

Evaluasi kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* Bleeker 1852 dengan penambahan astaksantin dalam pakan

[Color quality and antioxidant activity evaluation of clown loach juvenile, *Chromobotia macracanthus* Bleeker 1852 by addition of astaxanthin in diet]

Rina Hirnawati^{1,2✉}, Dedi Jusadi³, Julie Ekasari³, Muhammad Agus Suprayudi³

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

²Balai Riset Budidaya Ikan Hias
Jalan Perikanan nomor 13, Pancoran Mas, Depok 16436
Surel: rinabata80@gmail.com

³Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
Surel: siflounder@gmail.com
j_ekas@yahoo.com
agus.suprayudi1965@gmail.com

Diterima : 11 September 2019; Disetujui : 18 Februari 2020

Abstrak

Ikan botia adalah salah satu jenis ikan hias asli Indonesia dan merupakan komoditas perdagangan internasional. Ikan botia hasil tangkapan maupun hasil budidaya memiliki permasalahan saat dipelihara karena mengalami penurunan kualitas warna. Inovasi teknologi diperlukan untuk peningkatan kualitas warna ikan botia melalui ramuan pakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan astaksantin dalam pakan terhadap kualitas warna dan peran astaksantin sebagai antioksidan pada yuwana ikan botia. Penelitian terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan berupa penambahan astaksantin dalam pakan dengan dosis yang berbeda yaitu 0, 50, 100, dan 150 mg kg⁻¹. Pakan dibuat isoprotein dan isoenergi. Yuwana ikan botia yang digunakan berukuran 3,44±0,51 cm dan 0,56±0,02 g dengan padat tebar satu ekor per liter. Masa pemeliharaan selama 60 hari dengan frekuensi pemberian pakan tiga kali sehari secara *at satiation*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan astaksantin tidak berpengaruh nyata terhadap kecerahan dan aktivitas antioksidan baik enzim superoxide dismutase maupun malondialdehyde, namun berpengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap kepekatan warna dan karotenoid total. Penambahan astaksantin dalam pakan efektif untuk meningkatkan kualitas warna ikan botia. Dosis astaksantin 100 mg kg⁻¹ dalam pakan merupakan dosis optimal bagi yuwana ikan botia.

Kata penting: antioksidan, astaksantin, ikan botia, kualitas warna, pakan.

Abstract

Botia or clown loach is the one of fishes was originated from Indonesia and as an ornamental fish commodity in the global market. Clown loach both nature and cultured have some problems when reared in aquaria that is the decrease of color quality. An innovation technology to improve color quality through diet formulates is needed. The aims of this research were to increase the color quality using astaxanthin in diet and to find out the role of astaxanthin as antioxidant in clown loach. The study consists of four treatments of astaxanthin dosages in the diet with isoprotein and isoenergy, namely 0, 50, 100 and 150 mg kg⁻¹ with four replications. The fish juveniles with size of 3.44±0.51 cm and 0.56±0.02 g of weight with density of one fish per litre were used. The test diet was given three times a day during 60 days. The results showed that there were no significant differences antioxidant activity such as superoxide dismutase enzymes and malondialdehyde. However, there was a significant effect ($P<0.05$) to color quality of the chroma and total carotenoid, whereas no significantly different in lightness. The addition of astaxanthin was effective to improve the color quality of clown loach juvenile. Thus, 100 mg kg⁻¹ of astaxanthin in diet is an optimal dose for clown loach juvenile.

Keywords: antioxidant, astaxanthin, clown loach, color quality, diet

Pendahuluan

Ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar asli Indonesia yang berasal dari perairan

Sumatera dan Kalimantan (Sudarto & Pouyau 2006) dan juga merupakan komoditas ikan hias air tawar dalam perdagangan internasional. Umumnya para pengumpul mendapatkan ikan

botia dari hasil tangkapan di alam, kemudian dibesarkan di wadah penampungan hingga mencapai ukuran siap jual. Penangkapan sangat bergantung pada musim dan berfluktuasi setiap tahunnya, sehingga kontinuitasnya dipengaruhi oleh musim dan ketersediaan populasi di alam. Untuk itu kegiatan budidaya diperlukan untuk mendukung keberlangsungan usaha ikan ini dan upaya perlindungan serta pengelolaan plasma nutfah ikan asli Indonesia. Namun masih terdapat permasalahan dalam proses budidaya, salah satunya adalah kualitas warna ikan yang menurun, yaitu ketajaman warnanya berkurang. Penurunan kualitas warna juga terjadi ketika ikan botia hasil tangkapan dari alam dibesarkan dalam wadah penampungan. Penurunan warna ikan disebabkan oleh kurangnya asupan karotenoid dalam pakannya karena ikan sendiri tidak mampu mensintesis karotenoid secara *de novo* (Guillaume *et al.* 2001, Sujatha *et al.* 2011, Jintataporn & Yuangsoi 2012). Pakan ikan botia hasil budidaya maupun ikan tangkapan dari alam yang dipelihara di penampungan adalah cacing sutera atau cacing darah, dan diketahui bahwa keduanya tidak memiliki karotenoid. Secara ekonomi warna dikenal sebagai karakter penting yang dapat memengaruhi tingkat penerimaan konsumen terhadap suatu produk hewani sehingga kemudian turut menentukan nilai jualnya di pasaran (Tume *et al.* 2009, Colihueque 2010). Ikan botia berwarna oranye dengan pita hitam pada bagian tubuhnya. Menurut Shiang (2006) bahwa warna ikan dipengaruhi oleh penyerapan dan akumulasi karotenoid dalam tubuhnya. Karotenoid merupakan pigmen utama pada kulit ikan hias (Sinha & Asimi 2007, Ahilan *et al.* 2008). Karotenoid merupakan kelompok senyawa *fat-soluble* yang menyediakan warna merah dan oranye pada

tanaman, alga, ikan dan *cyanobacteria* (Susanto & Fahmi 2012). García-Chavarría & Lara-Flores (2013) mengemukakan bahwa karotenoid yang secara umum terdapat pada ikan adalah astaksantin (merah), cantaksantin (jingga-merah), doradeksantin (kuning), echinenone (merah), karoten (jingga), lutein (kuning-kehijauan), taraksantin (kuning) dan zeaksantin (kuning-jingga).

Jalur metabolisme karotenoid pada ikan terkait dengan kemampuan dalam mengkonversi astaksantin. Astaksantin merupakan produk akhir dalam jalur metabolisme ikan, sehingga dapat dimanfaatkan secara langsung oleh ikan tanpa melalui proses konversi. Setiap ikan memiliki kemampuan yang berbeda dalam sintesis astaksantin dari sumber karotenoid yang lain. Secara mendasar kemampuan hewan air dalam mengubah karotenoid menjadi astaksantin dibedakan menjadi tiga. Pertama, jenis cyprinids mempunyai kemampuan mengubah lutein dan zeaksantin (tapi tidak β -karoten) menjadi pigmen utama berupa astaksantin. Kedua, hampir semua krustasea mampu mensintesis astaksantin dari β -karoten dan yang ketiga jenis salmonid tidak mempunyai kemampuan untuk mengubah karotenoid menjadi astaksantin (Guillaume *et al.* 2001).

Suplementasi karotenoid dalam pakan diketahui efektif dalam menjaga dan meningkatkan warna ikan akuatik (Niu *et al.* 2011, Sun *et al.* 2012). Pemanfaatan karotenoid berupa astaksantin pada ikan fancy carp *Cyprinus carpio* memberikan hasil bahwa astaksantin yang diserap ke peredaran darah lebih tinggi dibandingkan lutein dan β -karoten (Yuangsoi *et al.* 2010). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan astaksantin efektif dalam memperbaiki warna ikan red devil *Cichlasoma*

citrinellum (Pan & Chien 2009), ikan rosy barb *Pethia conchonius* (Teimouri & Amirkolaie 2013), ikan badut *Amphiprion ocellaris* (Ho *et al.* 2013, Yi *et al.* 2014), ikan blood parrot (Li *et al.* 2016), ikan large yellow croaker *Larimichthys crocea* (Yi *et al.* 2017).

Selain sebagai pigmen, karotenoid juga memiliki fungsi biologis penting lain yaitu antioksidasi (Niu *et al.* 2014, Pham *et al.* 2014). Kadam & Prabhasankar (2010) menyatakan bahwa astaksantin sangat potensial sebagai antioksidan dan *anti-lipid peroxidation* (Leite *et al.* 2010). Antioksidan merupakan zat yang dapat melawan pengaruh bahaya dari radikal bebas yang terbentuk sebagai hasil metabolisme oksidatif, yaitu hasil dari reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi di dalam tubuh (Rohmatussolihat 2009). Astaksantin mampu melindungi sel dari oksidasi dengan mekanisme meredam singlet oksigen kemudian melepaskan energi dalam bentuk panas dan menetralkan radikal bebas yang selanjutnya mencegah dan menghentikan reaksi oksidasi (Lorenz 2000). Astaksantin sebagai antioksidan mampu menghambat peroksidase lipid serta mampu melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif pada organisme akuatik (Higuera-Ciapara *et al.* 2006). Penelitian sebelumnya menunjukkan suplementasi astaksantin dalam pakan mampu meningkatkan kapasitas antioksidan (*superoxide dismutase, glutathione peroxidase, glutathione reductase, malondialdehyde*) pada *Litopenaeus vannamei* (Zhang *et al.* 2013), *Lutjanus erythropterus* (Angeles & Chien 2016), diskus merah *Symphysodon* spp (Song *et al.* 2016), ikan blood parrot (Li *et al.* 2018). Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh suplementasi astaksantin sebagai sumber karotenoid

dalam pakan terhadap kualitas warna dan aktivitas antioksidan yuwana ikan botia.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-Juni 2018 di Laboratorium Basah Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok. Pembuatan pakan uji, pemeliharaan ikan uji, analisis kualitas warna dan aktivitas antioksidan dilaksanakan di laboratorium BRBIH Depok.

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan pada penelitian ini berupa dosis penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 0, 50, 100 dan 150 mg kg⁻¹.

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan pelet tenggelam mengandung kadar protein sebesar 41% dan dibuat dengan isoprotein (kadar protein yang sama) dan isoenergi (nilai kalori atau energi yang sama) pada setiap perlakuannya (Tabel 1). Astaksantin yang digunakan adalah Carophyll@pink yang mengandung 10% astaksantin.

Pembuatan pakan dilakukan dengan mencampurkan bahan baku yang berkuantitas sedikit lalu berkuantitas banyak, kecuali minyak ikan, minyak kelapa dan astaksantin ditambahkan pada tahap akhir, dicampur merata hingga kalis dan dicetak menggunakan mesin pelet dengan diameter lubang 1 mm. Pakan yang telah dicetak kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 60°C dan disimpan pada suhu 4°C.

Tabel 1 Formula pakan uji dan proksimat pakan

Komposisi (g 100g ⁻¹)	Perlakuan kadar astaksantin pakan (mg kg ⁻¹)			
	0	50	100	150
Tepung ikan	38,00	38,00	38,00	38,00
Tepung kedelai	26,00	26,00	26,00	26,00
Tepung terigu	9,00	8,98	8,97	8,95
Tepung tapioka	9,00	8,98	8,96	8,94
Pollard	9,00	8,99	8,97	8,96
Minyak ikan	1,50	1,50	1,50	1,50
Minyak kelapa	1,50	1,50	1,50	1,50
Vitamin mineral mix	6,00	6,00	6,00	6,00
Carophyll pink	0,00	0,05	0,10	0,15
Proksimat pakan				
Protein (%)	41,72	41,48	41,23	41,08
Lemak (%)	5,06	5,02	4,74	4,71
Serat Kasar (%)	2,48	2,26	1,78	2,01
Kadar Abu (%)	14,22	13,92	13,43	14,41
BETN (%)	36,79	37,32	38,82	37,79
GE (kkal/g)	432,04	432,49	434,61	429,26
C/P	10,36	10,43	10,54	10,45

Keterangan: Carophyll pink = astaksantin 10%; BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, GE = *gross energy* 1 g protein = 5,6 kkal GE, 1 g karbohidrat/BETN = 4,1 kkal GE, 1 g lemak = 9,4 kkal GE (Watanabe 1988), C/P: perbandingan rasio energi pakan dengan kadar protein pakan

Pemeliharaan ikan uji

Hewan uji yang digunakan adalah yuwana ikan botia hasil pemijahan induk ikan botia di Balai Riset Budidaya Ikan Hias Depok yang memiliki ukuran panjang rata-rata 3,44±0,51 cm dan bobot rata-rata 0,56±0,02 g. Wadah pemeliharaan berupa akuarium ukuran 40 cm x 30 cm x 30 cm sebanyak 16 unit yang masing-masing diisi air sebanyak 20 L. Sistem pemeliharaan yang digunakan adalah sistem air stagnan dilengkapi instalasi aerasi pada setiap akuarium. Ikan dipelihara dengan kepadatan satu ekor per liter dan diadaptasikan dengan pemberian pakan basal (tanpa astaksantin) selama dua minggu,

untuk selanjutnya diberikan pakan sesuai dengan perlakuan. Pemeliharaan ikan dengan pemberian pakan sesuai dengan perlakuan dilakukan selama 60 hari. Pakan diberikan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari yaitu pukul 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB. Untuk menjaga kualitas air, dilakukan penyiponan dan penggantian air satu kali setiap hari sekitar 30% sebelum pemberian pakan pertama.

Pada akhir masa pemeliharaan, dilakukan pengamatan kualitas warna dengan dua metode yaitu kuantifikasi warna menggunakan alat kolorimeter (Konika Minolta CR400) dan analisis karotenoid total serta analisis anti-

Tabel 2 Parameter warna yuwana ikan botia menggunakan alat kolorimeter yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Parameter	Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg ⁻¹)			
	0	50	100	150
Kecerahan (%)	50,69±1,33 ^a	47,90±1,57 ^a	49,34±1,51 ^a	48,34±1,11 ^a
Kepekatan (%)	8,68±0,58 ^a	12,26±0,47 ^b	15,16±1,17 ^{bc}	16,42±1,30 ^c

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

$$\% \text{ hambatan} = \frac{\Delta\text{abs/mnt tanpa sampel} - \Delta\text{abs/mnt tsampel}}{\Delta\text{abs tanpa sampel}} \times 100\%$$

oksidan. Kuantifikasi warna dilakukan dengan cara meletakkan alat kolorimeter pada kulit ikan bagian kiri yang berwarna oranye, lalu alat ditekankan dan diperoleh hasil berupa nilai kecerahan dan kepekatan warna yuwana ikan botia. Analisis karotenoid total dan aktivitas antioksidan dilakukan di laboratorium nutrisi, di mana 10 ekor ikan dikoleksi dari masing-masing akuarium ulangan kemudian disimpan menggunakan aluminium foil pada suhu -20 °C sebelum analisis dilakukan.

Parameter penelitian

Parameter yang diamati meliputi pengukuran kecerahan dan kepekatan warna, karotenoid total serta aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD) dan *malondialdehyde* (MDA).

Analisis karotenoid total ikan dilakukan pada tiga bagian tubuh yaitu bagian sirip, kulit dan daging menggunakan spektrofotometer UV-Vis mengikuti metode yang dikemukakan oleh Schiedt & Liaaen-Jensen (1995) pada panjang gelombang 470 nm. Pelarut yang digunakan yaitu aseton dan n-heksan teknis.

Aktivitas enzim SOD diukur berdasarkan metoda yang dikembangkan oleh Misra & Fridovich (1972). Pengukuran serapan menggunakan spektrofotometer pada menit ke-1, 2, 3, dan 4 setelah penambahan epinefrin 0,003 M.

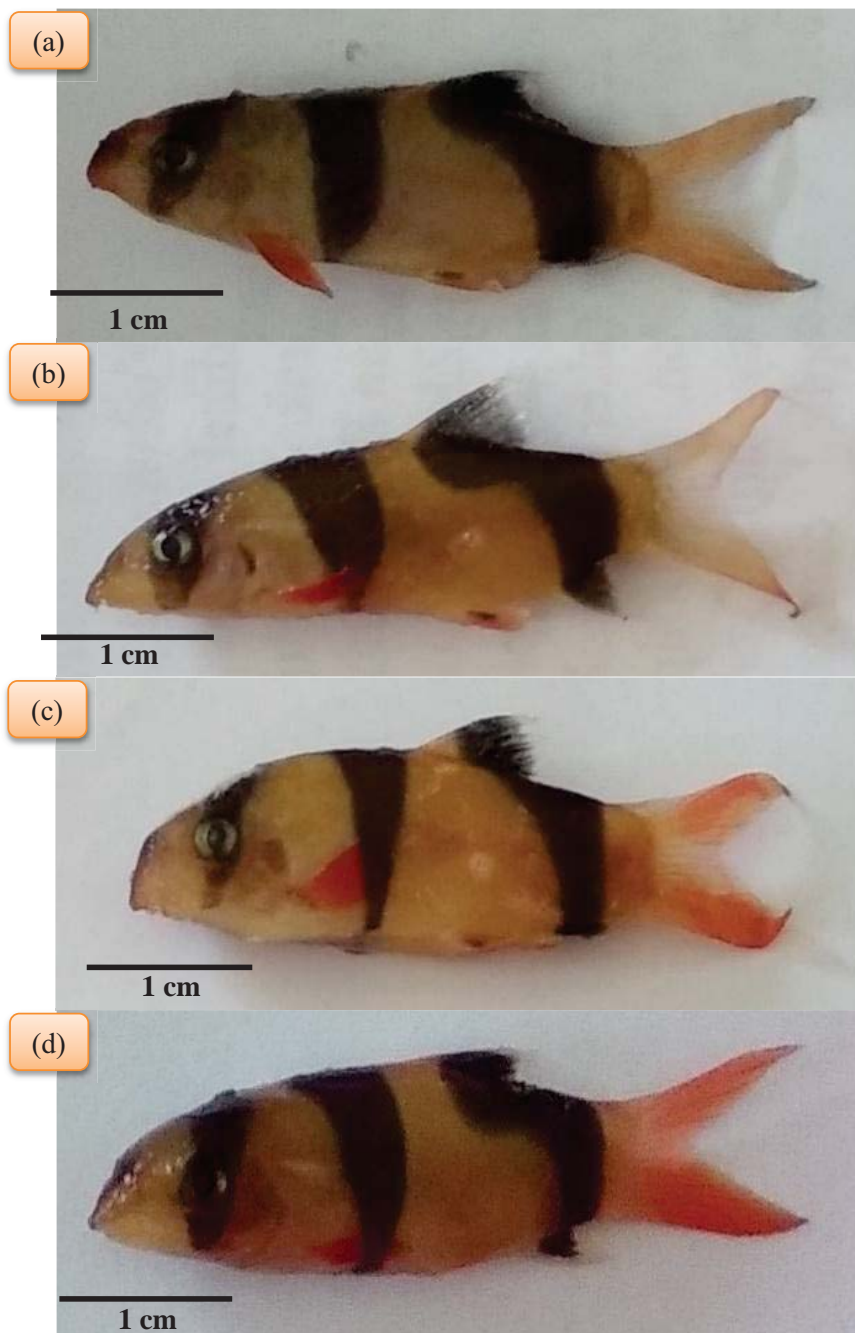
Aktivitas SOD dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Satuan aktivitas SOD selanjutnya dinyatakan dalam unit mg⁻¹ protein dengan pembuatan kurva standar SOD. Kurva standar dibuat dari pengukuran serapan larutan standar yang telah diketahui aktivitasnya. Hasil serapan dikonversi ke dalam bentuk % hambatan (sumbu Y) dan aktivitas SOD dalam unit mg⁻¹ protein (sumbu X).

Kadar MDA diukur mengikuti metode Singh *et al.* (2002). Standar yang digunakan adalah TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropana). Larutan standar dibuat pada berbagai konsentrasi untuk mendapatkan kurva standar. Serapan supernatan sampel dan larutan standar dibaca pada panjang gelombang 480 nm. Kurva standar dibuat dengan memplotkan nilai serapan (sumbu Y) dengan konsentrasi standar (sumbu X). Kadar MDA sampel yang diperoleh dinyatakan dalam satuan nmol mg⁻¹ protein.

Analisis statistik

Seluruh data ditabulasi menggunakan Microsoft excel, selanjutnya dilakukan uji statistik menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) pada data parameter penelitian. Analisis statistik menggunakan program SPSS versi 23 dan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada selang kepercayaan 95%.



Gambar 1 Tampilan secara visual kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda pada akhir masa pemeliharaan. (a) 0 mg kg⁻¹; (b) 50 mg kg⁻¹; (c) 100 mg kg⁻¹; (d) 150 mg kg⁻¹.

Hasil

Hasil dari kuantifikasi warna (Tabel 2) menggunakan alat kolorimeter menunjukkan bahwa nilai kecerahan warna yuwana ikan botia berkisar antara 47,90 hingga 50,69% dan nilai kepekannya antara 8,68 hingga 16,42%. Nilai

kecerahan tidak berbeda antar perlakuan, namun nilai kepekatan warna terlihat memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) dengan adanya suplementasi astaksantin dalam pakan.

Tabel 3 Nilai karotenoid total pada bagian sirip, kulit dan daging ikan botia yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Karotenoid total (mg kg ⁻¹)	Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg ⁻¹)			
	0	50	100	150
Sirip	44,71±2,14 ^a	81,79±8,34 ^{ab}	140,86±24,17 ^{bc}	197,40±30,02 ^c
Kulit	4,15±1,27 ^a	13,04±1,50 ^b	17,14±0,61 ^c	20,67±1,38 ^c
Daging	1,65±0,60 ^a	3,38±0,27 ^b	3,76±0,51 ^b	3,17±0,23 ^b

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$)

Tabel 4 Aktivitas antioksidan yuwana ikan botia yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda

Penambahan astaksantin dalam pakan (mg kg ⁻¹)	Parameter	
	Enzim SOD (unit mg ⁻¹ protein)	MDA (nmol mg ⁻¹ protein)
0	0,49±0,11 ^a	0,19±0,02 ^a
50	0,37±0,08 ^a	0,33±0,04 ^a
100	0,45 ±0,12 ^a	0,23±0,04 ^a
150	0,33±0,05 ^a	0,30±0,08 ^a

Keterangan: SOD= superoxide dismutase; MDA= malondialdehyde. Huruf tika atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($P<0,05$)

Hasil pengamatan terhadap tampilan warna secara visual yuwana ikan botia (Gambar 1) yang diberi pakan dengan penambahan astaksantin yang berbeda menunjukkan adanya perbaikan warna pada bagian sirip ekor, yang terlihat jelas pada penambahan astaksantin sebesar 100 dan 150 mg kg⁻¹.

Nilai karotenoid total pada bagian sirip, kulit dan daging ikan botia (Tabel 3) memberikan nilai yang bervariasi. Dari hasil analisis karotenoid total pada semua perlakuan menunjukkan bahwa nilai karotenoid total tertinggi terdapat pada bagian sirip, berkisar antara 44,71 hingga 197,40 mg kg⁻¹, diikuti bagian kulit sebesar 4,15 hingga 20,67 mg kg⁻¹ kemudian daging sebesar 1,65 hingga 3,76 mg kg⁻¹. Nilai karotenoid tersebut menunjukkan bahwa suplementasi astaksantin dapat meningkatkan kadar karotenoid total pada sirip, kulit dan daging secara signifikan ($P<0,05$).

Nilai enzim SOD berkisar antara 0,33 hingga 0,49 unit mg⁻¹ protein, dan nilai MDA berkisar antara 0,19 hingga 0,33 nmol.mg⁻¹ protein. Nilai aktivitas antioksidan disajikan pada Tabel 4, terlihat bahwa penambahan astaksantin dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas antioksidasi pada yuwana ikan botia.

Pembahasan

Penambahan astaksantin sebagai sumber karotenoid dalam pakan efektif meningkatkan warna pada yuwana ikan botia dibandingkan pakan yang tidak ditambahkan astaksantin baik secara kualitatif (secara visual, Gambar 1) maupun secara kuantitatif, yang meningkatkan nilai kepekatan sebesar 41 hingga 89% (Tabel 2) dan nilai karotenoid total pada bagian sirip 83 hingga 342%, kulit 214 hingga 398%, daging 92 hingga 128% (Tabel 3). Serupa dengan

penelitian Amin *et al.* (2012) bahwa penambahan astaksantin dalam pakan dapat memberikan pengaruh terhadap warna udang *red cherry* jantan *Neocaridina heteropoda* dan ikan badut *Amphiprion ocellaris* (Ho *et al.* 2013). Aslianti *et al.* (2011) melaporkan bahwa bahan sintesis Carophyll pink dengan kandungan astaksantin 8% sebagai sumber karotenoid dalam pakan mampu meningkatkan performansi warna ikan kakap merah *Lutjanus sebae*. Penelitian lain menyebutkan bahwa penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 100-300 mg kg⁻¹ dapat meningkatkan intensitas warna ikan platy pedang *Xiphophorus helleri* (Rachmawati *et al.* 2016) dan meningkatkan pigmentasi tubuh ikan diskus *Symphysodon* spp dengan penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 50-400 mg kg⁻¹ (Song *et al.* 2016).

Kualitas warna berkaitan dengan banyaknya pigmen di dalam kulit (Ahilan *et al.* 2008). Kualitas dan keberadaan warna disebabkan adanya sel warna pada kulit yang disebut kromatofor. Kromatofor adalah sel pigmen yang memiliki bentuk bulat dan terletak menyebar di seluruh lapisan sel epidermis kulit ikan (Indarti *et al.* 2012) dan merupakan *bearing cell* pada ikan sehingga ikan mampu membentuk pola dan warna pada tubuhnya (Sköld *et al.* 2016). Astaksantin merupakan bahan utama karotenoid sebagai pembentuk pigmen merah pada ikan dan udang (Regunathan 2008). Astaksantin (xantofil merah) diaplikasikan dalam akuakultur, farmasi dan industri makanan (Rodriguez *et al.* 2010). EFSA (2014) mengemukakan bahwa astaksantin efektif dalam mewarnai daging ikan salmon dan dalam pewarnaan kulit ikan hias.

Astaksantin seperti karotenoid lainnya bersifat lipofilik, dalam pencernaan akan larut dalam lemak. Di lambung proses pencernaan

lemak tidak begitu efektif. Proses pencernaan lemak secara intensif dimulai pada segmen usus. Menurut Østerlie *et al.* (2000) keberadaan astaksantin dalam plasma dibawa oleh lipoprotein. Guerin *et al.* (2003) menambahkan bahwa di dalam plasma, karotenoid yang bersifat non polar seperti β -karoten, α -karoten dan likopen sebagian besar di bawa oleh lipoprotein densitas sangat rendah (VLDL) dan lipoprotein densitas rendah (LDL), sedangkan karotenoid yang bersifat polar seperti zeasantin, lutein dan astaksantin dibawa oleh LDL dan lipoprotein densitas tinggi (HDL).

Penambahan astaksantin dalam pakan tidak memberikan pengaruh terhadap kecerahan yuwana ikan botia (Tabel 2). Hal ini serupa dengan penelitian Teimouri & Amirkolaie (2013) pada ikan *Pethia conchonius* dengan penambahan astaksantin dalam pakan sebesar 20-80 mg kg⁻¹, 37,5 dan 75 mg kg⁻¹ pada ikan *Larimichthys croceus* (Yi *et al.* 2014), 50 dan 100 mg kg⁻¹ pada ikan rainbow trout (Rahman *et al.* 2016). Selain nutrisi pada pakan, faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kecerahan kulit ikan, termasuk warna latar belakang dan spektrum cahaya (Kalinowski *et al.* 2007). Pada penelitian ini nilai kecerahan berkisar antara 47-51%, kisaran ini termasuk sempit yang mengindikasikan bahwa kondisi lingkungan tidak memberikan pengaruh terhadap kualitas warna yuwana ikan botia.

Nilai karotenoid total tertinggi terdapat pada bagian sirip ikan diikuti bagian kulit kemudian daging. Hal tersebut menunjukkan bahwa karotenoid lebih banyak terdeposisi di bagian sirip ikan botia dibandingkan di bagian kulit dan dagingnya. Kondisi ini serupa dengan penelitian pada ikan *clown*, *Amphiprion perculata* (Sukarman 2017) dan rainbow

kurumoi *Melanotaenia parva* (Meilisza 2018) bahwa sirip merupakan jaringan yang mendeposisikan karotenoid lebih tinggi diikuti bagian kulit kemudian daging atau otot. Menurut Aravindan *et al.* (2001) pada ikan hias, pewarnaan (pigmentasi) tinggi terdapat pada sirip dan kulit, hal ini dimungkinkan karena pakan yang mengandung karotenoid itu diperoleh, dicerna, dimanfaatkan, ditransportasikan dan disimpan secara langsung dalam sirip dan kulit dibandingkan daging atau otot. Karotenoid yang terdapat dalam kulit dan sirip ikan pada dasarnya berasal dari makanannya, karena pigmen tersebut hanya dapat diproduksi oleh tumbuhan, alga dan mikroorganisme yang mempunyai kemampuan melakukan fotosintesis (Dharmaraj & Dhevendaran 2011). Lebih lanjut Yi *et al.* (2017) mengemukakan bahwa kadar karotenoid meningkat dengan meningkatnya astaksantin dalam pakan.

Menurut Fasset & Coomers (2011) pigmen karotenoid dan astaksantin memiliki manfaat dalam meningkatkan aktivitas antioksidan. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau reduktan. Antioksidan dapat bersifat enzimatis atau non-enzimatis. Antioksidan enzimatis seperti *superoxide dismutase* (SOD), katalase, dan glutathion peroksidase yang merupakan sistem pertahanan primer terhadap stress oksidatif dengan cara mencegah terbentuknya senyawa radikal bebas baru (Winarsi 2007). Stress oksidatif merupakan keadaan yang tidak seimbang antara jumlah molekul radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh (Trilaksani 2003).

Enzim SOD adalah salah satu antioksidan yang berfungsi meredam radikal bebas sehingga dapat mencegah kerusakan pada sel (Li *et al.* 2016) dan bekerja dengan cara membersihkan

radikal bebas dengan reaksi enzimatis dan mengubahnya menjadi produk yang lebih stabil, di mana SOD mengkatalisis reaksi dismutase radikal bebas anion superoksida (O_2^-) menjadi hidrogen peroksida dan molekul oksigen sehingga tidak berbahaya bagi sel (Halliwell 2006). Antioksidan non-enzimatis disebut juga antioksidan sekunder karena dapat diperoleh dari asupan makanan seperti vitamin C, β -karoten dan lain-lain, yang berfungsi menangkap senyawa oksidan serta mencegah terjadinya reaksi berantai (Winarsi 2007). Aktivitas SOD di dalam jaringan dan MDA level menggambarkan kemampuan untuk membersihkan radikal bebas dan tingkat keparahan kerusakan sel (Li *et al.* 2018). Semakin tinggi nilai SOD semakin banyak radikal superoksida yang perlu direaksikan (Qingming *et al.* 2010). Selanjutnya menurut Takahashi *et al.* (2004) bahwa radikal bebas menyebabkan terjadinya reaksi peroksidasi lipid dengan membentuk malondialdehida (MDA) dan kadar MDA yang tinggi dapat digunakan sebagai penanda kerusakan oksidatif.

Hasil penelitian Meilisza *et al.* (2019) bahwa penambahan astaksantin mampu menurunkan nilai aktivitas SOD pada ikan rainbow kurumoi *Melanotaenia parva*, rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Zhang *et al.* 2012), large yellow croaker *Pseudosciaena crocea* (Li *et al.* 2014), olive flounder *Paralichthys olivaceus* (Pham *et al.* 2014). Menurut Zhang *et al.* (2013) bahwa pakan yang mengandung astaksantin dapat mengurangi stress oksidatif pada jaringan sel. Astaksantin melindungi sel dari oksidasi dengan mekanisme meredam singlet oksigen kemudian melepaskan energi dalam bentuk panas dan menetralkan radikal bebas, yang selanjutnya mencegah dan menghentikan reaksi oksidasi (Lorenz 2000). Xie *et al.* (2017)

mengemukakan bahwa nilai SOD yang menurun dengan suplementasi astaksantin menunjukkan bahwa astaksantin dapat mengurangi *reactive oxygen species* untuk mencegah sel dan jaringan memproduksi SOD lebih banyak. Lebih lanjut dikatakan bahwa saat terjadi stress oksidatif, sel memproduksi SOD endogen lebih banyak untuk melindungi tubuh atau sel dari kerusakan.

Pada penelitian ini diperoleh hasil bahwa penambahan astaksantin dalam pakan tidak memengaruhi aktivitas antioksidan yuwana ikan botia baik nilai SOD maupun MDA (Tabel 4). Nilai tersebut menunjukkan bahwa tidak ada radikal bebas atau stress yang berlebih dalam tubuh ikan. Serupa dengan penelitian Sofian *et al.* (2016) bahwa penambahan astaksantin sebesar 100 dan 200 mg kg⁻¹ pada pakan ikan gurami *Osphronemus gourami* tidak mempengaruhi status antioksidannya yang meliputi kadar MDA dan enzim SOD. Penelitian Xie *et al.* (2017) menunjukkan bahwa suplementasi carophyll pink (astaksantin 10%) sebesar 0,2% memberikan nilai MDA yang tidak berbeda.

Simpulan

Penambahan astaksantin dalam pakan efektif meningkatkan kualitas warna yuwana ikan botia. Dosis astaksantin sebesar 100 mg kg⁻¹ dalam pakan merupakan dosis yang optimal bagi yuwana ikan botia.

Daftar pustaka

- Ahilan B, K Jegan, N Felix, K Raveneswaran. 2008. Influence of botanical additives on the growth and coloration of adult goldfish. *Tamilnadu Journal of Veterinary and Animal Science*, 4(4): 129-134.
- Amin MI, Rosidah, Lili W. 2012. Peningkatan kecerahan warna udang red cherry *Neocaridina heteropoda* jantan melalui pemberian astaksantin dan cantaksantin dalam pakan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 243-252.
- Angeles IPJr, Chien Y. 2016. Antioxidant capacity and metabolic responses of red striped snapper *Lutjanus erythropterus* fed diets with astaxanthin and/or oxidized oil. *Journal of Marine Science and Technology*, 24(2): 338-346.
- Aravindan CM, Preethi S, Abraham KM. 2001. Effect of increased bio-availability of beta carotene on the pigmentation of gold fish *Carassius auratus*. *Journal of the Inland Fisheries Society of India*, 33(1): 49-53.
- Aslianti T, Afifah, Priyono A. 2011. Ekspresi beberapa jenis bahan karotenoid dalam pakan pada performansi warna yuwana ikan kakap merah *Lutjanus sebae*. *Jurnal Berkala Penelitian Hayati (Edisi Khusus)*, 4B: 51-57.
- Colihueque, N. 2010. Genetic of salmonid skin pigmentation: clues and prospects for improving the external appearance of farmed salmonid. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 20(1): 71-86.
- Dharmaraj S, Dhevendaran K. 2011. Application of microbial carotenoids as a source of colouration and growth of ornamental fish *Xiphophorus helleri*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 3(2): 137-144.
- [EFSA] European Food Safety Authority. 2014. Scientific opinion on the safety and efficacy of astaxanthin (Carophyll® pink 10% CWS) for salmonid and ornamental fish. *European Food Safety Authority Journal*, 12(6): 3725.
- Fasset RG, Coombers JS. 2011. Astaxanthin: a potential therapeutic agent in cardiovascular disease. *Marine Drugs*, 9(1): 447-465.
- García-Chavarría M, Lara-Flores M. 2013. The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 8(2): 38-49.
- Guerin M, Huntley ME, Olaizola M. 2003. *Haematococcus* astaxanthin: applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*, 21(5): 210-216.
- Guillaume J, Kaushik S, Bergot P, Métailleur R. 2001. *Nutrition and feeding of fish and crustaceans*. Praxis Publishing, Ltd. 408 p.

- Halliwell B. 2006. Reactive species and antioxidants: Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology*, 141(2): 312-322.
- Higuera-Ciapara L, Felix-Valenzuela L, Goycoolea FM. 2006. Astaxanthin: A review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46(2): 185-196.
- Ho ALFC, O'Shea SK, Pomeroy HF. 2013. Dietary esterified astaxanthin effects on color, carotenoid concentrations and compositions of clown anemonefish *Amphiprion ocellaris*, skin. *Aquaculture International*, 21(2): 361-374.
- Indarti S, Muhaemin M, Hudaidah S. 2012. Modified toca colour finder M-TCF dan kromatofor sebagai penduga tingkat kecerahan warna ikan komet *Carassius auratus auratus* yang diberi pakan dengan proporsi tepung kepala udang TKU yang berbeda. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1): 9-16.
- Jintasataporn O, Yuangsoi B. 2012. Stability of carotenoid diets during feed processing and under different storage conditions. *Molecules*, 17(5): 5651-5660.
- Kadam SU, Prabhasankar P. 2010. Marine foods as functional ingredients in bakery and pasta products. *Food Research International*, 43(8): 1975-1980.
- Kalinowski CT, Izquierdo MS, Schuchardt D, Robaina LE. 2007. Dietary supplementation time with shrimp shell meal on red porgy *Pagrus pagrus* skin colour and carotenoid concentration. *Aquaculture*, 272(1-4): 451-457.
- Leite M, De Lima A, Massuyama M, Otton R. 2010. In vivo astaxanthin treatment partially prevents antioxidant alterations in dental pulp from alloxan-induced diabetic rats. *International Endodontic Journal*, 43(11): 959-967.
- Li M, Wu W, Zhou P, Xie F, Zhou Q, Mai K. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and *Haematococcus pluvialis* on growth performance, antioxidant status and immune response of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture*, 434: 227-232.
- Li T, He C, Ma Z, Xing W, Jiang N, Li W, Sun X, Luo L. 2016. Effect of different carotenoids on pigmentation of blood parrot *Cichlasoma synspilum* x *Cichlasoma citrinellum*. *Journal of Aquaculture Research and Development*, 7(3): 7 p
- Li F, Huang S, Lu X, Wang J, Lin M, An Y, Wu S, Cai M. 2018. Effects of dietary supplementation with algal astaxanthin on growth, pigmentation and antioxidant capacity on the blood parrot *Cichlasoma citrinellum* x *Cichlasoma synspilum*. *Journal of Oceanology and Limnology*, 36(5): 1851-1859.
- Lorenz RT. 2000. *Astaxanthin, nature's super carotenoid*. BioAstin Technical Bulletin #062. 19 p.
- Meilisza N. 2018. Kualitas warna, pertumbuhan dan status kesehatan ikan rainbow kurumoi *Melanotaenia parva* dengan suplementasi karotenoid dalam pakan. *Disertasi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Meilisza N, Suprayudi MA, Jusadi D, Zairin JrM, Artika IM, Utomo NBP. 2019. Enhancement of colour quality, growth and health status of rainbow kurumoi fish *Melanotaenia parva* through dietary synthetic carotenoids supplementation. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 18(1): 54-69.
- Misra HP, Fridovich I. 1972. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and simple assay for superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 247(10): 3170-3175.
- Niu J, Tian LX, Lin HZ, Liu YZ. 2011. Carotenoids in aquaculture: an overview. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2(1): 44-58.
- Niu J, Wen H, Li CH, Liu YJ, Tian LX, Chen X, Lin HZ. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and β -carotene in the presence and absence of cholesterol supplementation on growth performance, antioxidant capacity and gene expression of *Penaeus monodon* under normoxia and hypoxia condition. *Aquaculture*, 422-423: 8-17.
- Østerlie M, Bjerkgeng B, Liaaen-Jensen S. 2000. Plasma appearance and distribution of astaxanthin E/Z and R/S isomers in plasma lipoproteins of men after single dose administration of astaxanthin. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 11(10): 482-490.
- Pan CH, Chien YH. 2009. Effects of dietary supplementation of alga *Haematococcus*

- pluvialis* (Flotow), synthetic astaxanthin and β -carotene on survival, growth and pigmen distribution of red devil *Cichlasoma citrinellum* (Günther). *Aquaculture Research*, 40(8): 871-879.
- Pham MA, Byun HG, Kim KD, Lee SM. 2014. Effects of dietary carotenoid source and level on growth, skin pigmentation, antioxidant activity and chemical composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 431: 65-72.
- Qingming Y, Xianhui P, Weibao K, Hong Y, Yidan S, Li Z, Yanan Z, Yuling Y, Lan D, Guoan L. 2010. Antioxidant activities of malt extract from barley *Hordeum vulgare* L toward various oxidative stress in vitro and in vivo. *Food Chemistry*, 118(1): 84-89.
- Rachmawati D, Samidjan I, Pinandoyo. 2016. Analisis tingkat kecerahan warna ikan platy pedang *Xiphophorus helleri* melalui penambahan *astaxanthin* dengan dosis berbeda pada pakan komersial. *Pena Akuatika*, 13(1): 58-67.
- Rahman MM, Khosravi S, Chang KH, Lee SM. 2016. Effect of dietary inclusion of astaxanthin on growth, muscle pigmentation and antioxidant capacity of juvenile rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Preventive Nutrition and Food Science*, 21(3): 281-288.
- Regunathan. 2008. Review: Carotenoids in shrimp maturation and larval quality. *AQUA Culture Asia Pasific Magazine*. September/October, 4(5): 12-16.
- Rodriguez SM, de la Fuente JL, Barredo JL. 2010. *Xanthophyllomyces dendrorhous* for the industrial production of astaxanthin. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 88(3): 645-658.
- Rohmatussolihat. 2009. Antioksidan, penye-lamat sel-sel tubuh manusia. *BioTrends*, 4(1): 5-9.
- Schiedt K, Liaaen-Jensen K. 1995. Isolation and analysis, In: Britton G, Liaaen-Jensen S, Pfander H. (ed.). *Carotenoids, Isolation and Analysis 1A*. Birkhäuser, Basel. pp. 81-108.
- Shiang TP. 2006. Skin colour change in ornamental koi *Cyprinus carpio* fed with different dietary carotenoid source. *Thesis*. University of Malaysia. Malaysia.
- Singh RP, Murthy KNC, Jayaprakasha GK. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate *Punica granatum* peel and seed extract using in vitro model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 81-86.
- Sinha A, Asimi OA. 2007. China rose *Hibiscus rosasinensis* petals: a potent natural carotenoid source for goldfish *Carassius auratus* L. *Aquaculture Research*, 38(11): 1123-1128.
- Sköld HN, Aspengren S, Cheney KL, Wallin M. 2016. Fish chromatophores-from molecular motor to animal behavior. *International Review of Cell and Molecular Biology*, 321: 171-199.
- Sofian, Jusadi D, Nuryati S. 2016. Pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami yang diberi level suplementasi astaksantin berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1): 24-31.
- Song X, Lei W, Li X, Chen Z, Liang G, Leng X. 2016. Review article: Dietary astaxanthin improved the body pigmentation and antioxidant function but not the growth of discus fish, *Symphysodon* spp. *Aquaculture Research*, 48(4): 1359-1367.
- Sudarto, Pouyaud L. 2006. Perbedaan morfologis populasi botia *Botia macrachantus* asal Sumatra dan Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2): 121-124.
- Sujatha BJS, JJ Shalin, A Palavesam. 2011. Influence of four ornamental flowers on the growth and colouration of orange swordtail Chicilidae fish *Xiphophorus hellerei* Heckel 1940. *International Journal of Biological and Medical Research*, 2(3): 621-626.
- Sukarman. 2017. Kombinasi astaxantin, cantaxantin dan ekstrak bunga marigold dalam pakan untuk meningkatkan kualitas warna ikan klowm *Amphiprion percula*. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sun X, Chang Y, Ye Y, Ma Z, Liang Y, Li T, Jiang N, Xing W, Luo L. 2012. The effect of dietary pigments on the coloration of Japanese ornamental carp koi *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 342-343: 62-68.
- Susanto E, Fahmi AS. 2012. Review: Senyawa fungsional dari ikan: Aplikasinya dalam pangan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(4): 95-102.

- Takahashi H, Tran PO, LeRoy E, Harmon JS, Tanaka Y, Robertson RP. 2004. d-Glyceraldehyde cause production of intracellular peroxide in pancreatic islets, oxidative stress and defective-cell function via non-mitochondrial pathways. *Journal of Biological Chemistry*, 279(36): 37316-37323.
- Teimouri M, Amirkolaie AK. 2013. The effects of synthetic pigments on pigmentation of *Pethia conchonius* Hamilton 1822. *Aquaculture Research*, 46(5): 1-6.
- Trilaksani W. 2003. *Antioksidan: Jenis, sumber, mekanisme kerja dan peran terhadap kesehatan*. IPB, Bogor.
- Tume RK, Sikers 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.
- Watanabe. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience, Tokyo University of Fisheries, Tokyo. 233 p.
- Winarsi H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas: Potensi dan Aplikasinya dalam Kesehatan*. Kanisius, Yogyakarta. 283 hal.
- Xie J, Chen X, Niu J, Wang J, Wang Y, Liu Q. 2017. Effect of astaxanthin on antioxidant capacity of golden pompano *Trachinotus ovatus* in vivo and in vitro. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 2(6): 1-8.
- Yi X, Xu W, Zhou H, Zhang Y, Luo Y, Zhang W, Mai K. 2014. Effect of dietary astaxanthin and xanthophylls on the growth and skin pigmentation of large yellow croaker *Larimichthys croceus*. *Aquaculture*, 433: 377-383.
- Yi X, Shen H, Li J, Wei Z, Shentu J, Zhang W, Mai K. 2017. Effects of dietary vitamin E and astaxanthin on growth, skin colour and antioxidant capacity of large yellow croaker *Larimichthys crocea*. *Aquaculture Nutrition*, 24(1): 472-480.
- Yuangsoi BO, Jintatapron P, Tabthipwon, Kamel C. 2010. Utilization of carotenoids in fancy carp *Cyprinus carpio*: astaxanthin, lutein and β -carotene. *World Applied Sciences Journal*, 11(5): 590-598.
- Zhang J, Li X, Leng X, Zhang C, Han Z, Zhang F. 2012. Effects of dietary astaxanthin on pigmentation of flesh and tissue antioxidant of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture International*, 21(3): 579-589.
- Zhang J, Liu YJ, Tian LX, Yang HJ, Liang GY, Yue YR, Xu DH. 2013. Effects of dietary astaxanthin on growth, antioxidant capacity and gene expression in pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture Nutrition*, 19(6): 917-927.