

Pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami yang diberi level suplementasi astaxanthin berbeda

Growth performance and antioxidant status of giant gourami given different levels of astaxanthin supplementation

Sofian, Dedi Jusadi*, Sri Nuryati

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga Bogor, Jawa Barat 16680

*Surel: dedidj@ipb.ac.id

ABSTRACT

As stocking density is known as a stress factor in fish. This study aimed to evaluate the effect of dietary astaxanthin supplementation on growth performance and antioxidant status in giant gourami under normal (100 fish/m³) and high (400 fish/m³) stocking density. Addition of astaxanthin in the feed was done by coating method. The experimental fish used were giant gourami with average body weight of 3.0±0.12 g. Fish were reared for 60 days in 100×50×50 cm³-sized-aquariums containing 150 L of water. Feed was given at satiation method twice a day at 09.00 and 17.00 pm. Results showed that fish reared in high stocking density and fed on the diet supplemented with astaxanthin 100 mg/kg diet produced the best growth performance. Addition of astaxanthin did not affect the antioxidant activity of giant gourami.

Keywords: giant gourami, astaxanthin, growth performance, antioxidant status

ABSTRAK

Padat tebar tinggi merupakan salah satu faktor yang dapat menyebabkan stres pada ikan budidaya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh penambahan astaxanthin melalui pakan terhadap kinerja pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami pada pemeliharaan kepadatan normal (100 ekor/m³) dan kepadatan tinggi (400 ekor/m³). Penambahan astaxanthin pada pakan dilakukan dengan metode pelapisan (*coating*). Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan gurami berukuran bobot rata-rata 3,0±0,12 g. Ikan dipelihara selama 60 hari dalam akuarium berukuran 100×50×50 cm³ berisi air 150 L. Pakan diberikan secara *at satiation* dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari pada pukul 09.00 dan 17.00 WIB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang dipelihara pada kepadatan tinggi dan diberi pakan dengan penambahan astaxanthin sebesar 100 mg/kg pakan menghasilkan kinerja pertumbuhan yang optimal. Penambahan astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan tidak mempengaruhi status antioksidan pada ikan gurami.

Kata kunci: ikan gurami, astaxanthin, pertumbuhan, status antioksidan

PENDAHULUAN

Ikan gurami *Osphronemus goramy* Lac. merupakan salah satu ikan air tawar yang dikembangkan budidayanya secara intensif. Salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas budidaya ikan gurami yaitu dengan meningkatkan padat tebar. Peningkatan padat tebar jika tidak diimbangi dengan lingkungan yang optimal, maka akan menyebabkan kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan turun (Endrawati *et al.*, 2008). Melambatnya laju pertumbuhan pada padat tebar tinggi diduga disebabkan oleh stres oksidatif yang ditandai dengan meningkatnya produksi

reactive oxygen spesies (ROS) atau yang lebih dikenal sebagai radikal bebas endogen. Radikal bebas merupakan molekul reaktif yang memiliki potensi untuk berinteraksi dengan molekul biologis dalam tubuh terutama lemak (Halliwell, 2006).

Kerusakan sel akibat reaksi radikal bebas dapat dicegah dengan pemberian suplemen antioksidan (Halliwell, 2006). Antioksidan merupakan suatu senyawa yang berperan dalam menunda, memperlambat dan mencegah terjadinya proses oksidasi lipid oleh reaksi radikal bebas. Sahin *et al.* (2014) menambahkan *lycopene* sebanyak 400 mg per kg pakan sebagai sumber antioksidan

dari golongan karotenoid dalam formulasi pakan ikan *rainbow trout* *Onchorhynchus mykiss* yang dipelihara pada kepadatan tinggi. Hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan dapat meningkat dibandingkan dengan yang dipelihara pada kepadatan rendah tanpa penambahan *lycopene*. Selain itu, penambahan *lycopene* juga meningkatkan aktivitas enzim antioksidan tubuh seperti *superoxide dismutase* (SOD), *catalase* (CAT), dan *glutathione peroxidase* (GSH-Px), serta menurunkan kadar malondialdehid (MDA). Kadar MDA di dalam tubuh telah digunakan sebagai indikator kerusakan oksidatif akibat reaksi radikal bebas (Ardiansyah & Indrayani, 2007).

Selain *lycopene*, golongan karotenoid lainnya yang menunjukkan potensi sebagai antioksidan adalah astaxanthin (Miki, 1991). Astaxanthin merupakan suatu senyawa dari golongan karotenoid yang umumnya digunakan sebagai sumber pigmen warna pada ikan (Buyukcapar *et al.*, 2007) dan udang (Barclay *et al.*, 2006). Astaxanthin menunjukkan potensi sebagai antioksidan sepuluh kali lebih tinggi dibandingkan dengan golongan karotenoid lainnya, seperti lutein, canthaxanthin dan β -karoten, dan 100 kali lebih kuat dari golongan α -tokoferol (Miki, 1991). Astaxanthin sebagai antioksidan mampu menghambat peroksidasi lipid dan melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif pada organisme akuatik (Higuera-Ciapara *et al.*, 2006). Penambahan astaxanthin dalam pakan sebagai sumber antioksidan eksogen pada pemeliharaan ikan dengan kepadatan tinggi diharapkan dapat menghasilkan pertumbuhan yang tetap tinggi, serta rendahnya reaksi radikal bebas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penambahan astaxanthin dalam pakan terhadap pertumbuhan dan status antioksidan ikan gurami.

BAHAN DAN METODE

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersial berdiameter sekitar 1 mm. Perlakuan yang diujikan adalah pakan dengan suplementasi astaxanthin pada dosis yang berbeda yaitu: 0, 100, dan 200 mg/kg pakan. Astaxanthin yang digunakan merupakan produk komersial yaitu Carophyll® Pink (kadar astaxanthin 10%). Penambahan astaxanthin pada pakan uji dilakukan dengan metode pelapisan (*coating*), yaitu dengan melarutkan astaxanthin

sesuai dengan dosis perlakuan dalam 100 mL akuades. Kemudian larutan tersebut disebar secara merata pada pakan uji dengan alat *sprayer*. Setelah itu pakan uji disemprot dengan putih telur sebanyak sekitar 40 mL/kg pakan. Hasil analisis pakan uji selengkapnya pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Rancangan penelitian

Penelitian ini didesain dengan menggunakan rancangan acak lengkap. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Perlakuan yang diujikan yaitu penambahan suplemen astaxanthin dengan kadar yang berbeda (0 mg, 100 mg, dan 200 mg/kg pakan).

Pemeliharaan ikan dan pengumpulan data

Pemeliharaan ikan uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan gurami berukuran bobot rata-rata $3,0 \pm 0,12$ g. Ikan uji diaklimatisasi terlebih dahulu sebelum diberi perlakuan pada bak tandon bervolume 1.000 m³ selama sepuluh hari. Selanjutnya dilakukan pemuasaan selama 24 jam. Ikan diseleksi, ditimbang, dan dimasukkan ke dalam akuarium ukuran 100×50×50 cm³ berisi air 150 L sesuai kelompoknya masing-masing yaitu 100 dan 400 ekor/m³ (15 dan 60 ekor/akuarium). Ikan dipelihara selama 60 hari. Selama masa pemeliharaan, ikan diberi pakan sesuai perlakuannya. Pakan diberikan sampai kenyang (*at satiation*) dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak dua kali sehari pada pukul 09.00 dan 17.00 WIB. Penyifonan dilakukan setiap hari, kemudian dilakukan pergantian air sebanyak 30% setiap dua hari.

Pengumpulan data

Data bobot ikan dan pakan

Pada awal dan akhir pemeliharaan dilakukan penimbangan bobot ikan untuk mengetahui pertumbuhan. Penentuan bobot ikan uji dilakukan dengan menimbang biomassa ikan per akuarium. Jumlah pakan yang dihabiskan dicatat untuk mengetahui tingkat konsumsi pakan. Hal ini berguna untuk mengetahui jumlah protein yang dikonsumsi selama penelitian sehingga diperoleh nilai retensi protein.

Data proksimat pakan dan tubuh ikan

Analisis proksimat pada pakan uji, meliputi kandungan protein, kandungan lemak, bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN), kandungan abu, serat kasar, dan kandungan air. Pada tubuh ikan

dilakukan analisis kandungan protein, lemak dan kadar air pada awal dan akhir pemeliharaan. Ikan diambil secara acak sebanyak lima ekor setiap ulangan, kemudian dicincang hingga halus dan homogen. Analisis proksimat protein kasar dilakukan dengan metode Kjeldhal, lemak dengan metode ekstraksi menggunakan alat Soxhlet; abu dengan menggunakan pemanasan dalam tanur pada suhu 400–600 °C, serat kasar menggunakan metode pelarutan sampel dengan asam dan basa kuat serta pemanasan dan kadar air dengan menggunakan metode pemanasan dalam oven pada suhu 105–110 °C.

Data status antioksidan

Analisis status antioksidan meliputi kadar MDA dan enzim SOD dilakukan di akhir pemeliharaan pada lima ekor ikan setiap ulangan yang kemudian dijadikan satu sampel. Pengukuran kadar MDA hati dan plasma darah dan aktivitas SOD dilakukan 24 jam setelah pemberian pakan terakhir. Kadar MDA dan aktivitas enzim SOD diukur dengan menggunakan spektrofotometer HITACHI U-2001.

Data gambaran darah

Pengamatan status kesehatan ikan diamati melalui analisis gambaran darah meliputi kadar hemoglobin, kadar hematokrit, aktivitas fagositik, penghitungan jumlah sel darah merah dan sel darah putih yang diamati di akhir pemeliharaan. Pengambilan darah dilakukan pada lima ekor ikan setiap ulangan. Darah dari lima ekor ikan dikumpulkan jadi satu kemudian dianalisis sebagai satu ulangan. Sampel darah diambil dari pembuluh darah kaudalis menggunakan *syringe* yang telah diberi antikoagulan. Kemudian sampel darah disimpan dalam tabung eppendorf untuk dilakukan pengamatan di laboratorium.

Analisis data

Data yang diperoleh ditabulasi dengan program *Microsoft Excel* 2007 dan untuk uji ANOVA dianalisis dengan menggunakan program SPSS 18. Perlakuan yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perlakuan terbaik. Parameter yang diuji secara statistik kuantitatif adalah semua parameter pengukuran pertumbuhan dan status antioksidan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data bobot awal dan akhir ikan gurami selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 2. Pada akhir penelitian, ikan yang dipelihara pada padat tebar tinggi memiliki bobot individu yang lebih rendah daripada ikan yang dipelihara pada padat tebar rendah. Rendahnya bobot ikan pada perlakuan kepadatan tinggi ini berkorelasi dengan jumlah konsumsi pakan per individu ikan dan laju pertumbuhan yang juga lebih rendah. Walaupun jumlah konsumsi pakan dan pertumbuhan tertekan dengan tingginya pada tebar, namun efisiensi pakan perlakuan padat tebar tinggi nilainya sama dengan perlakuan padat tebar rendah (Tabel 3). Di dalam penelitian ini, penambahan astaxanthin ke dalam pakan, baik dosis 100 maupun 200 mg/kg pakan, terlihat efektif mempertahankan laju pertumbuhan hanya pada ikan yang dipelihara pada padat tebar tinggi.

Ikan yang dipelihara dengan padat tebar rendah dan diberi astaxanthin dengan kadar 0 mg/kg pakan secara signifikan memiliki nilai retensi protein tertinggi (Tabel 3). Namun, pada padat tebar tinggi, peningkatan kadar astaxanthin yang ditambahkan pada pakan mampu meningkatkan nilai retensi protein ikan yang mengkonsumsi

Tabel 1. Hasil analisis proksimat pakan uji

Parameter	Suplementasi astaxanthin* (mg/kg pakan)		
	0	100	200
Protein (%)	32,1	32,2	31,9
Lemak (%)	4,6	4,5	4,6
Serat kasar (%)	4,0	4,1	3,9
BETN(%)	36,1	35,9	36,2
Total karoten (µg/g)	10,6	20,8	31,6
Energi (kkal GE/kg)	3.714	3.700	3.703
C/P (kkal/g protein)	11,7	11,5	11,6

*Carophyll® Pink (kadar astaxanthin 10%) Roche. BETN: bahan ekstrak tanpa nitrogen. GE: *gross energy* (protein: 5,6 kkal/g; lemak: 9,4 kkal/g; karbohidrat: 4,1 kkal/g).

pakan tersebut. Nilai tingkat kelangsungan hidup ikan gurami yang dipelihara pada kepadatan tinggi tanpa penambahan astaxanthin menghasilkan tingkat kelangsungan hidup terendah. Akan tetapi dengan penambahan astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan mampu meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan menunjukkan respons yang sama bila dibandingkan dengan perlakuan 0 mg astaxanthin/kg pakan pada padat tebar 100 ekor/m³. Penambahan astaxanthin dalam pakan menunjukkan respons yang tidak berbeda antarperlakuan terhadap nilai indeks hepatosomatik.

Hasil pengukuran kadar MDA dan aktivitas enzim SOD pada jaringan hati dan plasma darah ikan gurami dengan penambahan astaxanthin selama pemeliharaan disajikan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa status antioksidan ikan gurami dengan penambahan astaxanthin menunjukkan respons yang sama antarperlakuan. Data tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan dari 100 menjadi 400 ekor/m³ tidak menyebabkan stres oksidatif.

Pada pengamatan gambaran darah pada Tabel 5, tampak bahwa ikan menunjukkan rata-rata kadar eritrosit, leukosit, hemoglobin, hematokrit dan aktivitas fagositik yang sama dengan atau tanpa penambahan astaxanthin pada dua kelompok kepadatan. Secara keseluruhan, nilai gambaran darah ikan uji mengindikasikan bahwa ikan berada dalam kondisi sehat (Minaka *et al.*, 2012).

Kisaran nilai parameter kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 6. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa peningkatan kepadatan ikan menyebabkan penurunan nilai kandungan oksigen yang terlarut dan meningkatkan kadar amonia dan nitrit media pemeliharaan.

Pembahasan

Peningkatan padat tebar dari 100 ekor/m³ menjadi 400 ekor/m³ secara nyata memengaruhi nafsu makan ikan. Ikan yang dipelihara pada kepadatan tinggi menunjukkan penurunan nafsu makan yang ditandai dengan jumlah konsumsi pakan yang lebih rendah bila dibandingkan pada kepadatan rendah. Penurunan nafsu makan ikan juga berdampak terhadap bobot akhir ikan uji. Ikan yang dipelihara pada padat tebar tinggi memiliki bobot akhir lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan yang dipelihara pada kepadatan rendah. Terjadinya penurunan nafsu makan ini berkorelasi dengan nilai amonia (NH₃) dan nitrit, yakni pada perlakuan padat tebar tinggi yang memiliki rentang nilai lebih tinggi. Semakin meningkatnya padat tebar mengakibatkan semakin banyaknya amonia yang diekskresikan. Kandungan amonia yang tinggi akan mempengaruhi permeabilitas ikan terhadap air dan menurunkan konsentrasi ion dalam tubuh, sehingga meningkatkan konsumsi oksigen jaringan dan menyebabkan kerusakan insang serta mengurangi kemampuan darah dalam mengangkut oksigen. Sedangkan kandungan nitrit yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya pengikatan oksigen oleh darah (Joel & Amajuoyi, 2010).

Penurunan kualitas air tersebut pada pemeliharaan kepadatan tinggi juga berpengaruh terhadap kelangsungan hidup ikan. Tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan yang diberikan stres lingkungan berupa padat tebar tinggi menghasilkan nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan ikan yang dipelihara pada kepadatan rendah. Akan tetapi, penambahan astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan mampu meningkatkan kelangsungan hidup. Kim *et al.* (2012) menjelaskan bahwa penambahan

Tabel 2. Rataan bobot individu awal (Bo), bobot individu akhir (Bt), jumlah konsumsi pakan (JKP) individu, dan laju pertumbuhan harian (LPH) ikan gurami selama pemeliharaan

Kepadatan (ekor/m ³)	Dosis Ax (mg/kg pakan)	Parameter			
		Bo (g)	Bt (g)	JKP (g/ikan)	LPH (%)
100	0	3,1±0,06	40,0±1,47b	42,0±3,24ab	4,3±0,11b
	100	2,9±0,09	42,8±2,43b	44,9±3,38b	4,6±0,16b
	200	3,0±0,11	44,9±5,19b	46,5±2,37b	4,6±0,19b
400	0	3,1±0,15	36,7±0,41a	38,3±0,74a	4,0±0,03a
	100	3,0±0,13	36,8±0,76a	38,5±0,59a	4,2±0,07ab
	200	3,1±0,12	37,2±0,69a	38,4±0,59a	4,2±0,07ab

Ax: astaxanthin. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (P<0,05).

astaxanthin dalam pakan mampu meningkatkan respons imun nonspesifik pada ikan *flounder*. Hasil tersebut diperoleh melalui pengamatan terhadap tingkat kematian ikan flounder empat hari setelah uji tantang dengan *Edwardsiella tarda*. Diduga astaxanthin berperan dalam melindungi sel (termasuk di dalamnya sel imun nonspesifik dan sel darah merah) dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh stres lingkungan. Oleh karena itu, ikan yang dipelihara pada kepadatan tinggi dengan penambahan astaxanthin menghasilkan respons imun dan kemampuan darah dalam mendistribusikan nutrisi lebih baik.

Peningkatan padat tebar juga berpengaruh terhadap laju pertumbuhan harian (LPH). Ikan yang dipelihara pada padat tebar tinggi memiliki nilai LPH yang lebih rendah. Akan tetapi, penambahan suplemen astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan mampu meningkatkan laju pertumbuhan harian pada pemeliharaan kepadatan tinggi dan menunjukkan respons yang sama pada ikan kontrol yang dipelihara pada kepadatan rendah. Hasil yang sama didapatkan oleh Jagruthi *et al.* (2014) bahwa ikan mas *Cyprinus carpio* yang diberi astaxanthin 50 mg/kg pakan menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan astaxanthin).

Nilai retensi menunjukkan tingkat pemanfaatan nutrisi pakan selama pemeliharaan dan nutrisi pakan yang disimpan dalam tubuh untuk pertumbuhan. Pada percobaan ini, diketahui bahwa nilai retensi protein tertinggi diperoleh pada perlakuan tanpa penambahan astaxanthin pada ikan yang dipelihara dalam kepadatan rendah. Penambahan astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan pada pemeliharaan kepadatan rendah tidak mempengaruhi pemanfaatan protein lebih baik yang ditandai dengan rendahnya nilai retensi protein. Akan tetapi jika padat tebar ditingkatkan, penambahan astaxanthin dalam pakan menunjukkan peningkatan retensi protein seiring dengan meningkatnya dosis astaxanthin yang diberikan. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa penambahan astaxanthin pada kondisi stres lingkungan mampu menstimulasi ikan gurami untuk memanfaatkan protein pakan lebih baik, sehingga diperoleh pertumbuhan yang tetap tinggi.

Status antioksidan tubuh diamati melalui peningkatan peroksidasi lipid yang ditandai dengan diproduksinya MDA dan aktivitas enzim SOD. Tingginya kadar MDA dalam tubuh menunjukkan jumlah radikal bebas

yang tinggi juga. Kondisi radikal bebas yang berlebih di dalam tubuh menyebabkan terjadinya ketidakseimbangan antara kapasitas antioksidan endogen dalam menangkal radikal bebas sehingga menyebabkan kerusakan sel (Halliwell, 2006). SOD merupakan salah satu enzim antioksidan terbanyak yang dihasilkan oleh tubuh, enzim ini sebagian besar terletak di organ hati. Satu unit SOD didefinisikan sebagai jumlah enzim yang dibutuhkan untuk menghambat 50% dismutasi dari radikal superoksida (Sun *et al.* 1988). Semakin tinggi aktivitas enzim SOD, menunjukkan semakin rendah produk oksidasi lipid yang terjadi. Enzim SOD berperan sangat penting dalam pertahanan sel melawan efek toksik radikal oksigen (Nurhayati *et al.*, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa penambahan suplemen antioksidan eksogen yaitu astaxanthin melalui pakan, menunjukkan respons yang sama antarperlakuan terhadap status antioksidan tubuh. Kondisi tersebut berbeda dengan hasil penelitian Sahin *et al.* (2014) di mana terjadi peningkatan aktivitas enzim antioksidan tubuh (*superoxide dismutase*, *catalase*, dan *glutathione peroxidase*) dan penurunan kadar MDA dengan penambahan suplemen *lycopene* sebagai sumber antioksidan eksogen pada ikan *rainbow trout Oncorhynchus mykiss*. Hasil penelitian Can *et al.* (2012) juga menjelaskan bahwa penambahan kefir sebagai antioksidan eksogen dalam pakan juga menunjukkan penurunan kadar MDA dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan tubuh pada ikan *coruh trout Salmo coruhensis*.

Pengukuran kadar MDA bertujuan untuk mengetahui tingkat stres oksidatif pada ikan gurami yang diberi stres lingkungan berupa padat tebar tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap nilai MDA diketahui bahwa peningkatan kepadatan dari 100 menjadi 400 ekor/m³ tidak menyebabkan stres oksidatif pada ikan gurami. Penambahan astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan memberikan respons yang sama antarperlakuan dalam menurunkan kadar MDA. Kondisi di atas berbeda dengan hasil penelitian Miki (1991) bahwa astaxanthin secara *in vitro* menunjukkan kemampuan sebagai antioksidan kuat dalam menangkal radikal bebas. Hal tersebut diduga karena sifat ikan gurami yang relatif lebih tenang dan kemampuannya dalam perbaikan status oksidatif. Lewis *et al.* (2010) menjelaskan bahwa tubuh mempunyai kemampuan untuk mempertahankan sel dari kerusakan (*cell survival*) akibat stres lingkungan yang salah

satunya ditentukan oleh aktivitas faktor transkripsi *Nuclear erythroid related factor 2* (Nrf2). Lebih jauh Belleza *et al.* (2010) menjelaskan bahwa Nrf2 yang aktif akan masuk ke nukleus dan akan berikatan dengan *antioxidant responsive element* (ARE). Hal ini menyebabkan transkripsi dari target gennya. Gen yang diaktifkan diantaranya adalah gen-gen yang mengkode enzim-enzim untuk menyintesis antioksidan SOD serta glutathione, seperti glutamate-cystein ligase dan glutathione-s-transferase (Lewis *et al.*, 2010; Jung & Kwak, 2010).

Pada pengukuran aktivitas enzim SOD benih ikan gurami, diperoleh nilai SOD yang sama antarperlakuan dengan penambahan astaxanthin dalam pakan. Hal tersebut diduga bahwa dosis astaxanthin yang diberikan belum mampu berperan secara optimal dalam menghambat peroksidasi lipid yang berlebih di dalam tubuh. Pada dosis yang berbeda, Kim *et al.* (2012) menjelaskan bahwa penambahan suplemen astaxanthin sebesar 10, 20, dan 30 g/kg pakan; menunjukkan adanya peningkatan

aktivitas enzim SOD hati pada ikan sebelah *Paralichthys olivaceus*. Enzim SOD sebagai biomolekul dapat rusak oleh radikal bebas dan aktivitas enzimatisnya secara nyata akan turun (Nurhayati *et al.*, 2011). Kondisi stres oksidatif merupakan manifestasi dari tidak seimbangnya molekul radikal bebas dan enzim antioksidan karena enzim antioksidan mengalami inaktivasi. Enzim SOD sudah ada di dalam tubuh, namun memerlukan bantuan zat-zat gizi mineral seperti mangan (Mn), seng (Zn), dan tembaga (Cu) agar bisa bekerja optimal (Halliwell, 2006).

KESIMPULAN

Suplementasi astaxanthin sebesar 100 dan 200 mg/kg pakan tidak mempengaruhi status antioksidan tubuh ikan gurami. Akan tetapi, suplementasi astaxanthin sebesar 100 mg/kg pakan memberikan respons pertumbuhan yang optimal karena dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian dan tingkat kelangsungan hidup pada pemeliharaan kepadatan tinggi.

Tabel 3. Nilai efisiensi pakan (EP), retensi protein (RP), indeks hepatosomatik (HSI) dan tingkat kelangsungan hidup (TKH) ikan gurami selama pemeliharaan

Kepadatan (ekor/m ³)	Dosis Ax (mg/kg pakan)	Parameter			
		EP (%)	RP (%)	HSI	TKH (%)
100	0	88,1±3,41	54,2±1,98d	1,96±0,30	97,8±3,9bc
	100	88,9±1,37	45,2±0,69b	1,75±0,25	100,0±0,0c
	200	89,8±7,11	45,1±3,58b	1,71±0,37	100,0±0,0c
400	0	87,7±2,30	41,6±1,09a	1,69±0,32	91,7±1,7a
	100	87,8±1,00	45,1±0,47b	1,87±0,11	95,0±1,7ab
	200	89,1±0,78	50,6±0,36c	1,72±0,28	96,1±2,6bc

Ax: astaxanthin. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 4. Rataan kadar malonaldehid (MDA) hati, plasma darah dan aktivitas enzim superoksida dismutase (SOD) pada jaringan hati ikan gurami

Kepadatan (ekor/m ³)	Dosis Ax (mg/kg pakan)	Parameter		
		MDA		SOD hati
		Plasma (µmol/mL)	Hati (µg/g)	U mg/protein
100	0	10,73±2,7	1,47±0,2	0,25±0,1
	100	7,56±1,9	1,57±0,5	0,25±0,1
	200	7,98±4,8	1,10±0,4	0,30±0,2
400	0	6,72±4,5	0,72±0,1	0,35±0,1
	100	7,72±1,1	1,98±1,8	0,22±0,1
	200	5,93±1,4	1,75±0,8	0,20±0,0

Ax: astaxanthin. Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Tabel 5. Rataan kadar eritrosit (E), leukosit (L), hemoglobin (Hb), hematokrit (Ht), dan aktivitas fagositik (AF) ikan gurami selama pemeliharaan

Kepadatan (ekor/m ³)	Dosis Ax (mg/kg pakan)	Parameter				
		E (10 ⁶ sel/mm ³)	L (10 ⁵ sel/mm ³)	Hb (%)	Ht (%)	AF (%)
100	0	2,06±0,24	1,60±0,12	8,3±1,0	29,9±6,7	75,5±13,5
	100	2,29±0,22	1,78±0,18	9,5±1,5	30,4±1,9	68,8±10,0
	200	2,18±0,03	1,65±0,16	8,9±2,1	33,5±5,3	63,3±12,0
400	0	2,20±0,09	1,66±0,23	8,1±1,8	28,5±0,8	63,0±11,9
	100	1,98±0,30	1,78±0,04	9,1±2,7	31,9±8,1	64,4±16,1
	200	1,76±0,29	1,61±0,04	6,2±2,2	30,2±5,6	59,7±9,93

Ax: astaxanthin

Tabel 6. Kisaran parameter kualitas air media pemeliharaan benih ikan gurami pada setiap wadah perlakuan selama pemeliharaan

Kepadatan (ekor/m ³)	Dosis Ax (mg/kg pakan)	Parameter kualitas air				
		Suhu (°C)	DO (ppm)	pH	Amonia (ppm)	Nitrit (ppm)
100	0	29,5–30,5	4,2–5,3	5,5–6,8	0,00–0,005	0,36–0,73
	100	29,8–31,0	4,2–6,1	6,9–7,9	0,00–0,008	0,39–0,72
	200	30,5–31,3	4,7–5,1	6,4–7,9	0,00–0,004	0,35–0,82
400	0	31,0–31,7	3,8–5,4	6,5–7,3	0,00–0,044	0,43–1,38
	100	30,0–30,8	3,8–4,8	6,5–6,9	0,00–0,048	0,31–1,01
	200	29,5–31,9	3,9–5,2	5,6–6,6	0,00–0,051	0,33–1,41

Ax: astaxanthin

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Indrayani. 2007. Natural antioxidants dietary and lipid oxidation analysis in zebrafish *Brachydanio rerio* tissue. *Hayati Journal of Biosciences* 14: 87–92.
- Barclay MC, Irvin SJ, Williams KC, Smith DM. 2006. Comparison of diets for the tropical spiny lobster *Panulirus ornatus*: astaxanthin-supplemented feeds and mussel flesh. *Aquaculture Nutrition* 12: 117–125.
- Belleza I, Mierla AL, Minelli A. 2010. Nrf2 and NF-kB and their concerted modulation in cancer pathogenesis and progression. *Cancer* 2: 483–497.
- Buyukcapar HM, Yanar M, Yanar Y. 2007. Pigmentation of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* with carotenoids from marigold flower *Tagetes erecta* and red pepper *Capsicum annum*. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science* 3: 7–12.
- Can E, Kurtoglu IZ, Benzer F, Erisir M, Kocabas M, Kizak V, Kayim M, Celik HT. 2012. The effects of different dosage of kefir with different duration on growth performance and antioxidant system in the blood and liver tissues of coruh trout *Salmo coruhensis*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 12: 277–283.
- Endrawati H, Zainuri M, Kusdiyantini E. 2008. Pertumbuhan juvenil ikan kerapu macan *Epinephelus fuscoguttatus* yang dipelihara dengan padat penebaran berbeda. *Ilmu Kelautan* 13: 133–138.
- Halliwell B. 2006. Reactive species and antioxidants: Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. *Plant Physiology* 141: 312–322.
- Higuera-Ciapara I, Felix-Valenzuela L, Goycoolea F. 2006. Astaxanthin: a review of its chemistry and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 46: 185–196.
- Jagruthi C, Yogeshwari G, Anbazahan SM, Mari LSS, Arockiaraj J, Mariappan P, Sudhakar GRL, Balasundaram C, Harikrishnan R. 2014. Effect of dietary astaxanthin against *Aeromonas hydrophila* infection in common carp, *Cyprinus carpio*. *Fish & Shellfish Immunology* 41: 674–680.

- Joel OF, Amajuoyi CS. 2010. Determination of the concentration of ammonia that could have lethal effect on fish pond. *Journal of Engineer and Applied Science* 5: 1–5.
- Jung KA, Kwak MK. 2010. The Nrf2 system as the potential target for the development of indirect antioxidants. *Molecules* 15: 7.266–7.291.
- Kim SS, Song JW, Kim KW, Lee KJ. 2012. Effects of dietary astaxanthin on innate immunity and disease resistance against *Edwardsiella tarda* in olive flounder *Paralichthys olivaceus*. *Israeli Journal of Aquaculture* 64: 1–6.
- Lewis KT, Mele J, Hayes JD, Buffenstein R. 2010. Nrf2, a guardian of healthspan and gatekeeper of species longevity. *Integrated and Comparative Biology* 50: 829–843.
- Miki W. 1991. Biological functions and activities of animal carotenoids. *Pure and Applied Chemistry* 63: 141–146.
- Minaka A, Sarjito, Hastuti S. 2012. Identifikasi agensia penyebab dan profil darah ikan gurami *Osphronemus goramy* yang terserang penyakit bakteri. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 1: 249–263.
- [NRC] National Research Council. 1983. *Nutrient Requirements of Domestic Animal: Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes*. Washington: National Academy Press.
- Nurhayati S, Kisananto T, Syaifudin M. 2011. Superoksida dismutase (SOD): apa dan bagaimana peranannya dalam radioterapi. *Buletin Alava* 13: 67–74.
- Sahin K, Yazlak H, Orhan C, Tuzcu M, Akdemir F, Sahin N. 2014. The effect of lycopene on antioxidant status in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* reared under high stocking density. *Aquaculture* 418: 132–138.
- Sun Y, Oberley LW, Li Y. 1988. A simple method for clinical assay of superoxide dismutase. *Clinical Chemistry* 34: 497–500.