

PENGARUH PENAMBAHAN *Haematococcus* TERHADAP PERTUMBUHAN, TOTAL KAROTEN, VITALITAS DAN LIPID PLASMA KERAPU SUNU (*Plectropomus leopardus*)

EFFECT OF CAROTEN FOR GROWTH, TOTAL CAROTEN, VITALITY, AND PLASMA LIPID IN CORAL TROUT GROUPER (*Plectropomus leopardus*)

Daniar Kusumawati, Ketut Mahardika, Ketut Maha Setiawati

Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan, Jl. Br. Gondol, Gerokgak, Buleleng, Bali
E-mail: kusumawatidaniar@gmail.com

(diterima Maret 2018, direvisi Juli 2018, disetujui Agustus 2018)

ABSTRAK

Benih kerapu sunu D60 merupakan stadia dimana ikan hanya mengkonsumsi pakan buatan dan benih mulai menunjukkan adanya pemudaran warna merah seiring dengan berjalannya waktu. Karoten merupakan pigmen merah, jingga dan kuning yang ditemukan pada tumbuhan, termasuk alga dan buah-buahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui potensi karotenoid terhadap total karotenoid, laju pertumbuhan, imunitas, total kolesterol dan nutrisi pada benih kerapu sunu. Ikan ukuran panjang total rata-rata $3,19 \pm 0,2$ cm dengan berat total rata-rata $0,42 \pm 0,07$ g diberi perlakuan penambahan karoten *Haematococcus pluvialis* (NatuRose) 10g/kg pakan (A) dan tanpa karoten sebagai kontrol (B) dengan ulangan 3 kali menggunakan rancangan acak lengkap. Pada akhir penelitian dilakukan uji tantang pada ikan kerapu sunu yang ditempatkan pada wadah berkapasitas 80 L dengan kepadatan 10 ekor dengan ulangan 3 kali. Uji tantang dilakukan dengan menyuntikan 0,1ml inokulum Nervous Necrosis Virus (NNV). Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih kerapu sunu perlakuan A memiliki kandungan total karoten ($35,74 \pm 0,99 \mu\text{g/g}$) lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ($30,66 \pm 0,21 \mu\text{g/g}$) (P value < 0,05). Sementara itu, sintasan setelah uji tantang pada perlakuan A. juga lebih tinggi ($53,33 \pm 15,28\%$) dibandingkan dengan kontrol ($13,33 \pm 15,28\%$) (P value < 0,05). Perlakuan penambahan karoten dalam pakan tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan berat maupun panjang juga terhadap total kolesterol. Kandungan kimia pakan lemak (13,14% berat kering) menunjukkan 18,18% lebih tinggi dari kontrol (11,29% berat kering), disamping itu kandungan protein 4,68% lebih rendah dari kontrol.

Kata kunci: *Haematococcus*, kerapu sunu, total karoten, vitalitas, nutrisi

ABSTRACT

Sunu grouper D60 seeds are stadia where fish only consume artificial feed and seeds begin to show red color fading over time. Carotene is a red, orange and yellow pigment found in plants, including algae and fruits. The objective of this study is to find out the effect of carotenoid on total carotenoids, growth rate, immunity, total cholesterol and chemical content of nutrition in coral trout grouper seeds. Fish with an average total length of 3.19 ± 0.2 cm and an average weight of 0.42 ± 0.07 g were treated with carotene *Haematococcus pluvialis* (NatuRose) 10g/kg of feed (A) and without carotene as control (B), in 3 replications by using a complete randomized design. At the end of the experiment, a challenge test was conducted by injecting 0.1ml of NNV inoculums at the end of experiment. The results show that the coral trout groupers in treatment A group has a total carotene content of $35.74 \pm 0.99 \mu\text{g/g}$, higher than the control group at $30.66 \pm 0.21 \mu\text{g/g}$ (P < 0.05). Meanwhile, the survival rate after the challenge test in treatment A group is also higher ($53.33 \pm 15.28\%$) than the control group ($13.33 \pm 15.28\%$) (P < 0.05). The treatment of carotene addition in the feed does not significantly affect in specific length rate and weight rate, also total cholesterol. Chemical nutrient content in term lipid content (13,14 % dry matter) was showed 18,18% higher than control (11,29 % dry matter), beside protein content was 4,68% lower than control (64,90 % dry matter).

Keywords: *Haematococcus*, coral trout grouper, vitality, nutrition

PENDAHULUAN

Astaxanthin merupakan salah satu jenis karotenoid yang berperan penting terhadap warna merah jingga. karotenoid hanya dapat disintesis oleh organisme fotosintetik yaitu alga, tumbuhan dan bakteri serta pada beberapa jenis organisme non fotosintetik

yaitu dari jenis bakteri dan fungi (Hirschberg, 1999), sehingga pemenuhan kebutuhan karotenoid pada hewan terutama pada ikan diperoleh dari luar melalui penambahan nutrisi pada pakan. *H. pluvialis pluvialis* merupakan alga hijau penghasil astaxanthin alami yang telah dikultur dalam skala industri (Guerin, et

al, 2003) dan merupakan penghasil astaxanthin terbaik dibandingkan sumber astaxanthin lainnya (Rangga, et al, 2009). Struktur astaxanthin di alam terdiri dari stereoisomer, geometric isomers, free and esterifikasi (Higuera-Ciapara, et al, 2006). Bentuk stereoisomer (3S, 3'S) and (3R 3'R) adalah yang paling melimpah di alam. Astaxanthin yang terkandung dalam *H. pluvialis* berbentuk (3S, 3'S) dengan kisaran 1,5 – 6 %. Dalam bentuk stereoisomer (3S, 3'S), astaxanthin bersifat lebih stabil dan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh hewan-hewan akuatik (Zhao, et al., 2011). Astaxanthin yang diproduksi dari *H. Pluvialis* merupakan sumber utama untuk dikonsumsi manusia (Guerin, et al, 2003) dan juga digunakan sebagai sumber pigmen pada salmon, trout dan udang (Higuera-Ciapara, et al, 2006)

Benih kerapu sunu yang dibudidayakan dalam lingkungan terkontrol dengan jenis pakan buatan sebagai sumber energi utama menunjukkan pemudaran performansi warna merah. Pemudaran ini diduga dikarenakan kurangnya kandungan pigmen warna merah pada kerapu sunu. Karotenoid merupakan bahan yang bertanggung jawab terhadap pembentukan pigmen merah, jingga (oranye), dan kuning pada ikan dan udang (Packer, 1992), sehingga pemenuhan kebutuhan karotenoid pada hewan terutama pada ikan diperoleh dari luar melalui penambahan nutrisi pada pakan. Pada lingkungan terkontrol, sumber karotenoid tidak dapat diperoleh secara alami sehingga penambahan karotenoid pada pakan buatan sangat dianjurkan. Melalui penambahan karotenoid ini diharapkan ikan yang mengkonsumsi mampu mensintesis bahan berkaroten tersebut dan menyimpannya dalam jaringan integument sehingga perbaikan

performansi warna merah pada kerapu sunu dapat tercapai.

Penelitian penggunaan berbagai jenis sumber karotenoid sebagai bahan pakan tambahan pada ikan kerapu sunu telah diteliti pada tahun 2015 sebagai upaya untuk memperbaiki performansi warna merah pada larva kerapu sunu hasil budidaya (Kusumawati et al., 2015). Penelitian ini menunjukkan sumber karotenoid jenis *H. pluvialis* memberikan perbaikan performansi warna merah yang cukup signifikan dibandingkan sumber karotenoid yang lain dan kontrol. Penelitian ini mengaplikasikan penambahan karotenoid pada pakan buatan untuk diberikan pada juvenil kerapu sunu dengan umur 60 hari (D60). Benih kerapu sunu D60 merupakan fase dimana ikan tidak lagi mengkonsumsi pakan alami dan hanya intensif mengkonsumsi pakan buatan saja dan pada fase ini ikan mulai mengalami pemudaran pada pigmen warna merah. Karotenoid diketahui tidak hanya menginduksi sel pigmen merah, oranye, maupun kuning saja, tetapi juga berperan sebagai agen antioxidant yang memberikan pengaruh terhadap sistem imunitas (Chew and Park, 2004), perbaikan lipid dalam darah (Makaryani, 2014). Oleh karena itu, dalam penelitian ini penambahan karotenoid tidak hanya bertujuan untuk melihat perubahan total karotenoid sebagai indikator perbaikan performansi warna merah namun juga melihat laju pertumbuhan, vitalitas, total kolesterol dan kandungan kimia pakan pada kerapu sunu.

METODE PENELITIAN

Perlakuan

Hewan uji yang digunakan ikan kerapu sunu D60 hasil budidaya dari Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan

dengan perlakuan A ditambahkan karotenoid dan B tanpa penambahan karotenoid (kontrol) dengan 3 kali ulangan menggunakan rancangan acak lengkap. Sumber karotenoid yang digunakan merupakan produk komersial dari jenis *H. pluvialis pluvialis* (NatuRose) dengan dosis 10 g/kg pakan (Kusumawati dan Setiawati, 2016). Penambahan karotenoid dengan mencampurkan bubuk karotenoid yang telah dicampurkan cmc sebanyak 1% dari berat total pakan ke dalam pakan buatan secara merata kemudian di semprotkan air hingga menempel sempurna kemudian di kering anginkan.

Pemeliharaan

Benih umur D60 dipelihara dalam bak polikarbonat berkapasitas 300 liter dan kepadatan tebar 100 ekor dengan sistem air mengalir. Pemeliharaan dilakukan selama 90 hari. Pemberian pakan dilakukan sekenyangnya dengan frekuensi dua kali sehari. Penyiponan dilakukan pada pagi hari sebelum diberi pakan.

Uji Tantang

Pada akhir penelitian dilakukan uji tantang pada benih perlakuan. Benih dipelihara dalam kontainer berkapasitas 80 L dengan kepadatan 10 ekor per bak dengan 3 kali ulangan menggunakan rancangan acak lengkap. Uji tantang dilakukan dengan menyuntikan inokulum NNV (nervous necrosis virus) yang memiliki lethal dosis (LD_{50}) sebesar 70%. Inokulum NNV disuntikkan secara intra muskular sebanyak 0,1 ml/ekor. Ikan uji diamati selama 2 minggu pasca uji tantang. Selama pemeliharaan, air diganti setiap hari sebanyak 50%, dan air buangan ditampung dalam bak untuk diberi

100 ppm klorin sebelum dibuang keesokan harinya. Ikan uji diberi pakan sesuai perlakuan.

Parameter Uji

Parameter yang diamati dalam penelitian ini antara lain total karoten sebagai indikator peningkatan warna merah pada benih, total lipid darah (kolesterol) sebagai indikator pengaruh peran antioksidan pada *H. pluvialis*, total nutrisi dan laju pertumbuhan sebagai indikator dasar pengaruh penambahan *H. pluvialis* dalam pakan, sintasan benih pada akhir uji tantang sebagai indikator vitalitas benih. Analisis total karoten, total kolesterol, kandungan nutrisi pada benih, dan vitalitas benih dilakukan pada akhir penelitian. Analisis total karoten dilakukan atas kerjasama dengan laboratorium Pusat Studi Pangan dan Gizi, Gedung Pusat Antar Universitas (PAU) Universitas Gadjah Mada (UGM) dengan metode spektrofotometri, analisis nutrisi dilakukan di laboratorium Kimia terakreditasi Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan (BBRBLPP) Gondol Bali dengan metode dan untuk analisis total kolesterol menggunakan alat deteksi dini *Easy Touch mete* (Rusdi *et al*, 2017; Nurpalah *et al*, 2017).

Laju pertumbuhan panjang (H) dan berat sebagai berikut (SGR) diestimasi dalam rumus sebagai berikut :

$$H = \frac{\bar{h}_t - \bar{h}_0}{t} \times 100\%$$

dimana \bar{h}_t adalah panjang total rata-rata pada waktu ke- t dan \bar{h}_0 adalah panjang total rata-rata awal.

$$SGR = \frac{\ln \bar{w}_t - \ln \bar{w}_0}{t} \times 100\%$$
, dimana \bar{w}_t adalah berat total rata-rata pada waktu ke- t

dan \bar{w}_0 adalah berat total rata-rata awal.

Sintasan benih (SR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$
, dimana N_t adalah jumlah individu pada waktu t dan N_0

Analisis Data

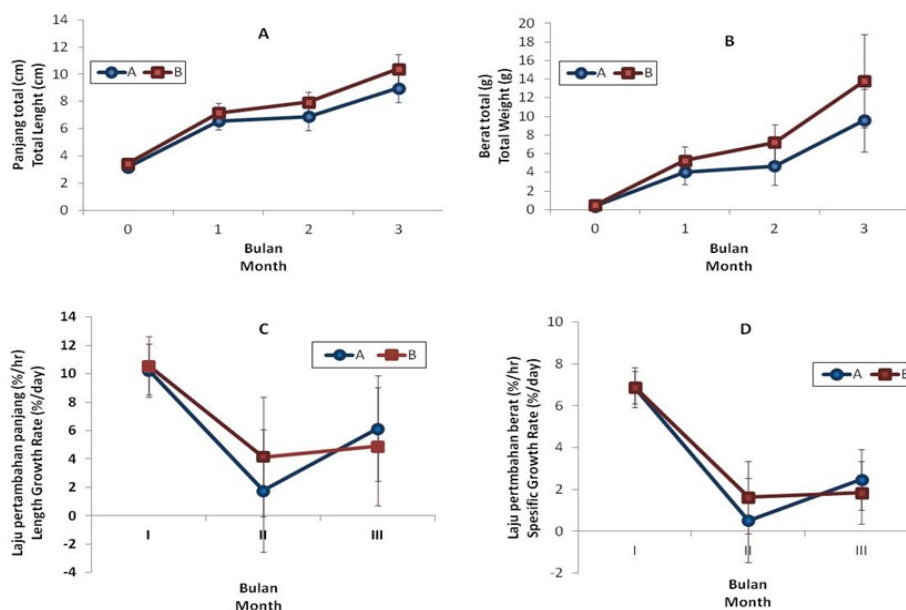
Seluruh data dilakukan analisis deskriptif kemudian dilanjutkan dengan uji signifikansi menggunakan uji t, apabila hasil uji signifikansi terbukti berbeda nyata maka akan dilanjutkan dengan uji BNT.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan

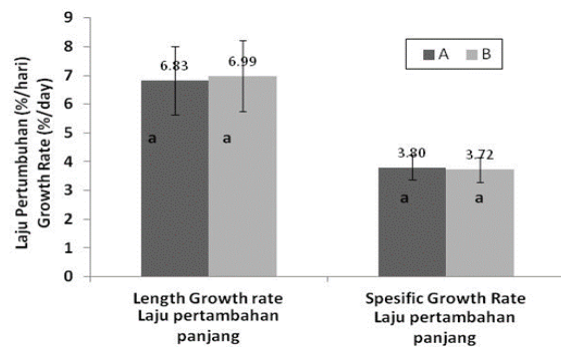
Selama pemeliharaan panjang total dan berat total ikan kerapu sunu baik pada perlakuan yang diberi *H. pluvialis* (A) dan kontrol (B) semakin meningkat (Gambar 1a dan 1b). Perlakuan B menunjukkan

pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A. Berdasarkan pola tersebut dapat diketahui laju kecepatan pertambahan panjang (L) maupun beratnya (SGR) pada tiap bulannya. Memasuki bulan kedua pemeliharaan seluruh perlakuan menunjukkan laju kecepatan yang menurun secara signifikan kemudian mengalami peningkatan di bulan ketiga (Gambar 1C dan 1D). Hal ini dikarenakan ikan kerapu sunu D60 sudah memasuki tahap adaptasi untuk mengkonsumsi pakan buatan dan ikan-ikan telah memasuki masa juvenile sehingga laju kecepatan pertambahan panjang maupun berat akan menurun seiring dengan bertambahnya umur. Penurunan laju kecepatan pertambahan panjang maupun berat yang paling rendah adalah pada perlakuan A, namun memasuki bulan kedua laju kecepatan perlakuan A meningkat melebihi perlakuan B. Hal ini disebabkan penambahan *H. pluvialis* menyebabkan perubahan aroma pakan buatan sehingga mempengaruhi respon pakan dari benih kerapu sunu dan di bulan ketiga respon makan nampak meningkat sehingga laju



Gambar 1. Pola pertumbuhan panjang total (A) dan berat total (B), pola laju pertambahan panjang (C) dan berat (D) kerapu sunu selama pemeliharaan (n = 25)

pertambahan panjang maupun berat jauh lebih baik dibandingkan dengan perlakuan B. Berdasarkan hal tersebut penambahan *H. pluvialis* menunjukkan pengaruh terhadap peningkatan laju kecepatan panjang dan berat dari benih kerapu sunu di bulan ketiga pemeliharaan. Namun demikian, berdasarkan analisis statistic menunjukkan penambahan *H. pluvialis* tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap laju pertumbuhan panjang (P value = 0,65) dan berat (P value = 0,52) tidak menunjukkan perbedaan nyata (Gambar 2).



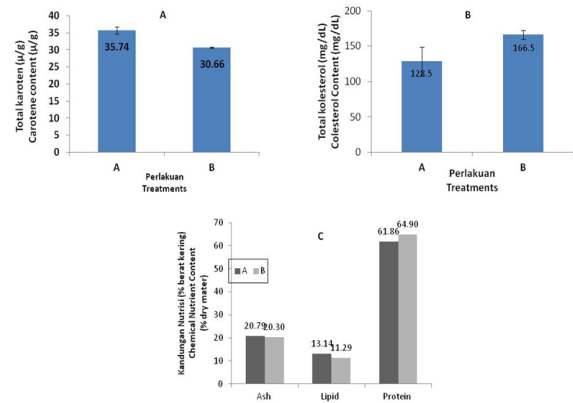
Gambar 2. Laju pertumbuhan panjang dan berat benih kerapu sunu pada akhir penelitian (final) (n = 25). Keterangan : notasi dengan huruf sama menunjukkan tidak beda nyata (P value > 0,05)

Total karoten, total kolesterol, kandungan kimia nutrisi

Selama pemeliharaan 90 hari, penambahan *H. pluvialis* (perlakuan A) ke dalam pakan mampu menunjukkan peningkatan nilai total karoten pada benih (Gambar 3A). Perlakuan A meningkatkan total karoten sebesar 16,57 % dari kontrol (perlakuan B). Total kolesterol pada perlakuan A menunjukkan nilai yang lebih rendah 29,57% dibandingkan dengan perlakuan B (Gambar 3B). Kandungan kimia nutrisi pada benih perlakuan A menunjukkan persentase kadar protein yang lebih rendah 4,68% jika dibandingkan dengan perlakuan B (Gambar

3C). Sementara itu kandungan lemak pada perlakuan A menunjukkan presentase yang lebih tinggi 16,39% daripada perlakuan B.

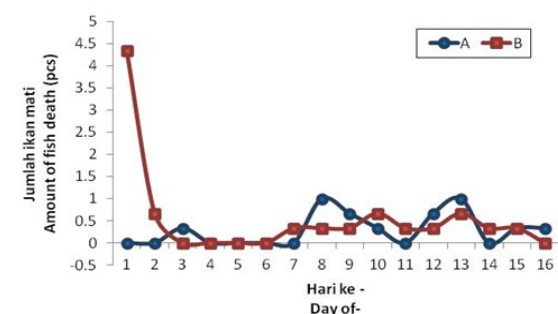
Sintasan Uji Tantang



Gambar 3. Kandungan total karoten (A), total kolesterol (B) dan nutrisi (C) benih kerapu sunu pada akhir penelitian.

Hasil uji tantang dengan inokulum NNV menunjukkan bahwa pola kematian pada masing-masing perlakuan berbeda. Pada perlakuan A, pola kematian dimulai pada hari ketiga kemudian terjadi lagi kematian pada hari ke-8 dan seterusnya dengan pola naik turun yang stabil. Sementara itu pada perlakuan B, pola kematian dimulai pada hari pertama dengan kematian yang cukup tinggi kemudian jumlah kematian mulai menurun stabil hingga akhir penelitian (Gambar 4). Hal ini menunjukkan bahwa serangan virus NNV cukup mematikan pada benih kontrol (B).

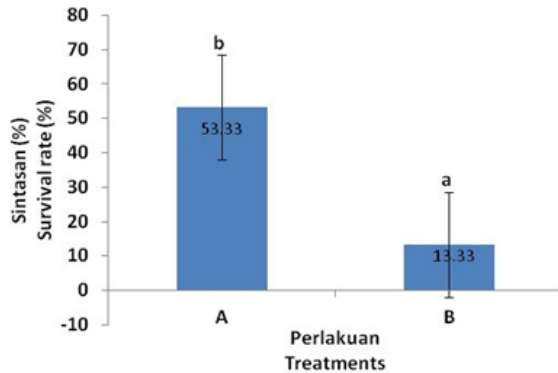
Pada akhir uji tantang dapat diketahui bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang



Gambar 4. Pola kematian benih kerapu sunu selama uji tantang

berbeda nyata terhadap sintasan (Gambar 5). Perlakuan A mampu meningkatkan sintasan larva 300,07 % dari perlakuan B.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan



Gambar 5. Sintasan benih kerapu sunu setelah ujiantang. Keterangan : notasi dengan huruf berbeda menunjukkan beda nyata (P value =0,033 (P value < 0,05))

bahan berkaroten dari jenis *H. pluvialis* tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan berat maupun panjang. Dari segi performansi warna menunjukkan penambahan *H. pluvialis* memberikan peningkatan total karoten dalam tubuh sebesar 16,57% dari kontrol. Peningkatan ini tidak cukup optimal jika dibandingkan dengan perlakuan aplikasi *H. pluvialis* sejak larva. Pada umur yang sama yaitu 150 hari, benih kerapu sunu yang diberi tambahan *H. pluvialis* mulai stadia larva menunjukkan total karoten sebesar 108,52 μg (Kusumawati dan Setiawati, 2016). Aplikasi penambahan *H. pluvialis* mulai stadia larva jauh lebih efektif dengan meningkatkan total karoten sebesar 203,64% dari total karoten aplikasi penambahan *H. pluvialis* yang dimulai pada stadia benih D60.

Efektivitas akumulasi karoten pada tubuh ikan selain dipengaruhi oleh waktu pengaplikasian penambahan bahan berkaroten yang tepat juga dipengaruhi oleh lama waktu

pengaplikasian. Berdasarkan penelitian ini, peningkatan akumulasi total karoten pada benih D60 selama 90 hari pemeliharaan pada perlakuan penambahan *H. pluvialis* sebesar 5,08 μg dari kontrol. Informasi ini menunjukkan bahwa kecepatan akumulasi karoten ke dalam tubuh ikan sebesar 5,64%/hari. Jika dibandingkan dengan aplikasi penambahan *H. pluvialis* mulai stadia larva hingga stadia benih (D150) maka peningkatan akumulasi total karoten pada selama 150 hari adalah sebesar 77,86 μg dari kontrol (Kusumawati dan Setiawati, 2016) yang artinya kecepatan akumulasi karoten ke dalam tubuh sebesar 51,91%/hari. Selain itu, mengingat karotenoid merupakan senyawa larut lemak, maka efektifitas absorpsi karotenoid akan sangat bergantung pada level lemak dalam pakan (Barbosa, *et al*, 1999). Akumulasi total karoten juga akan semakin meningkat seiring dengan semakin tingginya dosis karotenoid yang diberikan (Rahman, *et al*, 2016).

Berdasarkan hasil ujiantang, bahan berkaroten juga mampu memperbaiki vitalitas benih dengan meningkatkan sintasan sebesar 40% dibandingkan kontrol. Peningkatan vitalitas benih ini diduga mempengaruhi respon imunitas sehingga benih mampu bertahan dari infeksi NNV. Senyawa karotenoid diketahui memiliki aktivitas antioksidan. Di antara senyawa karotenoid yang memiliki aktivitas antioksidan yang paling baik adalah astaxanthin. Astaxanthin diketahui memiliki aktivitas antioksidan 10 kali lebih kuat dari kelompok karoten lainnya seperti β karoten, canthaxanthin, lutein dan zeaxanthin (Naguib, 2000). Antioksidan merupakan agen yang mampu menghambat terjadinya proses oksidasi. Berdasarkan

penelitian, astaxanthin mampu menekan stress oksidatif dan inflamasi sekaligus meningkatkan respon immune pada manusia (Park, *et al*, 2010). Astaxanthin terbukti mampu menekan kerusakan DNA menstimulasi mitogen yang menginduksi *lymphoproliferasi*, meningkatkan aktivitas natural cytotoxic sel pembunuh serta meningkatkan total subpopulasi sel T dan sel B. Astaxanthin dilaporkan meningkatkan produksi imunoglobulin dalam merespon stimulasi T *dependent*, selain itu juga mampu menekan produksi interferon gama dan meningkatkan jumlah sel-sel yang mensekresi antibodi yang berkeja bersama sel-sel primer limpa (Jyonouchi, *et al*, 1995). Nampaknya hal ini tidak hanya berlaku pada manusia namun juga pada hewan lain seperti anjing (Chew, *et al*, 2011), pada tikus (Park, *et al*, 2011), pada ikan (Christiansen, *et al*, 1995; Thompson, *et al*, 1995; Li, *et al*, 2014) dan juga pada udang (Merchie, *et al*, 1998; Tizkar, *et al*, 2014). *H. pluvialis* komersial dari NatuRose memiliki total karoten 25.367 μ /g (Kusumawati dan Setiawati, 2016) dimana di antara total karoten tersebut terkandung astaxanthin >1,5%. Kandungan astaxanthin pada bahan berkaroten jenis ini ternyata cukup mampu menghadapi infeksi NNV secara signifikan.

H. pluvialis merupakan jenis mikroalga hijau uniselular yang dalam kondisi stress akan membentuk cyste berwarna merah. Pada fase hijau alga ini sangat tinggi protein namun sebaliknya saat dalam fase merah atau cyste alga ini memiliki kandungan protein yg lebih rendah namun memiliki kandungan lipid yang tinggi serta mengakumulasi karotenoid (astaxanthin) yang sangat tinggi. (Damiani, *et al*, 2010; Saha, *et al*, 2013). Selama proses

transisi dari fase sel vegetatif hijau menjadi merah setelah dipapar dengan kondisi stress, astaxanthin mulai diakumulasi begitu juga dengan asam lemak mono- or diester pada *cystoplasmic lipid droplet* (LD) (Aflalo, *et al*, 2007). Saat sel mikroalga berubah menjadi merah, kandungan klorofil dan protein akan semakin rendah. Berdasarkan pernyataan tersebut, sesungguhnya bahan berkaroten dari jenis *H. pluvialis* s juga memiliki kandungan lemak yang tinggi. Hal ini dibuktikan dengan kandungan nutrisi pada benih kerapu yang diberi penambahan *H. pluvialis* memiliki persentase lemak yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

Dalam penelitian ini terlihat bahwa pemberian *H. pluvialis* juga dapat menurunkan total kolesterol walaupun tidak signifikan. Dalam penelitian ini hanya diketahui penurunan total kolesterol saja yang terdiri dari LDL (*Low Density Lipoprotein*), HDL (*High Density Lipoprotein*), dan trigliserida walaupun tidak signifikan. Berdasarkan sebuah penelitian astaxanthin yang terkandung dalam *H. pluvialis* sebagai salah satu senyawa karotenoid ternyata mampu menekan LDL oksidasi (Iwamoto *et al*, 2000) yang memberikan efek *hypocholesteromic* dan *hypotriglyceridemic* yang secara potensial meningkatkan penyerapan LDL dan asam lemak β - oksidasi yang masing-masing terjadi di liver (Yang, *et al*, 2011). Dalam penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan astaxanthin dari *H. pluvialis* memberikan efek pada metabolisme lemak dan sekaligus sebagai pertahanan antioksidan melalui mekanisme modulasi ekspresi gen secara *in vivo*. Konsentrasi plasma total kolesterol dan triglyceride menjadi lebih rendah dengan penambahan astaxanthin pada makanan.

Mekanisme penggunaan astaxanthin dengan kaitannya menurunkan lemak diduga mengaktifasi sintesis gen yang menginduksi *low cellular cholesterol*, dan ekspresi dari gen pengkode *low cellular cholesterol* diaktivasi melalui transkripsi factor yang meregulasi ekspresi gen penting untuk yang berkaitan dengan metabolisme kolesterol. Penambahan astaxanthin diduga menekan regulatory kolesterol dan mengaktifasi mekanisme *downstream* untuk meningkatkan ekspresi LDL yang meningkatkan penyerapan LDL dari plasma.

KESIMPULAN

Penambahan bahan berkaroten pada benih kerapu sunu D60 meningkatkan total karoten tubuh sebesar 16,57% dengan kecepatan akumulasi 5,64%/hari. Aplikasi penambahan bahan berkaroten hendaknya dilakukan sejak stadia larva untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penyerapan karoten lebih baik dengan meningkatkan akumulasi total karoten sebesar 203,64% dan kecepatan akumulasi sebesar 51,91%/hari. Penambahan karoten juga memperbaiki vitalitas benih secara signifikan dengan meningkatkan sintasan sebesar 40% setelah uji tantang dengan NNV. Suplemen berkaroten terbukti meningkatkan persentase kandungan lemak dalam daging sebesar 18,18% dan mampu menekan total kolesterol plasma darah 29,57%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara sebagai bagian dari kegiatan riset kerapu sunu yang dibiayai oleh Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) TA. 2015 dari Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan

Perikanan (BRSDMKP), Kementerian Kelautan dan Perikanan. Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada seluruh teknisi yang terlibat dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aflalo C, Y Meshulam, A Zarka, and S Boussiba. 2007. On the relative efficiency of two vs. one-stage production of astaxanthin by the green alga *H. pluvialis pluvialis*. *Biotechnology and Bioengineering* 98 (1), 300 - 305
- Barbosa MJ, R Morais, and G Choubert. 1999. Effect of karotenoid source and dietary lipid content on blood astaxanthin concentration in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 176 (3-4), 331 – 341
- Chew BP, BD Mathison, MG Hayek, S Massimino, GA Reinhart, and JS Park. 2011. Dietary astaxanthin enhance immune response in dogs. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 140 (3 - 4), 199 - 206
- Christiansen R, J Glette, Lie, OJ Torrissen, and R Waag. 1995. Antioxidant status and immunity in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fed semi-purified diets with and without astaxanthin supplementation. *Journal of Fish Diseases* 18 (4), 317 - 328
- Damiani MC, CA Popovich, D Constela, and PI Leonardi. 2010. Lipid analysis in *H. pluvialis pluvialis* to assess its potential use as a biodiesel feedstock. *Bioresource Technology* 101, 3801 – 3807
- Gouveia L, P Rema, O Pereira, J Empis. 2003. Colouring Ornamental Fish (*Cyprinus*

- carpio* and *Carassius auratus*) With Microalgal Biomass. *Aquaculture Nutrition* 9 (2), 125-129
- Guerin M, ME Huntley, and M Olaizola. 2003. *H. pluvialis* astaxanthin: applications for human health and nutrition. *Trends in Biotechnology*, 21 (5), 210 – 216
- Higuera-Ciapara I, L Felix-Valenzuela, and FM Goycoolea. 2006. Astaxanthin: A review of its chemistry and applications. *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 46, 185–196.
- Hirschberg J. 1999. Production of high-value compounds: karotenoids and vitamin E. *Biotechnology* 10, 186 - 191
- Iwamoto T, K Hosoda, R Hirano, H Kurata, A Matsumoto, W Miki, M Kamiyama, H Itakura, S Yamamoto, and K Kondo. 2000. Inhibition of low-density lipoprotein oxidation by astaxanthin. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis* 7 (4), 216 – 222
- Jyonouchi H, S Sun, and M Gross. 1995. Effect of karotenoids on *in vitro* immunoglobulin production by human peripheral blood mononuclear cells: astaxanthin, akarotenoid without vitamin A activity, enhance *in vitro* immunoglobulin production in response to a T-dependent stimulant and antigen. *Nutrition and Cancer* 23 (2), 171 - 183
- Karlsson A. 2001. Signaling For Color Change In Melanophore And A Biosensor Application. Linköping University Medical Dissertations. Sweden. P. 53
- Kelsh RN. 2004. Review: Pigment Gene Focus. Genetics And Evolution Of Pigment Patterns In Fish. *Pigment Cell and Melanoma Research* 17, 326-336
- Korzan WJ, RR Robinson, S Zhao, RD Fernald. 2008. Color Change As Potential Behavioral Strategy. *Hormones and Behavior* 54, 463-470
- Kusumawati D dan KM Setiawati. 2016. The use of carotene materials as the source of red color pigmentation on leopard grouper larvae (*Plectropomus leopardus*). *Aquacultura Indonesiana* 17 (2), 35 – 45
- Li M, W Wu, P Zhou, F Xie, Q Zhou, and K Mai. 2014. Comparison effect of dietary astaxanthin and *H. pluvialis pluvialis* on growth performance, antioxidant status and immune response of large yellow croaker *Pseudosciaena crocea*. *Aquaculture* 434, 227 – 232
- Merchie G, E Kontara, P Lavens, R Robles, K Kurnaly, P Sorgeloos. 1998. Effect of vitamin C and astaxanthin on stress and disease resistance of postlarval tiger shrimp, *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture Research* 29, 579 – 585
- Naguib YMA. 2000. Antioxidant activities of astaxanthin and related karotenoids. *Journal of agricultural and food chemistry* 48, 1150 - 1154
- Nery LEM and AML Castrucci. 1997. Pigment Cell Signalling For Physiological Color Change. *Comparative Biochemistry And Physiology* 118A (4), 1135-1144
- Nurpalah R, M Kusmiati, dan K Novitriani. 2017. Pengaruh virgin coconut oil (vco) yang dibuat melalui teknik fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus casei* galur komersial yakult terhadap kadar glukosa dan kolesterol darah mencit jantan. *Jurnal Kesehatan Bakti*

- Tunas Husada* 17 (1), 148-156.
- Packer L. 1992. Karotenoids. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Park JS, JH Chyun, YK Kim, LL Line, BP Chew. 2010. Astaxanthin decreases oxidative stress and inflammation and enhanced immune response in humans. *Nutrition and Metabolism* 7, 1 – 8
- Park JS, BD Mathison, MG Hayek, S Massimino, GA Reinhart, BP Chew. 2011. Astaxanthin stimulates cell-mediated and humoral immune responses in cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 144 (3 – 4), 455 - 461
- Ranga R, AR Sarada, V Baskaran, and GA Ravishankar. 2009. Identification of karotenoids from green alga *H. pluvialis pluvialis* by HPLC and LC-MS (APCI) and their antioxidant properties. *Journal of Microbiology and. Biotechnology*, 19 (11), 1333-1341.
- Rahman MM, S Khosravi, KH Chang, SM Lee. 2016. Effects of dietary inclusion of astaxanthin on growth, muscle pigmentation and antioxidant capacity of juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Prevention Nutrition and Food Science* 21 (3), 281 – 288
- Rusdi M, Hasnaeni, dan F Fujaya. 2017. Kadar kolesterol mencit (mus musculus) setelah pemberian kepiting cangkang lunak (*Scylla olivaceae*). *Jurnal Farmasi UIN Alauddin Makassar* 5 (2), 84-89
- Saha SK, E McHugh, J Hayes, S Moane, D Walsh, P Murray. 2013. Effect of various stress-regulatory factors on biomass and lipid production in microalga *H. pluvialis pluvialis*. *Bioresource Technology* 128, 118 - 124
- Sugie A, Y Terai, R Ota, N Okada. 2004. The Evolution of Genes for Pigmentation in African Cichlid Fishes. *Gene* 343, 337-346
- Thompson I, G Choubert, DF Houlihan, CJ Secombes. 1995. The effect of dietary vitamin A and astaxanthin on the immunocompetence of rainbow trout. *Aquaculture* 133 (2): 91 – 102
- Tizkar B, A Seidavi, JT Ponce-Palafox, P Pourashoori. 2014. The effect of astaxanthin on resistance of juvenile prawns *Macrobrachium nipponense* (Decapoda : Palaemonidae) to physical and chemical stress. *Revista de Biología Tropical* 62 (4), 1331 – 1341
- Yang Y, JM Seo, A Nguyen, TX Pham, HJ Park, Y Park, B Kim, RS Bruno, J Lee. 2011. Astaxanthin-rich extract from the green alga *H. pluvialis pluvialis* lowers plasma lipid concentration and enhances antioxidant defense in apolipoprotein E knockout mice¹⁻³. *Journal of Nutrition* 141, 1611 – 1617
- Yasir I and JG Qin. 2010. Effect of Dietary Karotenoids on Skin Color and Pigments of False Clownfish, *Amphiprion ocellaris*, Cuvier. *Journal of The World Aquaculture Society* 41 (3), 309 - 318
- Zhao YY, FF Guan, GL Wang, LL Miao, J Ding, GH Guan, Y Li, and BD Hui. 2011. Astaxanthin preparation by lipase-catalyzed hydrolysis of its esters from *H. pluvialis pluvialis* algal extracts. *Journal of Food Science*, 76, 643–650.