

PERANAN ASTAXANTHIN SEBAGAI SUMBER WARNA PADA IKAN HIAS

Astaxanthin Function as Colour Source in Ornamental Fish

Thoy Batun Citra Rahmadani^{1*}, Damai Diniariwisan¹

¹Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram
*citra@unram.ac.id

*Diserahkan tanggal 09 Februari 2025, Diterima setelah perbaikan tanggal 05 Maret 2025,
Disetujui terbit tanggal 13 Maret 2025*

Abstrak

Ikan hias menjadi salah satu komoditas perikanan yang terus berkembang di Indonesia, dengan produksi yang meningkat setiap tahun. Warna merupakan salah faktor yang menentukan nilai jual ikan hias. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi warna yaitu genetik, kesehatan ikan dan pakan yang diberikan. Astaxanthin, salah satu jenis karotenoid, berperan penting dalam pewarnaan ikan hias. Diketahui astaxanthin mampu menghasilkan warna merah pada kulit ikan. Astaxanthin tidak dapat disintesis dari dalam tubuh ikan sehingga memerlukan sumber eksternal melalui pakan. Penulisan artikel ini menggunakan metode review jurnal yang berasal dari beberapa jurnal dan dijelaskan secara deskriptif. Hasil dari review artikel yang didapatkan yaitu ada dua sumber astaxanthin yang banyak digunakan saat ini yaitu sintesis kimia dan ekstraksi dari bahan alami. Astaxanthin sintesis memiliki harga yang lebih ekonomis tetapi bioaktivitasnya lebih rendah dibandingkan astaxanthin alami. Sumber alami astaxanthin dapat diperoleh dari mikroalga *Haematococcus pluvialis*, kepiting dan udang. *H. pluvialis* merupakan sumber astaxanthin alami dengan kandungan tertinggi, yang dapat diproduksi melalui kultur yang diberi stres seperti perubahan suhu dan pencahayaan. Selain itu, udang dan kepiting juga mengakumulasi astaxanthin dalam tubuh melalui konsumsi pakan yang kaya akan karotenoid. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian astaxanthin dalam pakan mampu meningkatkan kecerahan warna pada ikan hias secara signifikan.

Kata kunci: alami, astaxanthin, ikan hias, sintesis, warna

Abstract

Ornamental fish are one of the fishery commodities that continue to grow in Indonesia, with production increasing every year. Color is the most important factor that determine ornamental fish value in market. There are several factors that affect color of ornamental fish, genetics, fish health and the feed given. Astaxanthin, a type of carotenoid, plays an important role in the coloring of ornamental fish. It is known that astaxanthin can produce red colour on fish skin. Astaxanthin cannot be synthesized from within the fish's body, so it requires external sources through feed. This article was written using a journal review method from several journal and was explained descriptively. The results of the article review obtained were that there are two sources of astaxanthin that are widely used today, namely chemical synthesis and extraction from natural materials. Synthetic astaxanthin has a more economical price but its bioactivity is lower than natural astaxanthin. Natural sources of astaxanthin can be obtained from the microalgae *Haematococcus pluvialis*, crabs and shrimp. *H. pluvialis* is a natural source of astaxanthin with the highest content, which can be produced through cultures that are given stress such as changes in temperature and lighting. In addition, shrimp and crabs also accumulate astaxanthin in the body through the consumption of feed rich in carotenoids. Several studies have shown that giving astaxanthin in feed can significantly increase the brightness of the color in ornamental fish.

Keywords: natural, astaxanthin, ornamental fish, synthesis, color

PENDAHULUAN

Ikan hias merupakan salah satu komoditas perikanan yang saat ini banyak dibudidayakan. Menurut KKP (2024), produksi ikan hias di Indonesia terus mengalami peningkatan, sebab ikan hias asli Indonesia semakin banyak peminatnya di pasaran dunia. Terdapat 4.798 spesies ikan hias di Indonesia dan 129 diantaranya adalah spesies endemik (Kusumah *et al.*, 2017). Ikan hias jenis arwana dan ikan cupang alam termasuk dalam ikan hias yang banyak dieskpor ke pasar Amerika, Eropa dan Asia. Ekspor ikan hias Indonesia terus mengalami peningkatan mulai dari tahun 2018 sampai 2022 dengan rata-rata 6,45% setiap tahun dan nilai ekspor mencapai USD 34,5 juta. Selain itu, menurut trademap 2023 Indonesia termasuk dalam urutan kedua sebagai negara pengeksport ikan hias (KKP, 2024).

Warna pada ikan hias merupakan salah satu kriteria yang penting dalam proses penjualan. Semakin pekat warna corak ikan hias maka nilai jualnya semakin tinggi (Noviyanti *et al.*, 2015), Warna ikan hias dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi genetik, kondisi kesehatan ikan (ikan yang sakit cenderung memiliki warna yang pudar), dan pakan yang dikonsumsi (kandungan nutrisi dan senyawa kimia mempengaruhi warna). Kulit ikan memiliki kromatofora, yaitu sejenis sel yang mengandung pigmen warna. Pigmen-pigmen ini memanfaatkan karotenoid untuk menghasilkan warna kuning (xantofil), merah dan orange (karotenoid) dan coklat hitam (melanin). Pada ikan hias xantofil dan karotenoid adalah pigmen yang paling penting (Kaur dan Shah, 2017).

Karotenoid pada ikan terdiri atas beberapa jenis seperti tunaxanthin (menghasilkan warna kuning), lutein (hijau-kekuningan), beta-carotene (orange), alpha, beta-doradexanthins (kuning), zeaxanthin (kuning-orange), canthaxanthin (orange-merah), astaxanthin (merah), eichinenone (merah) dan taraxanthin (kuning) (Monica dan Swamy, 2022). Diantara semua jenis karotenoid tersebut, astaxanthin merupakan karotenoid yang paling banyak terdapat di ikan. Sebagian besar formula untuk pewarna komersil di pakan ikan hias mengandung astaxanthin yang dapat menghasilkan warna merah (Kaur dan Shah, 2017).

Astaxanthin merupakan salah satu bahan yang bisa digunakan untuk meningkatkan warna pada ikan hias. Astaxanthin mempunyai nama kimia 3,3'-dihydroxy-4, 4'-diketone- β , β' -caroten. Senyawa ini sebagian besar ditemukan dalam bentuk esterifikasi dengan asam lemak. Struktur molekulnya yang khusus membuatnya mampu larut dalam air, pelarut organik dan minyak, sehingga

sangat baik diterapkan pada pangan, kosmetik dan obat-obatan (Wu *et al.*, 2021). Selain itu, diketahui juga bahwa astaxanthin dapat berfungsi sebagai antioksidan yang sangat kuat, mencapai 10 kali lipat dibandingkan dari kelompok karoten lain seperti β -karoten, cantaxanthin, lutein dan zeaxanthin (Munifah dan Wikanta, 2006).

Astaxanthin diketahui mampu menghasilkan/memberikan warna merah. Sumber astaxanthin yang berpotensi untuk dimanfaatkan dapat berasal dari organisme-organisme perairan maupun hasil limbah biota laut seperti cangkang kepiting, kepala udang dan mikroalga. Menurut EFSA (2005), kandungan astaxanthin di ikan salmon liar sebanyak 26-38 mg/kg, kepiting (*Calinectes bellicosus*) sebesar 39 μ g/g (Montoya *et al.*, 2021), dan kepiting bakau 3,29 g (Karnila *et al.*, 2021). Ikan hias sendiri tidak mampu mensintesis astaxanthin didalam tubuh, sehingga membutuhkan asupan dari luar. Menurut Fikrillah *et al.*, (2021), ikan koi yang diberi penambahan tepung astaxanthin didalam pakan menghasilkan warna yang lebih cerah dibandingkan ikan yang tidak diberi tambahan astaxanthin. Hasil yang sama ditemukan juga oleh Apriliani *et al.*, (2021), bahwa pemberian astaxanthin sebanyak 5% mampu meningkatkan warna ikan badut dengan nilai hasil pengukuran menggunakan *Toca Colour Finder* (TCF) sebesar 17,23 sedangkan perlakuan tanpa astaxanthin memiliki nilai terendah yaitu 13,99. Sampai sekarang salah satu cara yang paling banyak digunakan untuk meningkatkan warna ikan hias adalah melalui penambahan astaxanthin langsung kedalam pakan. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk memaparkan hasil-hasil penelitian terkait sumber dan pemanfaatan astaxanthin yang berasal dari organisme perairan, terhadap warna ikan hias. Hasil yang didapatkan dari penulisan ini diharapkan mampu memberikan banyak tambahan wawasan terkait pemanfaatan astaxanthin di ikan hias.

METODE PENELITIAN

Penulisan artikel ini menggunakan metode literatur review/studi pustaka. Menurut Affandi dan Diniariwisan (2024), studi pustaka merupakan suatu kegiatan yang dilakukan dengan cara mengumpulkan data, membaca dan mengelola data secara objektif. Literatur review adalah istilah dalam metodologi penelitian yang melakukan riset tertentu untuk mengumpulkan data terkait fokus tertentu. Tujuannya yaitu menilai topik dengan kritis yang berasal dari bukti-bukti empiris sehingga dapat menjawab pertanyaan penelitian terkait (Lusiana dan Suryani, 2014)

Penelitian ini diawali dengan melakukan *research question*, yaitu pertanyaan tentang topik

yang dipilih. Dari *research question* maka pertanyaan penelitian ini yaitu bagaimana peranan astaxanthin dalam menghasilkan warna pada ikan hias?. Selanjutnya dilakukan pencarian sumber-sumber yang sesuai dengan topik untuk menjawab pertanyaan. Sumber data berasal dari jurnal dan buku yang berkaitan dengan topik penelitian dan dilakukan pencarian menggunakan *search engine* (Google). Setelah mengumpulkan data kemudian dilakukan penyeleksian dan diambil sebanyak 40 jurnal terakreditasi baik itu secara nasional maupun internasional. Selain itu sumber yang digunakan juga berasal dari 6 buku referensi. Data yang diperoleh dalam artikel ini dikumpulkan kemudian diolah dan dilakukan analisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Astaxanthin merupakan salah satu bahan yang banyak digunakan untuk meningkatkan warna di ikan hias. Warna ikan hias dipengaruhi oleh sel pigmen yang disebut kromatofor. Penambahan astaxanthin kedalam pakan mampu meningkatkan jumlah dan penyebaran kromatofor didalam jaringan kulit, sehingga kecerahan warna ikan hias dapat meningkat (Phonna *et al.*, 2022). Penggunaan astaxanthin pada pakan ikan hias telah banyak dilakukan. Berdasarkan hasil penelitian Rachmawati *et al.*, (2016), penambahan astaxanthin sebanyak 200 mg/kg didalam pakan mampu meningkatkan warna ikan platy pedang. Selanjutnya, menurut Resiani *et al.*, (2022), astaxanthin yang ditambahkan pada tepung udang rebon juga mampu menghasilkan peningkatan warna ikan koi (*Cyprinus carpio*). Peningkatan warna ikan hias dapat diamati dengan menghitung nilai *Toca Colour Finder* (TCF) dan kandungan karotenoid didalam tubuh ikan (Murtiningsih, *et al.*, 2024).

1. Astaxanthin

Astaxanthin merupakan salah satu terpenoid alami dengan panjang rangka karbon skeleton C-40 dan termasuk dalam bagian karotenoid dan xantofil yang mengandung oksigen. Struktur astaxanthin memiliki 13 ikatan rangkap terkonjugasi dan terdistribusi antara rantai polyene dan dua siklus -ionin (Pechinskii *et al.*, 2021).

2. Sumber Astaxanthin

2.1. Sintesis

Produksi astaxanthin saat ini berasal dari dua sumber, yaitu sintesis kimia dan ekstrak dari bahan alami. Astaxanthin dari bahan kimia sintesis memiliki harga yang lebih ekonomis dibandingkan yang diekstrak dari alam. Sintesis karotenid pertama kali dilakukan pada tahun 1950. Salah satu reaksi yang paling penting untuk menghasilkan sintesis karotenoid adalah reaksi Wittig. Reaksi ini terjadi

secara tidak sengaja pada tahun 1953 oleh Wittig. Hasil dari penemuan ini menyebabkan pesatnya perkembangan sintesis karotenoid secara industri. Sampai saat ini, astaxanthin sintesis dari Hoffmann-La Roche dan BASF menjadi produk astaxanthin komersil yang paling dominan di pasaran. Produk ini terdiri dari isomer (3S, 3'S), (3R, 3'S), (3S, 3'R) dan (3R, 3'R) dengan rasio 1: 2: 2: 1. Astaxanthin yang diperoleh secara sintesis memiliki kelemahan dibanding astaxanthin dari alam, yaitu bioaktivitas yang rendah. Untuk meningkatkan sifat astaxanthin sintesis, dilakukan pengembangan skema yang baru, seperti menggunakan katalis kiral yang aktif secara optik untuk mereduksi diketon secara stereoselektif. Cara lain juga dilakukan dengan menggunakan karoten hidroksilase yang memiliki aktivitas enzimatik untuk mengubah canthaxanthin menjadi astaxanthin (Pechinskii *et al.*, 2021).

Ikan hias dapat memanfaatkan astaxanthin sintesis dalam bentuk bebas dan menyimpan di daging, organ dalam, dan serum darah. Selain itu, astaxanthin sintesis ini juga dapat berikatan dengan lemak dan disimpan pada kulit (Sukarman & Hirnawati, 2014). Berdasarkan hasil penelitian Jiang *et al.*, (2019), ikan hias *Pseudochromis fridmani* yang diberikan astaxanthin sintesis menghasilkan warna yang lebih pudar dibandingkan dengan ikan hias yang diberi pakan dengan penambahan astaxanthin alami dari *Haematomococcus pluvialis*.

2.2. Alami

Astaxanthin secara alami (ditemukan di alam) terdapat dalam bentuk bebas dan dalam keadaan terestriifikasi dari satu atau kedua gugus hidroksil. Wade *et al.*, (2017) melaporkan bahwa astaxanthin monoester dibentuk oleh asam lemak jenuh, sedangkan diesternya dibentuk oleh asam lemak tak jenuh tunggal dan tak jenuh ganda. Astaxanthin monoester kaya akan asam lemak tak jenuh ganda, yaitu C20:5 dan C22:6. Komposisi fraksional astaxanthin bebas dan esternya tergantung dari jenis sumber xantofil, metabolisme, tahap siklus hidup, dan faktor lingkungan lainnya (Pechinskii *et al.*, 2021). Pada alga *H. pluvialis*, kelompok astaxanthin terdiri atas astaxanthin bebas (5%), monoester (70%) dan diester (25%) (Liu dan Osawa, 2007).

2.2.1. *Haematomococcus pluvialis*

H. pluvialis merupakan salah satu mikroalga hijau yang diketahui memiliki kandungan astaxanthin tertinggi. Mikroalga ini memiliki habitat di air tawar dan paling menjanjikan untuk diproduksi secara komersial. Alga hijau (Chlorophyta) *H. pluvialis* tumbuh subur pada perairan tawar

dangkal seperti kolam kecil (Selvan dan Muthusamy, 2023). Astaxanthin dari *H. pluvialis* diketahui telah dikomersilkan sekitar 35 tahun (Turan, 2023).

Sel *H. pluvialis* umumnya berbentuk bulat dan oval dengan diameter sekitar 30 μm . Pada awalnya, *H. pluvialis* merupakan mikroalga hijau yang berenang bebas dengan kloroplas tunggal yang mengandung pyrenoid, kemudian akan kehilangan flagella dan membulat sampai menjadi palmella yang non-motil, selanjutnya beralih menjadi aplanospore yang berdinding tebal. Sel vegetative *H. pluvialis* dapat bereproduksi secara aseksual dengan menghasilkan 2-32 anakan sel. Astaxanthin mulai terakumulasi ketika diberikan/terjadi stress saat tahap kultur yang kedua dalam bentuk konsentrasi garam, penurunan nitrogen, variasi intensitas cahaya dan peningkatan suhu (Zhu *et al.*, 2021). Astaxanthin terjadi saat tahap intermediat, dimulai dengan proses pembentukan kista, dimana sel *H. pluvialis* berubah menjadi berwarna orange kehijauan. Proses ini dapat diamati pada hari ke 7 sampai hari ke 10. Pada hari ke 11 hingga ke 14, sel-sel mulai berwarna merah, ini merupakan proses pembentukan astaxanthin. Dinding sel tebal yang mengandung algenan terbentuk dan melindungi sel-sel aplanospore dari asetolisis. Pada tahap aplanospora telah matang, astaxanthin terakumulasi didalam sitoplasma perinukleus sehingga menghasilkan warna merah cerah didalam sel (Oslan *et al.*, 2021).

Siklus hidup *H. pluvialis* bersifat kompleks. Siklus ini terutama ditandai oleh transformasi morfologi dari sel motil berwarna hijau menjadi sel spora merah. Hal ini menyebabkan terjadi pengembangan dan penggunaan dua tahap metode kultur skala besar. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi proses budidaya ini. Proses pengembangbiakan sel alga *H. pluvialis* saat fase sel motil hijau optimal jika menggunakan intensitas cahaya $<80 \mu\text{mol photons m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, namun untuk dapat menghasilkan astaxanthin (fase spora nonmotil) dibutuhkan intensitas cahaya yang tinggi 300-500 $\mu\text{mol photons m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Dengan kondisi stress maka dapat mendorong terjadinya sintesis astaxanthin (Wang *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2017). Berdasarkan hasil penelitian Firmansyah *et al.*, (2019), akumulasi astaxanthin di *H. pluvialis* terjadi saat media dan nutrisi ditambahkan kedalam media pemeliharaan dalam jumlah yang sedikit serta intensitas pencahayaan tinggi. Intensitas cahaya yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya stres pada *H. pluvialis* sehingga memicu terjadinya pembentukan astaxanthin didalam sel. Suhu juga menjadi salah satu faktor yang menentukan kandungan astaxanthin *H. pluvialis*. Menurut Hong *et al.*, (2015), saat berada di suhu 25-28 °C *H.*

pluvialis memproduksi astaxanthin lebih banyak dibandingkan ketika dibudidaya pada suhu yang rendah yaitu 23 °C. Selain itu, penambahan BHT (*Butylated Hydroxytoluene*) juga mampu meningkatkan astaxanthin di *H. pluvialis* dengan nilai 0,916 mg/L (Awaliyah *et al.*, 2019)

2.2.2. Kepiting

Hewan krustase seperti kepiting dapat mensintesis astaxanthin melalui reaksi metabolisme dari karotenoid lain seperti β -karoten, lutein dan zeaxanthin. Selain itu, bisa juga dilakukan dengan menyimpan astaxanthin yang berasal dari makanan langsung. Krustase mengakumulasi astaxanthin di jaringan, kutikula, hemolimfa dan telur dalam bentuk bebas atau teresterifikasi sebagai mono diester dengan asam palmitic, oleic, atau linoleate. Astaxanthin bebas beredar didalam hemolimfa dan dapat masuk kedalam membrane sel dimana astaxanthin tersebut bisa mencegah peroksidasi lipid dan mempertahankan struktur membrane (Simat *et al.*, 2022).

2.2.3. Udang

Jenis krustase berikutnya yang berpotensi sebagai penghasil astaxanthin adalah udang. Kandungan astaxanthin bebas pada hepatopankreas udang yang berasal dari alam diketahui memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan udang yang dipelihara dalam kondisi ekstensif dan super intensif, dengan masing-masing nilai 22,82 $\mu\text{g/g}$ (dialam), 6,95 $\mu\text{g/g}$ (ekstensif) dan 0,54 $\mu\text{g/g}$ (super intensif). Perbedaan ini disebabkan oleh makanan yang dikonsumsi di alam masih sangat beragam dan berlimpah. Udang di alam umumnya memakan gastropoda kecil, bivalve, dan krustase yang mengandung banyak karotenoid. Pada kondisi daerah estuary udang juga mengkonsumsi produsen utama seperti mikro dan makroalga. Udang diketahui tidak bisa mensintesis astaxanthin didalam tubuhnya, sehingga asupan makanan dari luar memberikan dampak pada kandungan astaxanthin (Quintana-Lopez *et al.*, 2019).

Untuk mendapatkan ekstrak astaxanthin dari udang dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut minyak kelapa. Berdasarkan hasil penelitian Maharani *et al.*, (2023), ekstrak astaxanthin dari karapaks udang vanname (*Litopenaeus vannamei*) menggunakan pelarut minyak kelapa dengan suhu 70 °C, mampu menghasilkan astaxanthin sebesar 11,718 $\mu\text{g/g}$. Selain itu, derajat warna *redness* yang didapatkan juga menjadi lebih tinggi, yaitu sebesar 3,477 dibandingkan dengan suhu ruang (27 °C) yang memiliki nilai 1,323. Ekstrak astaxanthin pada udang dapat juga dilakukan dengan bahan kimia seperti methanol, hexan:isopropanol dan aseton, namun kandungan astaxanthin terbaik didapatkan saat menggunakan pelarut hexan:isopropanol (177,76 $\mu\text{g/g}$) sedangkan methanol

kandungan astaxanthinnya hanya 39,54 µg/g (Dave *et al.*, 2020).

Waktu ekstraksi juga dapat menghasilkan perbedaan jumlah kandungan astaxanthin yang diperoleh. Menurut Karnila *et al.*, (2021), waktu ekstraksi selama 240 menit menghasilkan nilai astaxanthin yang tinggi yaitu 5,09 mg/g dibandingkan dengan waktu 120 menit yang kandungan astaxanthinnya hanya 2,635 mg/g.

Kandungan astaxanthin pada udang paling banyak ditemukan di karapaks dibandingkan dengan daging. Hal ini disebabkan karena udang tidak mensintesis sendiri astaxanthin, sehingga dapat terjadi perbedaan mekanisme dan penyebaran pada bagian-bagian tubuh udang (Routray *et al.*, 2019). Sachindra *et al.*, (2005) melaporkan bahwa kandungan karotenoid (paling banyak astaxanthin dalam bentuk mono dan diester) di beberapa bagian tubuh 6 jenis spesies udang memiliki perbedaan. Dalam pengamatan ini diambil 6 jenis spesies udang *Penaeus monodon*, *Penaeus indicus*, *Metapenaeus dobsonii*, *Parapenaeopsis stylifera*, *Solonocera indica*, dan *Aristeus alcocki*. Hasilnya total karotenoid paling tinggi terdapat di karapas (59,8-117 µg/g), kepala (35,8-185,3 µg/g) dan daging (10,4-21,4 µg/g).

3. Pemanfaatan Astaxanthin di Ikan Hias

Warna ikan hias sangat ditentukan oleh makanan yang dikonsumsi. Upaya yang dapat diberikan untuk bisa meningkatkan warna yaitu dengan menambahkan astaxanthin didalam pakan. Astaxanthin dapat ditemukan pada beberapa bahan alami, khususnya yang berasal dari organisme laut. Penelitian tentang penggunaan astaxanthin dari beberapa sumber terhadap warna ikan hias dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengaruh Pemberian Astaxanthin pada Warna Ikan Hias

Sumber Astaxanthin	Dosis	Hasil	Sumber
Astaxanthin sintesis	150 mg/kg	Meningkatkan total karotenoid di kulit ikan hias jenis koki (<i>Carassius auratus</i>) sebesar 59,55 mg/kg, 4-5 kali lipat lebih tinggi dibandingkan dengan ikan koki yang tidak diberi penambahan astaxanthin dalam pakan	Sukarman & Hirnawati, 2014
Astaxanthin sintesis (Lucantin Pink CWD)	10%	Menghasilkan nilai warna merah (<i>redness</i> (a*)) ikan Rainbow Trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) tertinggi sebesar 12,79. Kandungan astaxanthin ditubuh juga memiliki	Zhao <i>et al.</i> , (2022)

		nilai tertinggi sebesar 6,32 mg/kg, dibandingkan dengan kontrol (tanpa penambahan astaxanthin dipakan) hanya 2,76 mg/kg	
Astaxanthin sintesis (Carophyll ^R Pink)	50-80 mg/kg	Meningkatkan nilai <i>hue</i> dan <i>chroma</i> pada ikan red porgy (<i>Pagrus pagrus</i>)	Nogueira <i>et al.</i> , (2021)
<i>H. pluvialis</i>	200-400 mg/kg	Ekstrak astaxanthin dari <i>H. pluvialis</i> dengan menggunakan metode HCl-aseton dapat meningkatkan pigmentasi warna di ikan badut (<i>Amphiprion ocellaris</i>)	Lee <i>et al.</i> , (2023)
<i>H. pluvialis</i>	400 mg/kg	Ikan hias <i>blood parrot</i> (<i>Cichlasoma citrinellum</i> x <i>Cichlasoma synspilum</i>) yang diberi pakan dengan penambahan astaxanthin dari <i>H. pluvialis</i> menghasilkan kulit berwarna merah muda sedangkan pada ikan yang tidak diberi penambahan astaxanthin memberikan warna abu-abu	Feng <i>et al.</i> , (2018)
Tepung kepala udang	15%	Meningkatkan warna merah pada ikan koi dan menghasilkan nilai kandungan karotenoid tertinggi sebesar 620,07 mg/L	Subamia <i>et al.</i> , (2013)
Tepung kepala udang	10%	Meningkatkan kecerahan warna ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i> L.)	Riansah, <i>et al.</i> , (2020)
Tepung kepala udang	40%	Warna hitam dan kuning pada ikan maanvis (<i>Pterophyllum scalare</i>) yang diberi pakan dengan penambahan tepung kepala udang relative muncul lebih cepat dibandingkan dengan ikan maanvis yang diberi perlakuan pakan komersil	Kurnia <i>et al.</i> , (2013)
Spirulina	6%	Mampu meningkatkan kecerahan warna ikan nemo (<i>Premnas biaculeatus</i>). Nilai <i>Toca Colour Finder</i> pada ikan yang diberi tepung spirulina 6% menghasilkan TCF tertinggi yaitu 28-30 sedangkan pada ikan yang tidak diberi penambahan tepung spirulina nilai TCFnya 22-24	Rahayu <i>et al.</i> , (2024)

KESIMPULAN

Astaxanthin sangat berperan penting dalam peningkatan warna ikan hias. Terdapat beberapa sumber yang bisa digunakan diantaranya yaitu astaxanthin sintesis, ekstrak dari *H. pluvialis*, cangkang kepiting dan tepung kepala udang. Penggunaan astaxanthin sintesis lebih murah dibandingkan astaxanthin alami namun bioaktivitasnya masih lebih rendah. *H. pluvialis* merupakan salah satu jenis mikroalga yang memiliki kandungan astaxanthin tertinggi dibandingkan dengan bahan alami lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada pihak Universitas Mataram yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga tulisan ini dapat terbentuk. Terima kasih juga kepada Damai Diniariwisan yang telah memberi bantuan dan dukungan selama proses penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, R. I dan D. Diniariwisan. (2024). ***Potential Use of Fennel (Foeniculum vulgare) as Fish Immunostimulant***. Article Review. Jurnal Perikanan. Vol. 14(2). 657-672
- Apriliani, S.I., A. Djunaedi., C.A. Suryono. (2021). ***Manfaat Astaxanthin pada Pakan Terhadap Warna Ikan Badut Amphiprion percula, Lacepede, 1802 (Actinopterygii: Pomacentriade)***. Journal of Marine Research. Vol. 10(4): 551-559.
- Awaliyah, R. B., I. Yulianti., A. Agustian dan S. Muhsinin. (2019). ***Produksi Astaxanthin pada Haematococcus pluvialis dengan Induksi Radiasi UV dan Penambahan BHT***. Journal of Pharmacopolium. Vol. 2(3): 179-187.
- Dave, D., Y. Liu., J. Pohling., S. Trenholm., W. Murphy. (2020). ***Astaxanthin Recovery from Atlantic Shrimp (Pandalus borealis) Processing Materials***. Biosource Technology Reports. Vol. 11 1-9.
- EFSA. (2005). ***Opinion of the Scientific Panel on Additives and Products or Substance in Animal Feed on the Request from the European Commission on the Safety of Use of Colouring Agents in Animal Nutrition***. Vol. 291: 1-40.
- Feng, L., H. Shuiying., L. Xiaoxia., W. Jun., L. Mingwei., A. Yu., W. Shaoting., C. Minggang. (2018). ***Effects of Dietary Supplementation With Algal Astaxanthin on Growth, Pigmentation, and Antioxidant Capacity of the Blood Parrot (Cichlasoma citrinellum x Cichlasoma synspilum)***. Journal of Oceanology and Limnology. Vol. 36 (5): 1851-1859.

- Fikrillah, J., U. M. Tang., I. Putra. (2021). ***Pengaruh Pemberian Astaxanthin Bubuk dengan Dosis yang Berbeda Terhadap Kecerahan Warna Ikan Koi (Cyprinus carpio)***. Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science). Vol. 9(3): 180-183.
- Firmansyah, A., W. Winingsih., Z.V. Ababel., N. Nurmeilasari., dan A. Setiasih. (2019). ***Produksi Astaxanthin dari Mikroalga Haematococcus pluvialis Menggunakan Ekstraksi Karbondioksida Superkritikal Yang Dimodifikasi***. Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi Indonesia. Vol. 8(2): 13-28.
- Hong, M.E., S.K. Hwang., W.S. Chang., B.W.Kim., J. Lee., S.J. Sim. (2015). ***Enhanced Autotrophic Astaxanthin Production from Haematococcus pluvialis Under High Temperature Via Heat Stress-Driven Haber-Weiss Reaction***. Appl Microbiol Biotechnol. Vol. 99(12): 5203-5215.
- Jiang, J., W. Nuez-Ortin., A. Angell., C. Zeng., R. D. Nys., M.J. Vucko. (2019). ***Enhancing the Colouration of the Marine Ornamental Fish Pseudochromis fridmani using Natural and Synthetic Sources of Astaxanthin***. Algal Research. Vol. 42. 1-10.
- Karnila, R., B. Hasan., M. Ilza., T. Lekosono., M.A.Ahmad. (2021). ***Astaxanthin Extraction of Vanname Shrimp (Litopenaeus vannamei) Using Palm Oil***. IOP Confrence The 9th International and National Seminar on Fisheries and Marine Science. 1-6.
- Kaur, R dan T.K. Shah. (2017). ***Role of Feed Additives in Pigmentation of Ornamental Fish***. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. Vol. 5(2): 684-686.
- KKP. (2024). ***Laporan Kinerja 2024***. Direktorat Jenderal Perikanan dan Budidaya. Jakarta
- Kurnia, A., Hamsah. W.H. Muskita. (2013). ***Tampilan Warna Ikan Maanvis, Pterophyllum scalare 1823, yang Diberi Pakan Tepung Udang dan Tepung Wortel***. Jurnal Ikhtiologi Indonesia. Vol. 13 (2): 187-195.
- Kusumah, R.V., A.B. Prasetio., S. Sinansari., L. Solichah., D.I. Fortrana., O. Johan. (2017). ***Status dan Potensi Bisnis Ikan Indonesia***. Penerbit Badan Riset dan Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Lee, M., C. Huang., J. Huang., C. Chang., P. Lee., F. Nan. (2023). ***The Effect of Dietary Supplementation with Haematococcus pluvialis for Enhanced Pigmentation in Amphiprion ocellaris***. Aquaculture Research. 1-9.

- Liu, X., dan T. Osawa. (2007). ***Cis-Astaxanthin and Especially 9-cisastaxanthin Exhibits a Higher Antioxidant Activity in Vitro Compared to the All-Trans Isomer***. Biochem Biophys Res Commun. Vol. 357(1): 187-193. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2007.03.120>.
- Lusiana dan M. Suryani. (2014). ***Metode SLR untuk Mengidentifikasi Isu-Isu dalam Software Engineering***. SATIN (Sains dan Teknol. Informasi). Vol. 3(1).
- Maharani, N.R., R.A. Kurniasih., Sumardianto. (2023). ***Ekstraksi Astaxanthin dengan Suhu yang Berbeda dari Karapas Udang Vaname (Litopenaeus vannamei) menggunakan Pelarut Minyak Kelapa***. Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan. Vol. 5 (1): 26-31.
- Monica, K. S dan Swamy, J. M. (2022). ***Role of Carotenoids in Ornamental Fish Culture: A Review***. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. Vol. 11(01): 249-254.
- Montoya, J. M., S. V. Mata., J. L. Acosta., B. E. H. Cabrera., L. G. L. Valdez., C. Reyes., H. J. B. Cureno. (2021). ***Obtaining of Astaxanthin from Crab Exoskeletons and Shrimp Head Shells***. Biointerface Research in Applied Chemistry. Vol. 11 (5). 13516-13523.
- Munifah, I dan T. Wikanta. (2006). ***Astaxanthin: Senyawa Antioksidan Karoten Bersumber dari Biota Laut***. Squalen. Vol 1(1): 1-5.
- Murtiningsih, S., M. Junaidi., T. B. C. Rahmadani. (2024). ***Pengaruh Penambahan Tepung Sargassum sp. pada Pakan Terhadap Kecerahan Warna Ikan Nemo (Amphiprion frenatus)***. Akuakultura. Vol. 8(2): 72-77.
- Nogueira, N., P. Canada., J.Caboz., C. Andrade., N. Cordeiro. (2021). ***Effecy of Different Levels of Synthetic Astaxanthin on Growth, Skin Color and Lipid Metabolism of Commercial Sized Red Porgy (Pagrus pagrus)***. Animal Feed Science and Technology. Vol. 276. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114916>
- Noviyanti, K., H.W. Tarsim., Maharani. (2015). ***Pengaruh Penambahan Tepung Spirulina pada Pakan Buatan Terhadap Intensitas Warna Ikan Mas Koki (Carassius auratus)***. Jurnal Rekayasa dan Tekhnologi Budidaya Perairan. Vol. 3(2): 411-416.
- Oslan, S.N.H., N. F. Shoparwe., A. H. Yusoff., A. A. Rahim., C. S. Chang., J. S. Tan., S. N. Oslan., K. Arumugam., A. B. Ariff., A. Z. Sulaiman., M. S. Mohamed. (2021). ***A Review on Haematococcus pluvialis Bioprocess Optimization of Green and Red Stage Culture Conditions for The Production of Natural Astaxanthin***. Biomoleculs. Vol. 11: 1-15.

- Pechinskii, S.V., A. G. Kuregyan., E.T. Oganesyanyan. (2021). ***Synthesis of Astaxanthin and Its Ester. In: G. A. Ravishankar and A. R. Rao. (Eds.), Global Perspective on Astaxanthin.*** Academic Press. United Kingdom. 828 hal.
- Phonna, Z., S. P. Febri., Hanisah. (2022). ***Efektivitas Penambahan Astaxanthin pada Pakan Komersil untuk Meningkatkan Kecerahan Warna, Pertumbuhan dan Sintasan Ikan Komet (Carassius auratus).*** Jurnal Mahseer. Vol. 4(1): 17-26.
- Quintana-Lopez, A., M.A. Hurtado-Oliva., M. Manzano-Sarabia., D.J. Lopez-Peraza., C. Hernandez., A. Garcia., E. Palacios. (2019). ***Effect of Rearing Conditions on Astaxanthin Accumulation in the White Shrimp Penaeus vannamei (Boone, 1931).*** Latin American Journal of Aquatic Research. Vol. 47(2): 303-309.
- Rachmawati, D., Samidjan, D., Pinandoyo, I. (2016). ***Analisis Tingkat Kecerahan Warna Ikan Platy Pedang (Xiphophorus helleri) melalui Penambahan Astaxanthin dengan Dosis Berbeda pada Pakan Komersil.*** PENA Akuatika. Vol. 13(1): 58-67.
- Rahayu, I., M. Junaidi., T. B. C. Rahmadani. (2024). ***Effect of Spirulina Flour Addition in Feed on The Increase of Colour Brightness Nemo Fish (Premnas biaculeatus).*** Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research. Vol. 26(10). 87-96.
- Resiani ., Isransyah., K. Sukarti. (2022). ***Kualitas Warna dan Performa Benih Ikan Koi (Cyprinus carpio) yang Diberi Pakan Tepung Rebom dengan Penambahan Astaxanthin.*** Jurnal Pertanian Terpadu. Vol. 10:2. 171-184.
- Riansah., A. Idrus., H. S. Baso. (2020). ***Pengaruh Penambahan Tepung Kepala Udang pada Pakan Terhadap Tingkat Kecerahan Warna Ikan Koi (Cyprinus carpio L.).*** Fisheries of Wallacea Journal. Vol. 1 (2): 69-76.
- Routray, W., D. Dave., S.K. Cheema., V.V Ramakrishnan., J. Pohling. (2019). ***Biorefinery Approach and Environment-Friendly Extraction for Sustainable Production of Astaxanthin from Marine Wastes.*** Crit. Rev. Biotechnol. Vol. 39. 469-488. <https://doi.org/10.1080/07388551.2019.1573798>.
- Sachindra, N.M., N. Bhaskar., N.S. Mahendrakar. (2005). ***Carotenoids in Different Body Components of Indian Shrimps.*** J.Sci. Food. Agric. Vol. 85. 167-172.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.1977>.

- Selvan, S.T dan S. Muthusamy.(2023). ***Nutritional Studies and Optimization of Biomass from Unicellular Microalgae Haematococcus sp.*** In ed (Rathinam, R). Haematococcus Biochemistry, Biotechnology and Biomedical Applications (13-32hal). Springer. Singapore. 357 hal.
- Simat, V., N.B. Rathod., M. Cagalj., I. Hamed., I.G. Mekinic. (2020). ***Astaxanthin from Crustaceans and Their Byproducts: A Bioactive Metabolite Candidate for Therapeutic Application.*** Marine Drugs. Vol. 20: 1-22.
- Subamia, I.W., N. Meilisa., A. Permana. (2013). ***Peningkatan Kualitas Warna Kuning dan Merah Serta Pertumbuhan Benih Ikan Koi Melalui Pengayaan Tepung Kepala Udang dalam Pakan.*** J. Ris. Akuakultur. Vol. 8(3): 429-438.
- Sukarman dan R. Hirnawati. (2014). ***Alternatif karotenoid Sintesis (Astaxanthin) untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koki (Carassius auratus).*** Widyariset. Vol. 17 (3): 333-342.
- Turan, G. (2023). ***Haematococcus Cultivation for Astaxanthin Production.*** In: R. Raja., S. Hemaiswarya., M. Narayanan., S. Kandasamy., K.R. Jayappriyan. (Eds), ***Haematococcus Biochemistry, Biotechnology and Biomedical Applications.*** Springer. Singapore. 357 hal.
- Wade, N.M., S. Cheers., N. Bourne., S. Irvin., D. Blyth., B.D. Glencross. (2017). ***Dietary Astaxanthin Levels Affect Colour, Growth, Carotenoid Digestibility and The Accumulation of Spesific Carotenoid Esters in The Giant Tiger Shrimp Penaeus Monodon.*** Aquac Res. Vol. 48: 395-406.
<https://doi.org/10.1111/are.12888>.
- Wang, J., D. Han., M. R. Sommerfeld., C. Lu., Q. Hu. (2012). ***Effect of Initial Biomass Density on Growth and Astaxanthin Production of Haematococcus pluvialis in an Outdoor Photobioreactor.*** J. Appl. Phycol. Vol. 25: 253-260.
- Wu, M., Z. Chen., J. He., J. Wang. (2021). ***Astaxanthin-biological Production and Regulaiton for Enhanced Yields. In: G. A. Ravishankar and A. R. Rao. (Eds.), Global Perspective on Astaxanthin.*** Academic Press. United Kingdom. 828 hal.
- Zhang, L.T., F. Su., C.H. Zhang., F. Y. Gong., J. G. Liu. (2017). ***Changes of Photosynthetic Behaviors and Photoprotection during Cell Transformation and Astaxanthin Accumulation in Haematococcus pluvialis Grown Outdoors in Tubular Photobioreactors.*** Int. J. Mol. Sci. Vol. 18.
- Zhao, W., Y. Guo., M. Huai., L. Li., C. Man., W. Pelletier., H. Wei., R. Yao., J. Niu. (2022). ***Comparison of the Retention Rates of Synthetic and Natural Astaxanthin in Feeds and Their Effects on***

Pigmentation, Growth, and Health in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*). Antioxidants.
Vol. 11: 1-18.

Zhu, Y., Z. Zhang., X. Xu., J. Cheng., S. Chen., J. Tian., W. Yang., M. Crocker. (2021). ***Simultaneous Promotion of Photosynthesis and Astaxanthin Accumulation During Two Stages of Haematococcus pluvialis with Ammonium Ferric Citrate***. Science of The Total Environment.
Vol. 750. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141689>