

Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852)

[Spectrum manipulation on growth and color quality of juvenile clown loach *Chromobotia macracanthus* Bleeker]

Annisa Khairani Aras^{1,✉}, Kukuh Nirmala¹, Dinar Tri Soelistyowati¹, Sudarto²

¹Departemen Budi Daya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB, Bogor
Jln. Agatis, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

²Balai Penelitian dan Pengembangan Ikan Hias, Badan LITBANG KP
Jln. Perikanan No. 13 Pancoran Mas, Depok 16436

Diterima: 16 Mei 2015; Disetujui: 15 Desember 2015

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia. Penelitian ini menggunakan RAL (rancangan acak lengkap) yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan yaitu R (kontrol negatif dengan cahaya ruang lampu *tube*), P (kontrol positif dengan LED putih), M (LED merah), H (LED hijau), dan B (LED biru). Yuwana ikan dengan panjang total (PT) $3,88 \pm 0,19$ cm ekor⁻¹, panjang baku $3,38 \pm 0,19$ cm ekor⁻¹, dan bobot $0,61 \pm 0,11$ g ekor⁻¹ dipelihara dengan padat tebar 18 ekor per akuarium serta diberi pakan cacing darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter pertumbuhan yang terbaik diperoleh pada perlakuan LED hijau dengan tingkat kelangsungan hidup sebesar $96,29 \pm 3,21\%$, laju pertumbuhan harian sebesar $2,35 \pm 0,27\%$, pertumbuhan bobot sebesar $0,030 \pm 0,003$ g ekor⁻¹ hari⁻¹, pertumbuhan panjang total (PT) sebesar $1,69 \pm 0,11$ cm, pertumbuhan panjang baku sebesar $1,66 \pm 0,29$ cm, dan efisiensi pakan sebesar $2,90 \pm 0,15\%$. Parameter kualitas warna yang terbaik diperoleh perlakuan LED merah dengan peringkat warna *Toca color finder* (TFC) pada warna perut sebesar 35,90, sirip dada sebesar 42,20 dan sirip ekor sebesar 38,30, keragaman warna visual pada warna perut sebesar $41,61 \pm 0,57\%$, warna sirip dada sebesar $75,22 \pm 2,69\%$, dan sirip ekor sebesar $67,87 \pm 3,89\%$ serta jumlah sel kromatofora sebesar 361 sel.

Kata penting: botia, kualitas warna, pertumbuhan, spektrum cahaya

Abstract

This study aimed to evaluate the performance light spectrum on growth and color quality of juvenile clown loach. The experiment design was a completely randomize design with three replications i.e. R (negative control with room light tube lamp), P (positive control with LED white), M (LED red), H (LED green) and B (LED blue). The juveniles of clown loach with total length (TL) of 3.88 ± 0.19 cm ind⁻¹, standard length (SL) of 3.38 ± 0.19 cm ind⁻¹ and body weight of 0.61 ± 0.11 g ind⁻¹ was rearing with density 18 inds aquarium⁻¹ and fed with blood worm. The best growth performance was found in LED green with survival rate of $96.29 \pm 3.21\%$, specific growth rate of $2.35 \pm 0.27\%$, the weight growth of 0.030 ± 0.003 g ind⁻¹ day⁻¹, the growth of total length (TL) 1.69 ± 0.11 cm, the growth of standard length (SL) 1.66 ± 0.29 cm and efficiency of feed $2.90 \pm 0.15\%$. The best color quality performance of botia juvenile was found in LED red based on *Toca color quality finder* (TFC) for average scoring on body color 35.90, pectoral fin of 42.20 and caudal fin of 38.30, visual color diversity on body color of $41.61 \pm 0.57\%$, pectoral fin color $75.22 \pm 2.69\%$, and caudal fin color $67.87 \pm 3.89\%$ and chromatophores cells of 361 cells.

Key words: clown loach, color quality, growth, light spectrum

Pendahuluan

Ikan botia yang memiliki nama komersial *clown loach* merupakan ikan hias air tawar bernilai ekonomis penting yang berasal dari pulau Sumatera dan Kalimantan. Ikan ini memiliki daya tarik yang luar biasa yakni warna tubuh yang berbelang jingga-hitam, perenang yang gesit dan lincah, hidup bergerombol, serta merupakan ikan

kegemaran kategori pertama untuk jenis ikan hias ekspor dengan jumlah permintaan yang tinggi (Ng & Tan 1997).

Menurut Kottelat & Whitten (1996), Indonesia diperkirakan mampu mengekspor ikan botia sebesar 10.000.000 ekor th⁻¹. Namun Mailinda (2012) melaporkan pada tahun 2010, total jumlah ikan hias botia yang tertangkap sebanyak 740 ribu ekor. Jumlah ikan botia ini mengalami penu-

✉ Penulis korespondensi
Surel: annisakhairani7789@gmail.com

runan dari tahun 2009 sekitar 32,42%. Penurunan kelimpahan populasi ikan hias botia di alam berdampak pada penurunan produksi per tahun.

Pengembangbiakan ikan botia telah dilakukan oleh Balai Penelitian dan Pengembangan Ikan Hias, Depok sejak tahun 2004. Laju pertumbuhan ikan botia tergolong lambat. Pemeliharaan ikan botia dari larva hingga mencapai ukuran yang siap dipasarkan yaitu 2-2,5 inci memerlukan waktu pemeliharaan 6-8 bulan. Hasil penelitian Chumaidi *et al.* (2009) menyatakan bahwa larva ikan botia ukuran awal $5,58 \pm 0,12$ mm dengan padat tebar 20 ekor tiap wadah dan dipelihara selama 28 hari menghasilkan pertumbuhan panjang sebesar $12,80 \pm 1,85$ mm dan tingkat kelangsungan hidup sebesar 80%. Penelitian lainnya menyatakan bahwa pertambahan panjang juwana ikan botia sebesar 1 inci (2,5 cm) memerlukan waktu pemeliharaan 105 hari (Satyani *et al.* 2010).

Kriteria umum pada pemilihan ikan hias yang diminati oleh pasar meliputi ukuran, kualitas warna, dan jenis kelamin (Knop & Moorhead 2012). Kualitas warna menjadi indikator keindahan ikan hias. Dari segi komersial, konsumen menganggap bahwa ikan botia yang berkualitas memiliki warna yang cerah, sebaliknya ikan yang berwarna pucat tidak disukai.

Upaya meningkatkan kecepatan laju pertumbuhan ikan botia dapat dilakukan melalui rekayasa pakan maupun lingkungan. Selain itu perlu dipertimbangkan juga peningkatan kualitas ikan botia sebagai daya tarik keunggulannya yaitu kecerahan warna yang berhubungan dengan pigmentasi kulit (Shahidi *et al.* 1998). Pigmentasi pada kulit ikan berperan dalam kecerahan warna (Ahilan *et al.* 2008). Warna disebabkan oleh adanya sel pigmen atau kromatofora yang terdapat di lapisan dermis pada sisik, di luar maupun di bawah sisik. Faktor yang memengaruhi pigmentasi

karotenoid meliputi kandungan pigmen dalam pakan, status kesehatan, dan stimulasi lingkungan. Pigmen pada ikan mengandung berbagai jenis karotenoid yang berbeda-beda dominasinya pada setiap spesies. Karotenoid yang umum dimiliki ikan yakni beta karoten (warna jingga) dan astaxanthin (warna merah) (Gupta *et al.* 2006).

Salah satu stimulasi lingkungan yang memengaruhi pigmentasi adalah pencahayaan. Penggunaan cahaya buatan dalam sistem budi daya dengan kombinasi spektrum, intensitas, dan fotoperiode yang tepat menghasilkan konsentrasi pigmen pada sel kromatofora lebih banyak sehingga warna lebih cemerlang (Tume *et al.* 2009). Selain itu, pemilihan pencahayaan yang tidak tepat akan menyebabkan sel kromatofora terhidrolisis sehingga sel kromatofora terlihat memudar.

Pencahayaan memiliki karakteristik berupa spektrum, intensitas, dan fotoperiode yang dapat memengaruhi secara langsung maupun tidak langsung berupa respon fisiologis, reproduksi, dan pertumbuhan ikan (Boeuf & Le Bail 1999). Respon ikan secara langsung, seperti pergerakan berkumpulnya ikan di bawah cahaya dan kemudahan dalam mencari makan. Spektrum cahaya memengaruhi kinerja pertumbuhan ikan (Karakatsouli *et al.* 2007), perilaku (Volpato *et al.* 2004), dan fisiologis (Karakatsouli *et al.* 2008).

Menurut Fujaya (2008), pemilihan spektrum cahaya meliputi panjang gelombang cahaya yang tepat menentukan kepekaan ikan dalam menerima cahaya. Ikan nokturnal yang aktif pada malam hari atau ikan yang hidup dalam gua-gua di dalam perairan memiliki kepekaan mata yang sangat rendah, karena itu diperlukan penentuan spektrum cahaya yang tepat agar kepekaan mata menjadi lebih baik.

Dalam kebanyakan studi, pencahayaan dengan lampu flouresen lebih banyak digunakan

pada sistem budi daya. Energi cahaya yang dihasilkan pada lampu fluoresen tidak efisien sehingga biaya operasional menjadi tinggi. *Light emitting diode* (LED) merupakan jenis lampu dengan pencahayaan lebih efisien dibandingkan dengan lampu fluoresen. LED berdaya kecil sehingga biaya listrik murah dan lebih tahan lama dibandingkan lampu fluoresen (UNEP 2006). Karatsouli *et al.* (2010) mengatakan bahwa spektrum biru menghasilkan laju pertumbuhan harian ikan mas terbaik sebesar $0,84 \pm 0,02\%$. Namun, studi tentang efek spektrum cahaya LED pada pertumbuhan ikan botia belum pernah dilakukan. Mani-pulasi pencahayaan menggunakan lampu LED dapat dijadikan terobosan strategi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas warna ikan botia dalam sistem budi daya yang prospektif dan ekonomis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan selama tiga bulan dari Desember 2014 hingga Februari 2015 bertempat di Laboratorium Lingkungan Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan (BDP), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB). Ikan uji yang digunakan merupakan yuwana ikan botia Sumatera dengan rata-rata bobot tubuh (BT) $0,67 \pm 0,13$ g ekor⁻¹, panjang total (PT) $3,64 \pm 0,28$ cm dan panjang baku (PB) $2,80 \pm 0,23$ cm. Ikan dipelihara dalam akuarium berukuran $29 \times 24 \times 24$ cm³ dengan volume air 9 L dengan salinitas 3 ppt.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan spektrum cahaya dan tiga kali ulangan. Perlakuan yang diuji adalah perlakuan R (kontrol negatif dengan

cahaya ruang), perlakuan P (kontrol positif dengan LED putih: spektrum penuh), perlakuan M (LED merah: 625 nm), perlakuan H (LED hijau: 525 nm), dan perlakuan B (LED biru: 470 nm).

Lampu LED dipasang di atas permukaan air yang dilengkapi dengan *automatic timer*. Ikan uji diaklimatisasi dengan media air selama tujuh hari. Sehari sebelum dilakukan penebaran, ikan dipuasakan selama 16 jam dan dilakukan penimbangan bobot tubuh awal. Padat tebar ikan tiap perlakuan dan ulangan adalah 18 ekor per akuarium. Perlakuan spektrum cahaya LED diberikan dengan lama penyinaran 12 jam dan intensitas cahaya 550 lux mengacu kepada penelitian Nurdin (2014). Lampu LED mulai dihidupkan pada pukul 07.00 dan dimatikan pada pukul 19.00 (Shin *et al.* 2013). Pengecekan intensitas cahaya dilakukan dengan lux meter di permukaan air. Perlakuan diberikan selama 56 hari. Selama percobaan ikan uji diberi pakan alami cacing darah atau *blood worm* (*Chironomus* sp.) dengan metode pemberian pakan sekenyang-kenyangnya atau *ad satiation* dan frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari yakni pada pukul 08.00 dan 16.00.

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah pertumbuhan dan kualitas warna. Pengamatan pertumbuhan dilakukan setiap 14 hari sekali meliputi:

- Tingkat kelangsungan hidup merupakan persentase jumlah ikan yang hidup dari total ikan yang dipelihara per perlakuan. Untuk menghitung tingkat kelangsungan hidup ikan pada penelitian ini, digunakan rumus sebagai berikut (Goddard 1996):

$$TKH = \left(\frac{N_t}{N_0} \right) \times 100$$

Keterangan: TKH= tingkat kelangsungan hidup (%), N_t = jumlah ikan pada akhir pengamatan, N_0 = jumlah ikan pada awal pengamatan

- Laju pertumbuhan harian merupakan laju penambahan bobot ikan dalam persen dan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Huisman 1987):

$$\alpha = \left[\sqrt[t]{\frac{wt}{wo}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan: α = laju pertumbuhan harian (%), wt = bobot rata-rata ikan ke- t (g), wo = bobot rata-rata ikan ke-0 (g), t = lama pemeliharaan

- Pertumbuhan bobot dihitung berdasarkan selisih bobot rata-rata akhir dengan bobot rata-rata awal pemeliharaan, kemudian dibandingkan dengan waktu pemeliharaan dan dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie 1979):

$$Pbt = \frac{Wt - Wo}{t}$$

Keterangan: Pbt = pertumbuhan bobot (g ekor⁻¹ hari⁻¹), Wt = bobot rata-rata pada hari ke- t (g), Wo = bobot rata-rata saat tebar (g), t = lama pemeliharaan

- Panjang total dan panjang baku ikan diukur dengan menggunakan milimeter blok. Pertumbuhan panjang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Pm = L_t - L_0$$

Keterangan: Pm = pertumbuhan panjang (cm), L_t = panjang rata-rata akhir pemeliharaan (cm), L_0 = panjang rata-rata awal pemeliharaan (cm)

- Efisiensi pakan menunjukkan seberapa banyak pakan yang dimanfaatkan oleh ikan dari total pakan yang diberikan, dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Takeuchi 1988):

$$EP = \frac{[(W_t + W_d) - W_0]}{F} \times 100$$

Keterangan: EP = efisiensi pakan (%), W_t = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g), W_0 = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g), W_d = biomassa ikan yang mati selama pemeliharaan (g), F = jumlah pakan yang diberikan selama penelitian (g)

Evaluasi parameter kualitas warna dilakukan pada akhir pemeliharaan yang terdiri atas:

- Pengukuran warna dilakukan menggunakan metode penilaian dengan menentukan skala warna ikan uji berdasarkan standar warna TCF dibandingkan warna ikan uji. Metode ini juga diterapkan pada penelitian Prayogo *et al.* (2012) dan Indarti *et al.* (2012). Penetapan standar warna dilakukan oleh 10 orang panelis untuk menghindari terjadinya bias dalam melakukan penilaian. Panelis yang dipilih adalah panelis yang tidak buta warna. Penilaian warna pada ikan uji meliputi warna perut, sirip dada, dan sirip ekor. Setelah panelis memberikan penilaian terhadap warna yuwana ikan botia, data penilaian warna diubah menjadi peringkat. Skala warna yang digunakan pada penelitian ini tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Skala warna TCF yang digunakan

Skala warna	Gambaran warna
1	
2	
3	
4	
5	

- Keragaan warna diamati secara visual menggunakan kamera DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*). Kemudian foto yuwana ikan botia dianalisis dengan metode konversi gradasi warna menurut skala dan persentase menggunakan aplikasi *Adobe Photoshop CS4* yang juga di-gunakan pada penelitian Aslianti & Afifah (2012). Pengamatan dilakukan terhadap tiga titik meliputi warna perut, sirip

dada, dan si-rip ekor dengan tiga kali ulangan per perlakuan.

- Penghitungan jumlah sel kromatofora pada lapisan epidermis tubuh ikan dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Metode ini menggunakan teknik histologis dengan pewarnaan haematoksilin dan eosin dengan tiga kali ulangan per perlakuan. Metode ini telah diterapkan pada penelitian Tume *et al.* (2009) dan Sari *et al.* (2012).

Pengukuran parameter kualitas air, yang meliputi suhu, oksigen terlarut, pH, total amonia nitrogen (TAN) dan nitrit, dilakukan pada awal, tengah dan akhir penelitian. Alat yang digunakan untuk mengukur parameter tersebut tertera pada Tabel 2.

Analisis data dilakukan dengan uji statistik parametrik berupa penggunaan sidik ragam (ANOVA) dengan program SPSS 22.0 dan diuji lanjut dengan uji W-Tuckey dengan selang kepercayaan 95% terhadap data pertumbuhan dan kualitas warna (keragaan warna secara visual dan jumlah sel kromatofora). Uji statistik nonparametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis dengan program SPSS 22.0 dan dilanjutkan uji Mann-Whitney U dengan selang kepercayaan 95% digunakan untuk menganalisis kualitas warna dengan skoring *toca color finder*. Data parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel.

Tabel 2. Alat pengukuran parameter fisik-kimia-wi perairan

Parameter	Satuan	Alat
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	Termometer
Oksigen terlarut	mg L^{-1}	Dissolved oxygen meter
pH	-	pH-meter
Total amoniak nitrogen	mg L^{-1}	Spektrofotometer
Nitrit	mg L^{-1}	Spektrofotometer

Hasil

Pertumbuhan

Data pertumbuhan yuwana ikan botia disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa perlakuan spektrum cahaya tidak berpengaruh nyata terhadap tingkat kelangsungan hidup (TKH) dan laju pertumbuhan harian (LPH) yuwana ikan botia ($p>0,05$). Namun, data pertumbuhan bobot (PBt), pertumbuhan panjang total (PT) dan pertumbuhan panjang baku (PB) serta efisiensi pakan (EP) berbeda nyata ($p<0,05$).

Pertumbuhan panjang total dan panjang baku juga memberikan hasil yang berbeda secara signifikan. Pertumbuhan panjang total pada perlakuan berturut-turut yaitu kontrol negatif dengan cahaya ruang $0,52\pm 0,27$ cm; kontrol positif dengan LED putih $0,96\pm 0,37$ cm; LED merah $1,03\pm 0,20$ cm; LED hijau $1,69\pm 0,11$ cm; dan LED biru $1,03\pm 0,33$ cm. Pertumbuhan panjang baku yang terbaik diperoleh pada perlakuan LED hijau yaitu sebesar $1,66\pm 0,29$ cm; kemudian di-

Tabel 3. Data pertumbuhan yuwana ikan botia

Parameter	Perlakuan Spektrum LED				
	R	P	M	H	B
TKH (%)	$94,44\pm 5,56^a$	$100\pm 0,00^a$	$100\pm 0,00^a$	$96,29\pm 3,21^a$	$98,15\pm 3,21^a$
LPH (%)	$1,77\pm 0,56^a$	$2,08\pm 0,42^a$	$1,80\pm 0,37^a$	$2,35\pm 0,27^a$	$1,62\pm 0,40^a$
PBt ($\text{g ekor}^{-1} \text{ hari}^{-1}$)	$0,015\pm 0,004^b$	$0,022\pm 0,006^{ab}$	$0,022\pm 0,006^{ab}$	$0,030\pm 0,003^a$	$0,019\pm 0,004^{ab}$
PT (cm)	$0,52\pm 0,27^b$	$0,96\pm 0,37^{ab}$	$1,03\pm 0,20^{ab}$	$1,69\pm 0,11^a$	$1,03\pm 0,33^{ab}$
PB (cm)	$0,46\pm 0,18^b$	$0,90\pm 0,28^b$	$0,93\pm 0,18^b$	$1,66\pm 0,29^a$	$0,94\pm 0,32^b$
EP (%)	$1,24\pm 0,06^c$	$1,87\pm 0,68^{bc}$	$2,34\pm 0,25^{ab}$	$2,90\pm 0,15^a$	$1,70\pm 0,08^{bc}$

Keterangan: R: (kontrol negatif) cahaya ruang; P: (kontrol positif) LED putih; M: LED merah; H: LED hijau; B: LED biru. Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut W-Tuckey; $p<0,05$).

ikuti oleh perlakuan LED biru sebesar $0,94 \pm 0,32$ cm, perlakuan LED merah sebesar $0,93 \pm 0,18$ cm; kemudian perlakuan kontrol positif dengan LED putih sebesar $0,90 \pm 0,28$ cm; dan perlakuan kontrol negatif dengan cahaya ruang sebesar $0,46 \pm 0,18$ cm (Tabel 3).

Kualitas warna

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan spektrum cahaya LED memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai warna perut, sirip dada, dan sirip ekor yuwana ikan botia (uji lanjut Mann-Whitney U, $p < 0,05$). Hasil uji lanjut nonparametrik pada peringkat warna perut diperoleh perlakuan LED merah dan perlakuan kontrol positif dengan LED putih terdapat perbedaan yang nyata dengan perlakuan kontrol negatif, LED hijau, dan LED biru. Peringkat warna sirip dada pada perlakuan LED merah memberikan pengaruh yang signifikan di antara perlakuan lainnya. Peringkat warna sirip ekor pada perlakuan LED merah memberikan pengaruh yang nyata terhadap per-

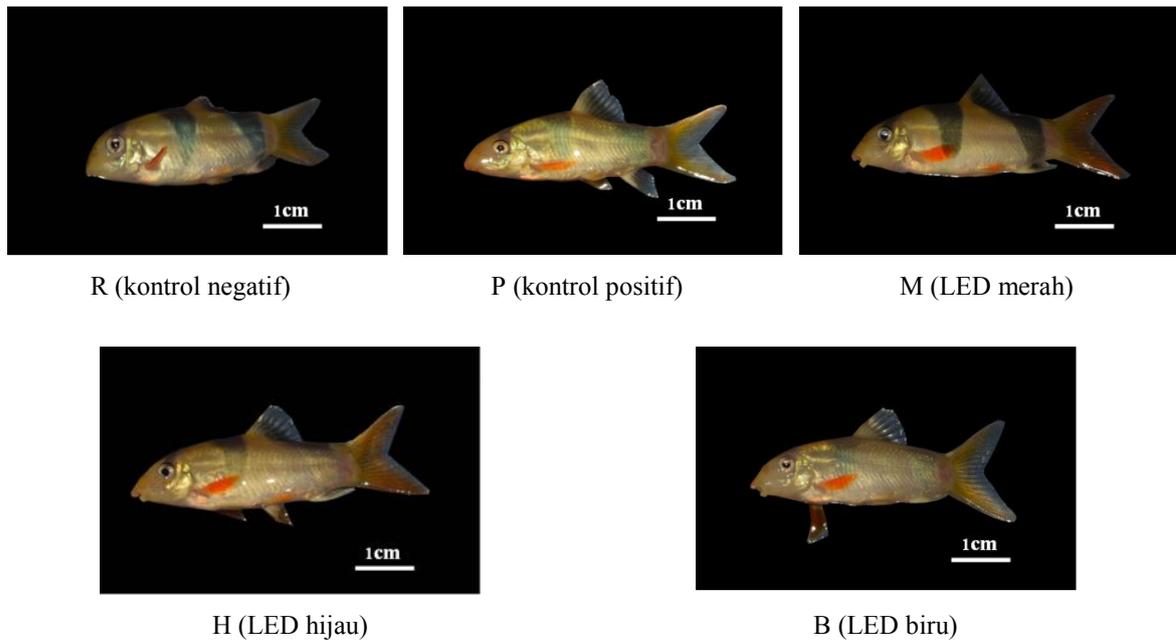
lakuan kontrol negatif, LED hijau dan LED biru. Tetapi perlakuan kontrol positif dengan LED putih, LED merah dan LED hijau tidak saling berpengaruh nyata terhadap peringkat warna sirip ekor yuwana ikan botia. Warna jingga pada perut, sirip dada, dan sirip ekor yuwana ikan botia me-miliki rata-rata peringkat warna yang terbaik di-peroleh perlakuan LED merah sebesar 35,90; 42,20 dan 38,30 dibandingkan perlakuan yang lain.

Keragaan secara visual memiliki nilai persentase sebesar $41,26 \pm 1,55\%$ - $75,22 \pm 2,69\%$ (Tabel 4). Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED berpengaruh nyata terhadap keragaan secara visual. Keragaan secara visual pada sirip dada dan sirip ekor dengan nilai persentase terbesar diperoleh pada perlakuan LED merah sebesar $75,22 \pm 2,69\%$ dan $67,87 \pm 3,89\%$. Perbandingan kualitas warna dari keragaan secara visual dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 4. Kualitas warna dengan skala *toca color finder* (TCF) dan keragaan warna visual pada warna perut, sirip dada, dan sirip ekor

Perlakuan	Kualitas warna yuwana ikan botia		
	Perut	Sirip dada	Sirip ekor
Skala TCF			
R	16,90 ^b	13,80 ^c	15,70 ^d
P	34,60 ^a	31,00 ^b	31,10 ^c
M	35,90 ^a	42,20 ^a	38,30 ^{ac}
H	16,90 ^b	22,40 ^c	28,90 ^{bc}
B	23,20 ^b	18,10 ^c	13,50 ^d
Keragaan warna visual			
R	$41,26 \pm 1,55^a$	$63,54 \pm 0,90^b$	$49,76 \pm 2,17^b$
P	$42,75 \pm 1,18^a$	$66,52 \pm 2,99^{ab}$	$61,58 \pm 6,93^{ab}$
M	$41,61 \pm 0,57^a$	$75,22 \pm 2,69^a$	$67,87 \pm 3,89^a$
H	$42,20 \pm 2,36^a$	$72,65 \pm 5,78^{ab}$	$63,23 \pm 5,64^{ab}$
B	$41,68 \pm 0,33^a$	$70,94 \pm 5,39^{ab}$	$53,39 \pm 6,14^b$

Keterangan: R: (kontrol negatif) cahaya ruang; P: (kontrol positif) LED putih; M: LED merah; H: LED hijau; B: LED biru. Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata di parameter skoring TCF (uji lanjut Mann-Whitney U; $p < 0,05$). Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata di parameter keragaan warna visual (uji lanjut W-Tuckey; $p < 0,05$).



Gambar 1. Hasil pengamatan kualitas warna yuwana ikan botia secara visual dari setiap perlakuan spektrum cahaya LED

Kualitas warna yuwana ikan botia juga dilihat dari jumlah sel kromatofora. Jumlah sel kromatofora pada perlakuan spektrum cahaya LED berkisar 147-361 sel (Gambar 2). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh yang sangat nyata pada jumlah sel kromatofora setiap perlakuan spektrum cahaya LED. Hasil uji lanjut W-Tuckey menunjukkan perlakuan LED merah memberikan respon terbaik pada peningkatan jumlah rerata sel kromatofora sebanyak 361 sel. Perlakuan kontrol positif dengan LED putih, hijau, dan biru memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata satu sama lain ($p < 0,05$) dengan jumlah rerata sel kromatofora berturut-turut sebesar 238 sel, 243 sel, dan 223 sel. Perlakuan kontrol negatif dengan menggunakan cahaya ruang yang berasal dari lampu *tube* memiliki nilai sel rerata kromatofora terendah sebesar 147 sel.

Kualitas Air

Kisaran kualitas air di media pemeliharaan ikan botia meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, nitrit dan *total amonia nitrogen* (TAN) menun-

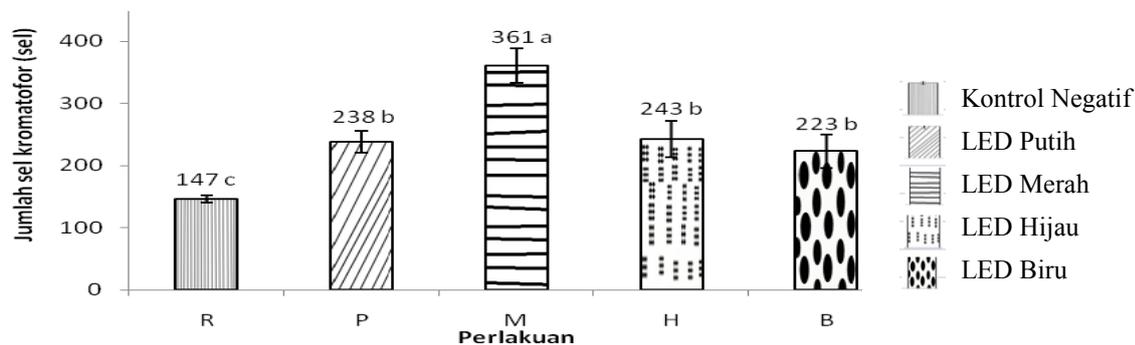
jukan hasil yang tidak terlalu fluktuatif, yaitu suhu berkisar 26,7-27,4°C; pH berkisar 5,36-6,85; oksigen terlarut 5,5-6,8 mg L⁻¹; nitrit 0,03-0,19 mg L⁻¹ dan TAN 0,13-0,20 mg L⁻¹ (Tabel 5).

Pembahasan

Ikan memiliki kemampuan merespon adanya rangsangan cahaya (fototaksis) melalui indra penglihatan atau mata. Lapisan sel pada retina mata ikan yang bertanggung jawab dengan adanya rangsangan cahaya adalah kon dan rod. Kon merupakan sel kerucut yang berkaitan dengan penglihatan terang, sedangkan rod merupakan sel batang yang berkaitan dengan penglihatan cahaya yang redup (Hickman *et al.* 2011).

Berdasarkan data parameter pertumbuhan dapat diketahui bahwa perlakuan spektrum cahaya mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan yuwana ikan botia pada perlakuan LED hijau. Boeuf & Le Bail (1999) mengatakan bahwa rangsangan cahaya pada ikan berumur muda (larva dan yuwana) memiliki respon yang lebih

besar dibandingkan ikan dewasa, dan setiap jenis ikan



Gambar 2. Jumlah sel kromatofora yuwana ikan botia *C. macracanthus*. Huruf berbeda menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut W-Tuckey; $p < 0,05$).

Tabel 5. Nilai parameter fisik-kimiawi air pada setiap perlakuan selama 56 hari pemeliharaan

Parameter	Perlakuan				
	R	P	M	H	B
Suhu (°C)	27,1-27,3	27,3-27,4	26,9-27,1	26,9-27,2	26,7-27,3
pH	5,36-6,15	5,79-6,84	5,71-6,71	5,93-6,85	6,0-6,77
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	5,9-6,1	5,8-6,2	5,5-6,5	5,6-6,8	6,1-6,4
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,03-0,07	0,02-0,13	0,06-0,19	0,03-0,16	0,03-0,17
TAN (mg L ⁻¹)	0,13-0,20	0,14-0,18	0,14-0,17	0,12-0,18	0,17-0,18

Keterangan: R: (kontrol negatif) cahaya ruang; P: (kontrol positif) LED putih; M: LED merah; H: LED hijau; B: LED biru.

mempunyai intensitas cahaya optimum dalam melakukan aktifitasnya.

Penggunaan LED hijau yang memiliki kisaran spektrum panjang gelombang menengah 470-580 nm dengan puncak sebesar 525 nm merupakan spektrum yang terbaik pada yuwana ikan botia. Walaupun hasil analisis sidik ragam menyatakan bahwa hasil data pertumbuhan antara perlakuan kontrol positif atau LED putih, LED merah, hijau, dan biru tidak menunjukkan hasil yang signifikan ($p > 0,05$), tetapi data pertumbuhan pada perlakuan LED hijau memiliki nilai yang tertinggi. Data pertumbuhan pada perlakuan LED hijau dengan nilai yang tertinggi meliputi laju pertumbuhan harian $2,35 \pm 0,27\%$, pertumbuhan bobot $0,030 \pm 0,003$ g ekor⁻¹ hari⁻¹, pertumbuhan panjang total $1,69 \pm 0,11$ cm, pertumbuhan pan-

jang baku $1,66 \pm 0,29$ cm, dan efisiensi pakan $2,90 \pm 0,15\%$.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penggunaan LED hijau yang terbaik pada yuwana ikan botia dikarenakan memiliki panjang gelombang cahaya tidak terlalu besar atau terlalu rendah. Selain itu, ikan botia yang habitat alamnya di sungai lebih menyukai perairan yang redup yakni suka berlindung di bawah akar pohon dan cenderung nokturnal. Menurut Fujaya (2008), ikan nokturnal yang hidup pada kondisi cahaya remang-remang memiliki lebih banyak rod. Ikan botia diduga telah beradaptasi dengan spektrum cahaya LED hijau dan memudahkan melihat ser-ta memakan pakan cacing darah.

Indikator pemanfaatan pakan dalam menghasilkan biomassa ikan selama pemelihara-

an ikan botia dapat dilihat pada persentase efisiensi pakan. Semakin tinggi persentase efisiensi pakan maka pakan yang diberikan dapat dimanfaatkan dengan optimal dan biomassa ikan botia yang dihasilkan akan besar pula. Pada penelitian ini diduga perlakuan LED hijau merupakan spektrum cahaya yang terbaik pada ikan botia dengan nilai efisiensi pakan yang terbesar dan penyerapan nutrisi pakan yang optimal (Tabel 3). Hal ini sejalan dengan Boeuf & Le Bail (1999) yang mengatakan bahwa cahaya memengaruhi pertumbuhan ikan dan juga merangsang laju konsumsi pakan. Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan spektrum merah pada ikan *trout* memiliki konversi pakan yang terbaik sebesar $1,57 \pm 0,02$ (Karakatsouli *et al.* 2008) dan spektrum warna biru pada ikan mas memiliki konversi pakan yang terbaik sebesar $1,94 \pm 0,04$ (Karakatsouli *et al.* 2010).

Pengukuran kualitas warna dengan skala warna TCF lebih bersifat subjektif dan untuk menghindari bias maka disediakan 10 panelis yang tidak buta warna. Selain itu, untuk membandingkan kualitas warna yang dapat terukur maka dilakukan pengukuran kualitas warna dengan keragaan warna visual dibantu dengan aplikasi *adobe photoshop*. Pengukuran kualitas warna dari segi subjektif dan kuantitatif mampu menjelaskan kualitas warna dari perlakuan spektrum cahaya. Berdasarkan data kualitas warna dengan menyesuaikan skala warna TCF dan keragaan warna visual dengan *adobe photoshop* diperoleh perlakuan LED merah yang terbaik (Tabel 4).

Hasil pengamatan kualitas warna yuwana ikan botia secara visual menunjukkan perlakuan spektrum cahaya LED mampu meningkatkan performansi warna pada yuwana ikan botia (Gambar 1). Perlakuan spektrum cahaya yang terbaik untuk kualitas warna adalah perlakuan LED me-

rah yang menyebabkan warna bagian sirip dada, sirip ekor dan badan lebih cerah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Jumlah sel kromatofora yang berbeda di setiap perlakuan diduga karena jumlah pakan yang dimakan ikan berbeda pula. Hal ini dikarenakan komponen utama pembentuk pigmen warna atau sel kromatofora adalah karotenoid yang tidak mampu disintesis dari tubuh ikan dan hanya terpenuhi dari pakan. Pakan yang diberikan berupa cacing darah memiliki kandungan pigmen karoten berupa astaxanthin sebesar 5.11 ng g^{-1} (Chittapun *et al.* 2013). Nilai efisiensi pakan yang terbaik diperoleh pada perlakuan LED merah dan LED hijau (Tabel 3) diduga mencerminkan banyaknya kandungan karoten yang dimakan yuwana ikan botia. Pakan yang dikonsumsi oleh yuwana ikan botia akan terekspresi pada sel kromatofora. Tetapi, perlakuan LED merah memiliki kualitas warna yang lebih cerah dibandingkan perlakuan LED hijau baik dari segi nilai warna *toca color finder* maupun keragaan warna visual dengan *adobe photoshop*.

Perlakuan LED merah diduga merupakan spektrum cahaya terbaik sehingga mempermudah yuwana ikan botia melihat pakan yang diberikan. Selain itu, perlakuan spektrum cahaya LED merah yang memiliki kisaran panjang gelombang 550-700 nm dan puncak gelombang sebesar 625 nm mampu meminimumkan kerusakan potensial pada kandungan astaxanthin di pigmen ikan dari sinar ultraviolet dan tidak terjadi hidrolisis kandungan karotenoid. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tume *et al.* (2009), bahwa kondisi di bawah cahaya yang terang akan menyebabkan sel kromatofora yang dibentuk dari karotenoid berupa astaxanthin terhidrolisis dari *free* astaxanthin menjadi turunan dengan satu asam lemak dan membentuk mono ester, sehingga sel kromatofora terlihat memudar.

Kualitas air media pada perlakuan spektrum cahaya LED secara umum layak untuk pemeliharaan yuwana ikan botia. Suhu air yang terukur selama penelitian berkisar antara 26,7-27,4°C merupakan suhu yang baik bagi ikan botia dapat tumbuh dan berkembang karena berada pada kisaran 25-33 °C (Chumaidi *et al.* 2009). Nilai pH pada media pemeliharaan berkisar antara 5,36-6,85 masih berada pada selang pH normal. Boyd (1982) mengatakan bahwa kisaran nilai pH dibawah 4 dan diatas 11 menyebabkan kematian pada ikan. Oksigen terlarut yang terukur berkisar antara 5,5-6,8 mg L⁻¹. Nilai tersebut merupakan kondisi ideal untuk pemeliharaan botia yaitu lebih dari 4,3 mg L⁻¹ (Chumaidi *et al.* 2009). Konsentrasi nitrit jarang di atas 0,05 mg L pada perairan yang teroksidasi dengan baik. Nitrit kadang-kadang dapat berakumulasi dan menjadi toksik bagi ikan bila mencapai beberapa mg L⁻¹ (Boyd & Tucker 1998). Nitrit yang terukur berkisar antara 0,03-0,19 mg L⁻¹. Konsentrasi ini tidak membahayakan bagi ikan mengingat kandungan oksigen yang tinggi (5,5-6,8 mg L⁻¹) yang dapat mengoksidasi nitrit menjadi nitrat yang tidak toksik. TAN yang terukur selama pemeliharaan, yaitu 0,13-0,20 mg L⁻¹. Kualitas air selama pemeliharaan dilakukan dalam kondisi terkontrol. Kualitas air yang layak ini disebabkan oleh pengelolaan kualitas air yang baik seperti penggunaan *top filter* dan penyiponan yang dilakukan setiap hari.

Simpulan

Spektrum cahaya LED hijau menghasilkan kinerja pertumbuhan panjang baku terbaik, sementara spektrum cahaya LED merah menghasilkan kualitas warna terbaik berdasarkan sel kromatofora, nilai *toca color finder* pada sirip dada serta persentase keragaan warna visual pada sirip dada dan sirip ekor.

Daftar pustaka

- Ahilan B, Jegan K, Felix N, Ravaneswaran K. 2008. Influence of botanical additives on the growth and colouration of adult gold fish *Carrassius auratus* (Linn.). *Tamil Nadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 4(4):129-134.
- Aslianti T, Afifah N. 2012. Peningkatan kualitas warna juvenil ikan kakap merah *Lutjanus sebae* melalui pakan yang diperkaya dengan minyak buah merah *Pandanus conoideus* sebagai sumber beta-karoten. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(2): 171-181.
- Boeuf G & Le Bail PY. 1999. Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, 177(1-4): 129-152.
- Boyd CE. 1982. *Water Quality Mangement for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York. 318 p.
- Boyd CE, Tucker CS. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science & Business Media, New York. 700 p.
- Chittapun S, Darawan R, Mariena K. 2013. Identification and nutritional value of live feeds for ornamental fish from Bangkok metropolitan market in Thailand. *Chiang Mai Journal of Sciences*, 40(3): 364-375.
- Chumaidi, Nurhidayat, Agus P. 2009. Pemeliharaan larva ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) menggunakan pakan alami yang diperkaya nutrisinya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 8(1): 11-18.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Yayasan Dewi Sri, Bogor. 112 hlm.
- Fujaya Y. 2008. *Fisiologi Ikan; Dasar Pengembangan Teknologi Perikanan*. PT Rineka Cipta, Jakarta. 179 hlm.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall, New York. 194 p.
- Gupta SK, Jha AK, Pal AK, Venkateshwarlu G. 2007. Use of natural carotenoid for pigmentation in fishes. *Natural Product Radiance*. 6(1): 46-49.
- Hickman CP, Roberts LS, Keen SL, Eisenhour DJ, Larson A, I'Anson H. 2011. *Integrated Principles of Zoology 15th ed*. McGraw-Hill, New York. 842 p.
- Huisman EA. 1987. *Principles of fish production*. Wageningen Agricultural University Press, Netherland. 170 p.

- Indarti S, Muhaemin M, Hudaidah S. 2012. *Modified toca colour finder* (M-TCF) dan kromatofora sebagai penduga tingkat kecerahan warna ikan komet (*Carasius auratus auratus*) yang diberi pakan dengan proporsi tepung kepala udang (TKU) yang berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1(1): 9-16.
- Karakatsouli N, Papoutsoglou SE, Pizzania G, Tsatsos G, Tsopelakos A, Stella C, Kalogiannis D, Dalla C, Polissidis A, Papadopoulou-Daifoti Z. 2007. Effects of light spectrum on growth and physiological status of gilthead seabream *Sparus aurata* and rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, 36(3): 302-309.
- Karakatsouli N, Papoutsoglou SE, Panopoulos G, Papoutsoglou ES, Chadio S, Kalogiannis. 2008. Effects of light spectrum on growth and stress response of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, 38(1): 36-42.
- Karakatsouli N, Papoutsoglou SE, Sotiropoulos N, Stigen-Martinsen T, Papoutsoglou SE. 2010. Effects of light spectrum, rearing density and light intensity on growth performance of scaled and mirror common carp *Cyprinus carpio* reared under recirculating system conditions. *Aquacultural Engineering*, 42(3): 121-127.
- Knop D, Moorhead J. 2012. Ornamentals. In: Lucas JS, Southgate PC (ed.). *Aquaculture: Farming aquatic animal and plants* 2nd ed. Blackwell Publishing Ltd, Oxford. pp. 583-605.
- Kottelat M, Whitten T. 1996. Freshwater biodiversity in Asia, with special reference to fish. *World Bank Technical Paper*. 343: 59 p.
- Mailinda. 2012. Kelimpahan populasi ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus*) dan persepsi masyarakat terhadap pemanfaatannya di sungai Batanghari kota Jambi. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Universitas Indonesia, Depok. 64 hlm.
- Ng PKL, Tan HH. 1997. Freshwater fishes of Southeast Asia: potential for the aquarium fish trade and conservation issues. *Aquarium Sciences and Conservation*, 1: 79-90.
- Nuridin M. 2014. Perbedaan lama penyinaran dan intensitas cahaya terhadap pertumbuhan serta sintasan juvenil ikan tengadak *Barbonymus schwanenfeldii*. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 20 hlm.
- Prayogo HH, Rostika R, Nurruhwati I. 2012. Pengkayaan pakan yang mengandung maggot dengan tepung kepala udang sebagai sumber karotenoid terhadap penampilan warna dan pertumbuhan benih rainbow kumoi (*Melanotaenia parva*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 201-205.
- Sari NK, Santoso L, Hudaidah S. 2012. Pengaruh penambahan tepung kepala udang dalam pakan terhadap pigmentasi ikan koi (*Cyprinus carpio*) jenis kohaku. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 1(1): 31-38.
- Satyani D, Nina M, Lili S. 2010. Gambaran pertumbuhan panjang juvenil ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) hasil budi daya pada pemeliharaan dalam sistem hapa dengan padat penebaran 5 ekor per liter. In: Sudrajat A (ed.). *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. pp. 395-402.
- Shahidi F, Metusalach A, Brown JA. 1998. Carotenoid pigments in sea foods and aquaculture. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38(1):1-6.
- Shin HS, Kim NN, Choi YJ, Habibi HR, Kim WJ, Choi CY. 2013. Light-emitting diode spectral sensitivity relationship with reproductive parameters and ovarian maturation in yellowtail damselfish, *Chrysiptera parasema*. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 127:108-113.
- Takeuchi T. 1988. Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients. In: Watanabe T (ed.). *Fish Nutrition and Mariculture*. Tokyo University of Fisheries, Tokyo. 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.
- [UNEP] United Nations Environment Programme. 2006. *Pedoman efisiensi energi untuk industri di Asia*. UNEP, Jakarta. 43 hlm.
- Volpato GL, Duarte CRA, Luchiari AC. 2004. Environmental color affects Nile tilapia reproduction. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37(4): 479-483.