

TOTAL KAROTENOID IKAN SUMATRA ALBINO (*Puntius tetrazona*) YANG DIBERI PAKAN TAMBAHAN TEPUNG KEPALA UDANG

*Total Carotenoids of Albino tiger barb (*Puntius tetrazona*) Fed with Shrimp Head Meal*

Novita Tania¹, Sukarman², Asep Permana², Atin Supiyani^{1*}

¹Program Studi Biologi FMIPA Universitas Negeri Jakarta (UNJ). Jl. Rawamangun Muka No.1 Rawamangun, Jakarta Timur. 13220. Indonesia.

²Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Depok. Indonesia.

*Corresponding Email: atinsupiyani78@gmail.com

ABSTRACT

Albino tiger barb (*Puntius tetrazona*) is a freshwater ornamental fish that has attractive colors. Carotenoid sources should be added in the diet because fish cannot synthesis carotenoids in their bodies. One source of natural carotenoids (astaxantin and cantaxantin) is shrimp head meal, whose use has not been studied in albino tiger barb (*Puntius tetrazona*). The research was conducted from December 2016 until April 2017, at the Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok. The method used in this research is an experimental method, with Completely Randomized Design (RAL). The treatment in this research is TKU supplemental feeding (0%, 10%, 20%, 30%, 40%). The data taken are total carotenoid, were analyzed using One Way ANAVA at 95% confidence level and continued with Duncan test at $\alpha < 0,05$ with SPSS 17.0 program. The result of the research is the addition of the best TKU by 30% to improve the color quality, total carotenoids, and growth of albino tiger barb (*Puntius tetrazona*). The highest increase in total carotenoids at the fins of 13.54 ± 0.24 ppm and on the skin was 7.54 ± 0.11 ppm.

Keyword: Shrimp Head Meal, Carotenoid, Feed, Color Quality, Puntius tetrazona.

PENDAHULUAN

Perkembangan produksi ikan hias Indonesia dari tahun ke tahun terus mengalami peningkatan sangat signifikan. Tahun 2011, Indonesia menduduki ranking ke-5 eksportir ikan hias dunia setelah Republik Ceko, Thailand, Jepang, dan Singapura (KKP, 2011). Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menargetkan produksi ikan hias pada 2017 sebesar 2,1 miliar ekor (KKP news). Produksi ikan hias tahun 2014 mencapai 1,19 miliar ekor, dengan itu nilai ekonominya sebesar Rp. 7,59 triliun. Potensi ekspor ikan hias Indonesia sendiri diperkirakan mencapai US \$ 60 juta sampai US\$ 65 juta (KKP, 2011). Salah satu ikan hias air tawar yang diekspor adalah ikan sumatra albino (*Puntius*

tetrazona). Ikan ini merupakan ikan asli Indonesia yang berasal dari Sumatera. Permintaan pasar untuk kebutuhan ikan ini cukup tinggi, tetapi umumnya masyarakat masih mengandalkan kegiatan penangkapan di alam dibandingkan dengan hasil budidaya. Walaupun status ikan ini masih aman, tetapi budidaya ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) sangat diperlukan, untuk menjaga populasi dan memenuhi permintaan pasar.

Ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) merupakan ikan hias yang memiliki warna yang khas dan banyak diminati kolektor ikan hias. Warna ikan hias merupakan salah satu faktor yang paling berpengaruh terhadap harga jual ikan tersebut (Ahilan *et al.*, 2008; Ezhil *et al.*, 2008; Mandal *et al.*, 2010), termasuk pada ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*). Tubuh ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) berwarna kekuningan hingga putih keperakan yang diselingi dengan empat pita tegak berwarna putih yang memotong tubuh secara membujur. Pita yang pertama melewati mata, pita yang kedua melewati bagian perut hingga bagian depan garis punggung, pita ketiga melewati samping sirip punggung hingga jari-jari sirip dubur dan yang terakhir pada bagian pangkal ekor. Sirip dubur, perut, dan punggung berwarna kemerahan, dan sirip ekor berwarna oranye. (Lingga dan Susanto, 1999). Selain memiliki corak warna yang indah, ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) juga mempunyai bentuk tubuh yang cukup menarik sehingga menjadi ikan hias yang populer.

Warna pada ikan disebabkan oleh adanya kromatofor yang terdapat dalam dermis pada sisik, di luar maupun di bawah sisik (Subamia *et al.*, 2010a). Tingkat kecerahan warna pada ikan tergantung pada jumlah dan letak pergerakan kromatofor (Sally, 1997). Sel pigmen dapat diklasifikasikan menjadi 5 kategori warna dasar, yaitu hitam (melanofor), kuning (xanthofor), merah atau oranye (erythrofor), sel refleksi kemilau (iridofor), dan putih (leukofor) (Anderson, 2000). Kromatofor pada lapisan epidermis memiliki kemampuan berubah untuk menyesuaikan dengan lingkungan dan aktifitas seksual. Salah satu penyebab perubahan warna karena adanya stress lingkungan seperti cahaya matahari, kualitas air, dan kandungan pigmen dalam pakan (Bachtiar *dalam* Sartika *et al.*, 2002).

Kandungan pigmen dalam pakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kecerahan warna ikan. Komponen utama pembentuk warna pada ikan adalah senyawa karotenoid (Subamia *et al.*, 2010b), khususnya warna merah dan kuning. Namun demikian, hewan akuatik tidak dapat mensintesis karotenoid dalam tubuhnya oleh karena itu harus diberikan melalui pakan (Johnson *dalam* Gupta *et al.*, 2006). Oleh karena itu diperlukan pakan yang ditambahkan suplemen karotenoid sehingga dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas warna pada ikan hias.

Beberapa jenis karotenoid yang digunakan untuk hewan akuatik adalah astaxantin, cantaxantin, lutein, zeaxantin, dan tunaxantin. Jenis pigmen karotenoid yang paling efektif dan banyak ditemukan untuk pewarnaan adalah pada astaxantin (Gupta *et al.*, 2006). Hal ini disebabkan ikan akan menyerap astaxantin dari pakan dan digunakan langsung sebagai sel pigmen warna merah (Meiyana dan Minjoyo *dalam* Sartika *et al.*, 2014). Astaxantin juga berperan sebagai stimulan sistem imun dan pertumbuhan, memperbaiki performa reproduksi dan mampu meningkatkan toleransi ikan salmon terhadap stres lingkungan (Christiansen dan Torrissen 1997; Craik 1985). Ketahanan tubuh terhadap penyakit juga meningkat pada ikan rainbow trout yang diberi pakan mengandung karotenoid (Amar *et al.*, 2004).

Sumber pakan yang mengandung karotenoid cukup banyak, salah satunya adalah tepung kepala udang. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, di dalam laporan ekspornya mempublikasikan bahwa nilai ekspor komoditas udang menduduki peringkat pertama di Indonesia (KKP, 2013). Pengolahan produksi udang sebagai salah satu komoditi ekspor terbagi atas tiga macam, yaitu (1) produk yang terdiri dari bagian badan dan kepala secara utuh, (2) badan tanpa kepala dan (3)

dagingnya saja. Hal ini menyebabkan terdapat bagian-bagian udang yang terbuang seperti kepala, ekor dan cangkangnya.

Bagian-bagian tersebut yang digunakan dalam penelitian ini sebagai Tepung Kepala Udang (TKU). Tepung kepala udang mengandung karotenoid berupa astaxantin dan cantaxantin (Hertrampf dan Pascual, 2000). TKU sebelumnya sudah digunakan untuk ikan mas koki (*Carassius auratus*), ikan komet (*Carassius auratus auratus*), ikan rainbow merah (*Glossolepis incisus*), ikan koi (*Cyprinus carpio*), dan ikan *yellow croaker* (*Larimichthys croceus*). Penggunaan TKU pada beberapa spesies tersebut hanya berkisar pada peningkatan warna tubuh ikan saja, bukan pada total karotenoidnya. Penggunaan tepung kepala udang dalam pakan ikan sumatra albino belum ditemui. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan tepung kepala udang dalam pakan terhadap total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*).

METODE

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu akuarium kaca ukuran $\pm 40 \times 30 \times 30$ cm, baskom, saringan ikan, timbangan elektrik, mesin giling pakan, blender, ayakan, selang air, selang dan batu aerasi, kamera. Alat-alat yang digunakan untuk total karotenoid yaitu alat bedah, tabung reaksi, corong, spektrofotometer, micro pippete, dan micro tip.

Bahan yang dipakai yaitu ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*), air, tepung ikan, bungkil kedelai, terigu, pollard, wheat gluten, tepung kepala udang, minyak ikan, minyak sayur dan premix. Bahan yang digunakan untuk analisis total karotenoid yaitu aseton dan Whatmann.

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari bulan Desember 2016 sampai April 2017, bertempat di Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH) Depok. Pembuatan pakan dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Laboratorium Teknologi Pakan. Analisis proksimat dan total karotenoid dilakukan di Laboratorium Nutrisi. Pemeliharaan ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) dilakukan di ruang pemeliharaan ikan.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Kepala Udang

Hasil samping udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) diperoleh dari tempat pengupasan udang di daerah Muara Baru, Jakarta Utara pada bulan November 2016. Kepala dan karapas udang dikering-anginkan (tanpa matahari) untuk menjaga kandungan pigmen di dalamnya. Kepala dan karapas udang yang kadar airnya sudah berkurang dioven dengan suhu 60°C selama ± 4 jam. Kepala dan karapas udang yang telah dioven, kemudian diblender menjadi tepung kepala udang dan diayak agar ukurannya sama, kemudian diletakkan di dalam wadah yang kedap udara.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat ini dilakukan pada semua bahan baku pakan penelitian. Prosedur analisis proksimat yang diuji meliputi analisa kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar abu dan kadar serat kasar. Prosedur analisis proksimat menggunakan prosedur AOAC.

Pembuatan Pakan Perlakuan

Pakan diformulasikan terlebih dahulu untuk memperoleh kandungan nutrisi pakan yang sesuai perlakuan. Pakan yang digunakan yaitu pakan kontrol, TKU 10%, TKU 20%, TKU 30%, dan TKU 40%. Adapun bahan baku dan komposisi proksimat pakan yang dibuat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi pakan penelitian

No.	Bahan Baku	Pakan penelitian (%)				
		Kontrol	TKU 10%	TKU 20%	TKU 30%	TKU40%
1.	Bungkil Kedelai	34,97	35,01	34,94	35,07	29,5
2.	Pollard	30,0	26,7	21,8	16,8	13,6
3.	Tepung Ikan	28,23	21,49	16,36	10	28,23
4.	Tepung Kepala Udang	0	10	20	30	40
5.	Minyak Ikan	2	2	2	2	2
6.	Minyak Sayur	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8
7.	Premix	1	1	1	1	1
8.	Terigu	1	1	1	1	1
9.	Wheat Gluten	1	1	1	1	1
	Total	100	100	100	100	100
<i>Komposisi Proksimat</i>						
	Protein ¹⁾	35,70	35,69	35,67	35,70	35,68
	Serat Kasar ²⁾	7,49	9,89	10,32	10,83	11,53
	Lemak ²⁾	6,40	6,55	6,57	6,53	6,49
	Abu ²⁾	13,45	14,25	16,39	18,06	19,21
	Air ²⁾	4,57	4,33	3,94	3,15	4,77

Keterangan:

- TKU = Tepung Kepala Udang

¹⁾Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi (Institut Pertanian Bogor)

²⁾Balai Riset Budidaya Ikan Hias (BRBIH)

Bahan baku yang akan digunakan ditimbang sesuai formulasi dan diseleksi terlebih dahulu, kemudian dicampur sampai merata untuk setiap perlakuan. Pakan yang sudah tercampur ditambahkan air sebanyak ± 350 ml sehingga menjadi adonan kemudian digiling dengan menggunakan mesin. Pakan dikeringkan dengan menggunakan oven bersuhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama ± 18 jam, kemudian diblender hingga menjadi *crumble*. *Crumble* yang digunakan berukuran 425-600 μm , sesuai dengan bukaan mulut ikan, *crumble* yang sudah jadi disimpan dalam wadah tertutup sampai siap digunakan.

Persiapan Wadah dan Ikan Uji

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) yang diperoleh dari Balai Riset Budidaya Ikan Hias. dengan bobot rata-rata $0,53 \pm 0,01$ gram dan panjang total tubuh rata-rata $3,12 \pm 0,02$ cm, berumur ± 2 bulan. Ikan ditebar sebanyak 15 ekor per akuarium. Wadah yang digunakan adalah akuarium berjumlah 15 buah yang berukuran $\pm 40 \times 30 \times 30$ cm^3 dengan ketinggian air ± 15 cm dan besaran aerasi yang sama pada setiap akuarium.

Pemeliharaan Ikan

Sebelum perlakuan, ikan diadaptasikan terlebih dahulu selama satu minggu dan diberi pakan kontrol secara *at satiation*. Setelah masa adaptasi selesai ikan dipuasakan selama 24 jam dengan tujuan untuk menghilangkan pengaruh sisa pakan dalam tubuh ikan. Kemudian, ikan ditimbang dan diukur sebelum dimasukkan ke dalam akuarium. Pemeliharaan ikan dilakukan selama dua bulan dengan pemberian pakan secara *at satiation* (sekenyangnya) sebanyak tiga kali sehari yakni pada jam 08.00, 12.00 dan 16.00 WIB dengan pakan sesuai masing-masing perlakuan.

Pengukuran Total Karotenoid dan Analisis Data

Total karotenoid (kulit dan sirip) diukur menggunakan spektrofotometer. Total karotenoid dilakukan dengan cara penimbangan jaringan sampel ± 40 -50 mg dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan aseton sebanyak 5 ml, kemudian dihomogenkan hingga larut sempurna. Aseton ditambahkan lagi sampai volume mencapai 10 ml, selama beberapa menit diaduk sampai merata. Larutan yang sudah homogen, disaring dengan Whatmann. Larutan dianalisis menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 380, 450, 475, dan 500 nm. Hasil yang paling tinggi digunakan dalam perhitungan nilai total karotenoid. Prosedur ini mengacu pada Sukarman *et al* (2014).

$$\text{Total Karotenoid} = \frac{A_{\max}}{K} \times \frac{V_p \times F_p \times 100}{\text{Bobot sampel (mg)}}$$

Keterangan:

A_{\max} : Absorban maksimum; F_p : Faktor pengenceran; V_p : Volume aseton; K: Konstanta (250)

Data total karotenoid dianalisis secara statistik menggunakan metode *One Way ANOVA* pada tingkat kepercayaan 95% dengan program SPSS 17.0. Apabila hasil uji antar perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan pada $\alpha < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan tepung kepala udang dalam formulasi pakan memberikan pengaruh terhadap total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) ($\alpha < 0,05$). Kandungan karotenoid diukur pada kulit, sirip, dan ekor ikan dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 380, 450, 475, dan 500 nm. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Rata-rata perubahan total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*)

Perlakuan	Kulit (ppm)			Sirip (ppm)		
	Awal	Akhir	Δ	Awal	Akhir	Δ
Kontrol	6,75	13,33	6,58 \pm 0,16 ^a	11,36	23,66	12,31 \pm 0,16 ^a
TKU 10%	7,36	14,05	6,69 \pm 0,11 ^a	11,78	24,35	12,57 \pm 0,18 ^a
TKU 20%	7,53	14,72	7,19 \pm 0,13 ^b	9,58	22,77	13,19 \pm 0,07 ^b
TKU 30%	6,75	14,29	7,54 \pm 0,11 ^c	11,36	24,89	13,54 \pm 0,24 ^c
TKU 40%	6,77	13,93	7,16 \pm 0,29 ^b	9,79	22,97	13,19 \pm 0,08 ^b

Keterangan:

- Huruf yang berada pada kolom yang sama menandakan hasil uji Duncan pada tingkat $\alpha < 0,05$.
- TKU = Tepung Kepala Udang
- Δ Total karotenoid = Penambahan nilai total karotenoid ikan

Warna pada ikan hias terlihat pada kulit dan siripnya, sehingga pada penelitian ini dilakukan analisis karotenoid pada bagian-bagian tersebut. Total karotenoid dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil menunjukkan pada semua perlakuan berbeda nyata ($\alpha < 0,05$). Perubahan total karotenoid tertinggi terdapat pada penambahan TKU 30%, TKU 20%, TKU 40%, TKU 10%, dan terendah pada perlakuan kontrol. Total karotenoid untuk semua perlakuan, tertinggi pada sirip.

Menurut Withers (1992), jaringan tubuh ikan yang banyak mengandung karotenoid adalah kulit. Pembentukan warna pada tubuh ikan karena adanya sel pigmen yang terletak pada lapisan epidermis (Sally, 1997). Karotenoid yang terdapat TKU merupakan astaxanthin yang teresterifikasi (Kalinowski *et al.*, 2007). Crustaceae memiliki kandungan karotenoid terbanyak dalam bentuk astaxanthin teresterifikasi (Shahidi dan Synowiecki, 1991). Astaxanthin yang teresterifikasi lebih banyak disimpan dalam kulit, berbeda dengan astaxanthin sintesis dalam bentuk bebas yang banyak disimpan dalam daging, dan jaringan organ dalam (Shiang, 2006).

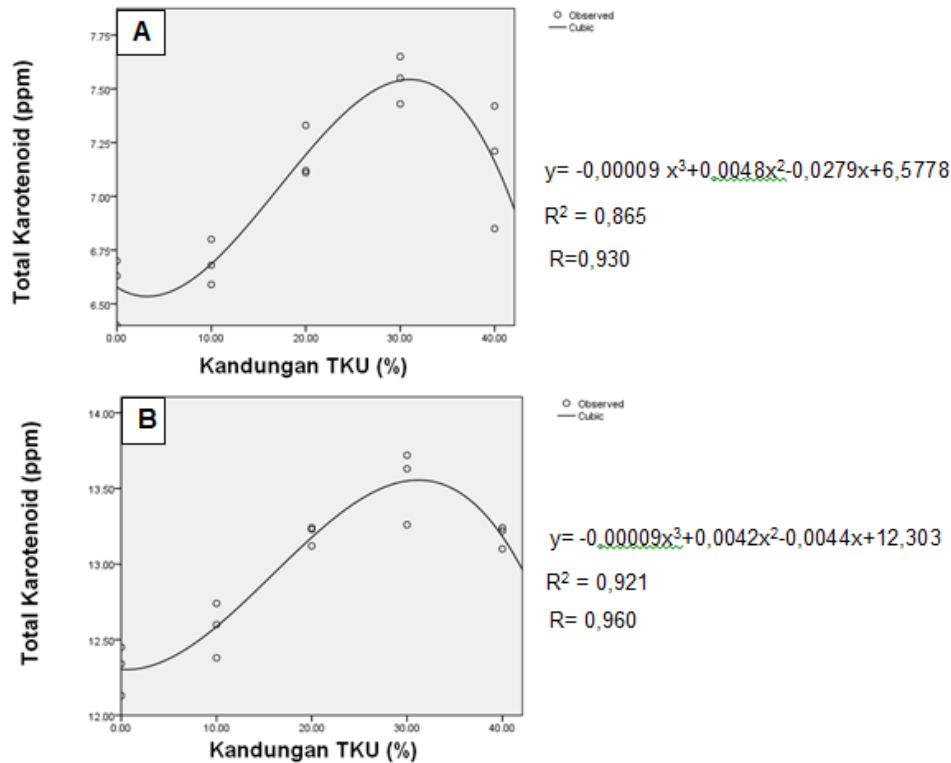
Meningkatnya kandungan karotenoid dalam pakan yang diberikan menyebabkan meningkatnya juga kandungan karotenoid dalam tubuh ikan. Hal ini sesuai dengan Yi *et al.* (2015), bahwa pemberian TKU 24% meningkatkan kandungan karotenoid dalam kulit ikan *yellow croaker (Larimichthys croceus)* dibandingkan pemberian TKU 12% dan TKU 0%. Penambahan tepung dari crustaceae dapat meningkatkan warna kulit ikan *red porgy (Pagrus pagrus)* (Cejas *et al.*, 2003; Kalinowski *et al.*, 2007; Tejera *et al.*, 2007).

Karotenoid merupakan bentuk aktif dari vitamin A, sebagian besar vitamin A terdapat dalam bentuk eter esensial retinil bersama karotenoid akan larut dalam lemak. Proses pencernaan lemak di dalam lambung tidak efektif dikarenakan lambung tidak memiliki enzim yang dapat mencerna lemak. Cairan digestif yang mencerna lemak dalam lambung berasal dari hati, pankreas dan dinding usus. Proses pencernaan lemak secara intensif dimulai dari dinding usus. Karotenoid yang larut dalam lemak akan dicerna di bagian usus dengan enzim lipase pankreas dan garam empedu. Lipase pankreas akan menghidrolisis trigliserid menjadi monogliserid dan asam lemak. Garam empedu berfungsi sebagai pengemulsi lemak, sehingga terbentuk *micelle* (partikel lemak berukuran kecil) yang mengandung asam lemak, monogliserid, dan kolesterol. Sesuai dengan pernyataan Affandi *et al.* (2005).

Menurut Rahayu (2008), di dalam sitoplasma sel mukosa usus halus, karotenoid dipecah menjadi retinol, kemudian diserap oleh dinding usus bersamaan dengan diserapnya asam lemak, kemudian digabungkan dengan dengan kilomikron lipoprotein yang merupakan asam lemak dan monogliserida yang dibentuk menjadi trigliserida (lipid), kemudian berkumpul berbentuk gelembung dan bergabung dengan lipoprotein, lalu diserap melalui saluran limfatik. *Micelle* bersama retinol masuk ke saluran darah dan ditransportasikan menuju hati, kemudian di hati retinol akan bergabung dengan asam palmitate dan disimpan dalam bentuk retinil-palmitat. Bila diperlukan oleh sel-sel tubuh, retinil palmitate akan diikat oleh protein pengikat retinol (PPR) atau retinol binding protein (RBP) yang disintesis dalam hati. Selanjutnya ditransfer ke protein lain, untuk diangkut ke sel-sel jaringan. Sehingga karotenoid yang terdapat dalam tepung kepala udang dapat diserap ke dalam tubuh ikan.

Penambahan tepung kepala udang dalam formulasi pakan memberikan pengaruh terhadap total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) ($\alpha < 0,05$). Kandungan karotenoid diukur pada kulit, sirip, dan ekor ikan dengan menggunakan spektrofotometri pada panjang gelombang 380, 450, 475, dan 500 nm. Hasil uji dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini.

Hasil uji regresi menunjukkan bahwa penambahan tepung kepala udang dalam formulasi pakan memberikan pengaruh terhadap total karotenoid kulit dan sirip ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) ($\alpha < 0,05$). Hasil uji dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1. Hubungan penambahan tepung kepala udang terhadap total karotenoid dalam (A) kulit (B) sirip ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*)

Hasil uji regresi penambahan TKU terhadap total karotenoid ikan sumatra albino (*Puntius tetrazona*) berupa regresi kubik pada kulit maupun sirip. Hasil uji regresi menunjukkan bahwa total karotenoid ikan bergantung pada penambahan TKU dalam pakan. Persamaan regresi pada kulit yaitu $y = -0,00009x^3 + 0,0048x^2 - 0,0279x + 6,5778$ yang menunjukkan hubungan negatif, dikarenakan pada TKU 40% terjadi penurunan total karotenoid. Sehingga dapat disimpulkan, penggunaan TKU optimum pada TKU 30%, dan jika ditambahkan konsentrasinya akan terjadi penurunan total karotenoid. Terdapat hubungan kuat antara penambahan TKU dan total karotenoid kulit ikan ($R^2 = 0,865$). Persamaan regresi pada sirip yaitu $y = -0,00009x^3 + 0,0042x^2 - 0,0044x + 12,303$, seperti pada kulit yang juga menunjukkan hubungan negatif. Terdapat hubungan kuat antara penambahan TKU dan total karotenoid sirip ikan ($R^2 = 0,921$).

Dapat dikatakan faktor lain selain penambahan TKU pada kulit ikan sebesar 13,5%, dan pada sirip sebesar 7,9%. Menurut Latscha (1990), banyak faktor yang mempengaruhi pigmentasi, diantaranya pigmen, pakan, spesies itu sendiri, lingkungan, dan penyakit.

SIMPULAN

Penambahan TKU 30% dalam pakan memberikan peningkatan total karotenoid tertinggi pada sirip sebesar $13,54 \pm 0,24$ ppm dan pada kulit sebesar $7,54 \pm 0,11$ ppm. Hasil uji regresi menunjukkan hubungan kuat antara penambahan TKU dan total karotenoid kulit ikan ($R^2 = 0,865$), dan sirip ikan ($R^2 = 0,921$).

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi R, Sjafei DS, Raharjo MF, Sulistiono. 2005. *Fisiologi Ikan, Pencernaan dan Penyerapan Makanan*. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Ahilan BK, Jegan N, Felix, Raveneswaran K. 2008. Influence of Botanical Additives on The Growth and Coloration of Adult Goldfish. *Tamil Nadu Journal Veterinary and Animal Science* 4(4): 129-134.
- Amar EC, Kiron V, Satoh S, Watanabe T. 2004. Enhancement of innate immunity in rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss* Walbaum) associated with dietary intake of carotenoid from natural products. *Fish & Shellfish Immunology* 16(1):527-537.
- Anderson S. 2000. *Salmon Colour and Consumer*. Hoffman-La Roche Limited. Ontario. Canada.
- Cejas JR, Almansa E, Tejera N, Jerez S, Bolaños A, Lorenzo A. 2003. Effect of dietary supplementation with shrimp on skin pigmentation and lipid composition of red porgy (*Pagrus pagrus*) alevins. *Aquaculture*. 2(8):457-469.
- Craik JCA. 1985. Egg quality and egg pigment content in salmonid fishes. *Aquaculture*. 47(1):61-68.
- Christiansen R, Torrissen OJ. 1997. Effects of dietary astaxanthin supplementation on fertilization and egg survival in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*. 153:51-62.
- Ezhil JC, Jeyanthi, Narayanan M. 2008. Marigold as a Carotenoid Source on Pigmentation and Growth or Red Swordtail, *Xiphophorus helleri*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science* 8: 99-102.
- Gupta SK., Jha AK. 2006. Use of Natural Carotenoids for Pigmentation in Fishes. *Central Institute of Fisheries Education*. 6(1):46-49.
- 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*. 272:451-457.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2011. Data perikanan Indonesia [Internet]. [diacu 20 November 2016]. Tersedia pada: <http://statistik.kkp.go.id/>.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2013. *Statistik Ekspor Hasil Perikanan 2013*. Pusat Data Statistik dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan. Hal 509.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. *Target produksi ikan hias*. [Internet]. [diacu 10 Mei 2017]. Tersedia pada: <http://news.kkp.go.id/index.php/2017-produksi-ikan-hias-ditargetkan-capai-21-miliar-ekor/>.
- Latscha T. 1990. *Carotenoids in Aquatic Animal Nutrition, Their Nature and Significance in Animal Feeds*. Roche Publication. Animal Nutrition and Health, Basle, Switzerland. Hal 110.
- Lingga, Susanto. 1995. *Ikan Hias Air Tawar*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal 198-202.
- Mandal, B., Mukherjee, M., Banerjee, S. 2010. Growth and Pigmentation Development Efficiencies in Fantail Guppy, *Poecilia reticulata* Fed with Commercially Available Feeds. *Agricultural Biological Journal of North America* 1(6): 1264-1267.
- Rahayu ID. 2008. Klasifikasi Fungi dan Metabolisme Vitamin. [diacu 15 Mei 2017]. Tersedia pada: <http://imbang.staff.umm.ac.id>

- Sally E. 1997. Pigment Granula Transport in Cromatophores. Departement of Biologi Buckell University. Lewisburg. Hal 72-94.
- Sartika EY, Yulianti L, Wijayanti H, Diantari R. 2014. Efektivitas Pemberian Astaxanthin pada Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Badut (*Amphiprion ocellaris*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(1):312-317.
- Shahidi F, Synowiecki J. 1991. Isolation and characterization of nutrients and value added products from snow crab (*Chionoecetes opilio*) and shrimp (*Pandalus borealis*) processing discards. *J. Agric. Food Chem.* 39:1527–1532.
- Shiang TP. 2006. Skin Colour Changes in Ornamental Koi (*Cyprinus carpio*) Feed Dietary Carotenoid Source. [Thesis]. University of Malaysia.
- Subamia IW, Nina M, Karunia LM. 2010a. Peningkatan Kualitas Warna Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis insicus*, Weber 1907) melalui Pengkayaan Sumber Karotenoid Tepung Kepala Udang dalam Pakan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Depok.
- Subamia IW, Ahmad M, Ruby VK. 2010b. Pemanfaatan Maggot yang Diperkaya dengan Zat Pemicu Warna sebagai Pakan untuk Peningkatan Kualitas Warna Ikan Hias Rainbow (*Melanotaenia boesemani*) Asli Papua. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Depok.
- Sukarman, Hirnawati R. 2014 Alternatif Karotenoid Sintesis (Astaxantin untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)). *Widyariset*. 3(17):333-342.
- Sukarman, Hirnawati R, Subandiyah S, Meilisza, Subamia IW. 2014. Penggunaan Tepung Bunga Marigold dan Tepung *Haemotococcus pluvialis* sebagai Sumber Karotenoid untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koi. *Jurnal Riset Akuakultur*. 9(2):237-249.
- Tejera N, Cejas JR, Rodríguez C, Bjerkeng B, Jerez S, Bolaños A, Lorenzo A. 2007. Pigmentation, carotenoids, lipid peroxides and lipid composition of skin of red porgy (*Pagrus pagrus*) fed diets supplemented with different astaxanthin sources. *Aquaculture*. 2(7):218–230.
- Yi X, Li J, Xu W, Zhou H, Smith AA, Zhang W, Mai K. 2015. Shrimp shell meal in diets for large yellow croaker *Larimichthys croceus*: Effects on growth, body composition, skin coloration and anti-oxidative capacity. *Aquaculture* 441:45-50.