenil ikan kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*) yang diberi pakan dengan penambahan selenometionin. *Agriplus*, 22(3): 241-248
- Hawkes JW. 1974. The structure of fish skin II. The chromatophore unit. *Cell and Tissue Research*, 149(2): 159–172
- Ho ALFC, M Nicole, Bertran O, Lin J. 2013. Dietary esterified astaxanthin effects on dermal coloration and chromatophore physiology in Spinecheek Anemonefish, *Premnas biaculeatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 44(1): 76-85
- International Trade Centre. 2017. *Trade Statistics for International Business Development*. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada [http://trademap.org/Country\\_SelProduct\\_TS.aspx?nvpnm=1||||030119||6|1|1|2|2|1|2|1|1](http://trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpnm=1||||030119||6|1|1|2|2|1|2|1|1)
- Johnston G. 2000. Effect of feeding regimen, temperature and stocking density on growth and survival of juvenile clownfish (*Amphiprion percula*). *Thesis*. Master of Science of Rhodes University. 90 p
- Johnston G, Kaiser H, Hecht T, Oellermann L. 2003. Effect of ration size and feeding frequency on growth, size distribution and survival of juvenile clownfish, *Amphiprion percula*. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(1): 40-43
- Kadarini T. 2009. Pengaruh salinitas dan kalsium terhadap sintasan dan pertumbuhan benih ikan Balashark (*Balanthiocheilus melanopterus*) *Tesis*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 83 hlm.
- Kasai A, Oshima N. 2006. Light-sensitive motile iridophores and visual pigments the neon tetra, *Paracheirodon innesi*. *Zoological Science*, 23(9): 815-819
- Kusumah RV, Cindelas S, Prasetyo AB. 2015. Keragaan warna ikan clown Biak (*Amphiprion percula*) populasi alam dan budidaya berdasarkan analisis gambar digital. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(3): 345-355
- Kusumawati D. 2011. Kajian gen pengkode pola pigmen dan profil protein pada ikan badut

- hitam (*Amphiprion percula*). Tesis. Universitas Brawijaya, Malang. 76 hlm
- Lubis MZ, Pujiyati S, Mujahid M. 2013. Pengaruh anemon (*Heteractis magnifica*) terhadap vitalitas ikan badut (*Amphiprion ocellaris*) untuk meminimalisasi penggunaan karang hidup pada akuarium laut buatan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 4(2): 149-154
- Madinawati, Ndobe S, Gamgulu A. 2009. Pertumbuhan ikan kardinal banggai (*Pterapogon kauderni*) yang dipelihara pada salinitas yang berbeda dalam wadah terkontrol. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(2): 193-198
- Meilisza N. 2018. Kualitas warna, pertumbuhan, dan status kesehatan ikan rainbow kurumoi (*Melanotaenia parva*) dengan suplementasi karotenoid dalam pakan. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 133 hlm
- Migaud H, Cowan M, Taylor J, Ferguson HW. 2007. The effect of spectral composition and light intensity on melatonin, stress and retinal damage in postsmolt Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 270(1): 390-404
- Monaghan P, Mercalfe NB, Torres R. 2009. Oxidative stress as a mediator of life history trade-offs: mechanisms, measurements and interpretation (*Review and Synthesis*). *Ecology Letters*, 12(1): 75-92
- [NRC] National Research Council. 1983. Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academy of Science. Washington DC (US): 102 p
- Oshima N, Yokozeki A. 1999. Direct control of pigment aggregation and dispersion in tilapia erythrocytes by light. *Zoological Science*, 16(1): 51-54
- Oshima N. 2001. Direct reception of light by chromatophores of lower vertebrates. *Pigment Cell Research*, 14(5): 312-319
- Permatasari S, Utomo NBP, Nirmala K. 2016. Evaluasi vitamin E pada pakan terhadap penurunan nilai malondialdehid hati dan akumulasi logam timbal pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3): 251-258
- Puteri AT. 2016. Penambahan minyak cengkeh *Syzygium aromaticum* dalam pakan untuk meningkatkan pertumbuhan dan status kesehatan ikan bawal *Colossoma macropomum*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. 35 hlm
- Ricker WE. 1979. Growth rates and models. In: Hoar WS, Randall DJ, Brett JR (Editor). *Fish Physiology*, volume VIII, Bioenergetics and growth, Academic Press. New York (US). pp. 677-743
- Rio DD, Stewart AJ, Pellegrini N. 2005. A review of recent studies on malondialdehyde as toxic molecule and biological marker of oxidative stress. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases*, 15(4): 316-328
- Saltwaterfish. 2017. Clownfish. [Internet]. [diunduh pada 31 Agustus 2017]. Tersedia pada [https://www.saltwaterfish.com/category-saltwater-fish\\_clownfish](https://www.saltwaterfish.com/category-saltwater-fish_clownfish)
- Sawyer CN, McCarty PL, Parkin GF. 2003. *Chemistry for Environmental Engineering and Science 5<sup>th</sup>*. McGraw Hill Book Company. Tokyo. 752 p
- Sembiring SBM, Setiawati KM, Hutapea JH, Subamia W. 2013. Pewarisan pola warna ikan Klon Biak, *Amphiprion percula*. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 343-351
- Shin HS, Lee J, Choi CY. 2011. Effects of LED light spectra on oxidative stress and the protective role of melatonin in relation to the daily rhythm of the yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A*. 160(2): 221-228
- Shin HS, Lee J, Choi CY. 2012. Effect of LED light spectra on the growth of the yellowtail clownfish, *Amphiprion clarkii*. *Fisheries Science*, 78(3): 549-556
- Supriyono E, Budiyantri, Budiardi T. 2010. Respon fisiologi benih ikan kerapu macan *Epinephelus fuscoguttatus* terhadap penggunaan minyak sereh dalam transportasi tertutup dengan kepadatan tinggi. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 15(2): 103-112
- Takeuchi T. 1988. Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients, In: Watanabe T (ed). *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bio-

- science, Tokyo University of Fisheries. pp. 179-225
- Tume RK, Sikes AL, Tabrett S, Smith DM. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black tiger prawn (*Penaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture*, 296(1-2): 129-135
- Valavanidis A, Vlahogianni T, Dassenakis M, Scoullou M. 2006. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 64(2): 178-189
- Villamizar N, Alcazar AG, Vazquez FJS. 2009. Effect of light spectrum and photoperiod on the growth, development and survival of European sea bass *Dicentrarchus labrax* larvae. *Aquaculture*, 292(1-2): 80-86
- Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T. 2003. From Ocean to Aquarium. UNEP World Conservation Monitoring Centre. Cambridge (UK). 64 p
- Yasir I, Qin JG. 2009. Impact of background on color performance of false Clownfish, *Amphiprion ocellaris*, Cuvier. *Journal of the World Aquaculture Society*, 40(6): 724-734