



## Pigmentasi Ikan Nemo (*Amphiprion Ocellaris*) yang diberi Ekstrak Karotenoid Konsentrasi Berbeda

Firmansyah<sup>1\*</sup>, Yasir Norau<sup>1</sup>, Asdar Burhanudin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ilmu Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Iqra Buru, Maluku, Indonesia

\*Korespondensi: [firmansyahuniqbu@gmail.com](mailto:firmansyahuniqbu@gmail.com)

### Info Artikel

Diterima 10  
Desember 2026

Disetujui 21  
Januari 2026

Dipublikasikan 15  
Februari 2026

**Keywords:**  
Distribusi Pigmen;  
Ikan Nemo;  
Karotenoid; Tomat

©2025 The  
Author(s): This is  
an open-access  
article distributed  
under the terms of  
the Creative  
Commons  
Attribution  
ShareAlike (CC BY-  
SA 4.0)



### Abstrak

*Intensitas warna ikan nemo yang menurun berkaitan dengan rendahnya produksi karotenoid pada xantofor kulit, sehingga diperlukan upaya untuk menjaga kestabilan ketersediaan karotenoid melalui sumber alami seperti tomat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh ekstrak karotenoid terhadap kandungan total karotenoid, serta ukuran dan distribusi xantofor pada kulit ikan nemo. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap, menggunakan beberapa variasi konsentrasi karotenoid yang dicampurkan ke dalam pakan ikan dan diulang dalam beberapa perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan karotenoid dalam pakan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kandungan total karotenoid pada kulit ikan nemo. Selain itu, pemberian karotenoid juga berperan dalam memperbaiki distribusi dan tingkat kematangan xantofor, sehingga warna ikan menjadi lebih cerah dan stabil. Namun demikian, perlakuan tersebut tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap ukuran xantofor. Secara keseluruhan, pemberian karotenoid pada tingkat tertentu menjadi dosis yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas warna ikan nemo melalui optimalisasi kandungan dan distribusi pigmen pada kulit.*

### Abstract

*The decline in the color intensity of clownfish is associated with reduced carotenoid production in the xanthophores of their skin, highlighting the need to maintain carotenoid availability through natural sources such as tomatoes. This study aimed to analyze the effect of carotenoid extract on total carotenoid content, as well as the size and distribution of xanthophores in clownfish skin. An experimental method employing a Completely Randomized Design was applied, involving several concentrations of carotenoids incorporated into fish feed with multiple replications. The fish were reared under controlled conditions, and observations focused on changes in color characteristics and the structure of skin pigment cells. The results demonstrated that carotenoid supplementation in the diet significantly increased the total carotenoid content in clownfish skin. In addition, the treatment influenced the distribution and maturation of xanthophores, resulting in brighter and more stable coloration. However, it did not show a significant effect on xanthophore size. Overall, the application of carotenoids at an appropriate level was identified as the most effective approach to enhancing the color quality of clownfish through the optimization of pigment content and distribution in the skin.*

## 1. Pendahuluan

Ikan *Amphiprion ocellaris* atau yang dikenal sebagai ikan nemo merupakan salah satu komoditas ikan hias laut yang memiliki nilai estetika dan ekonomi tinggi karena warna tubuhnya yang cerah dan pola yang khas. Dalam kegiatan budidaya, kualitas warna menjadi faktor utama yang menentukan daya tarik dan harga jual ikan, sehingga kestabilan pigmentasi perlu dijaga secara optimal. Namun, praktik budidaya intensif seringkali menyebabkan penurunan intensitas warna, terutama akibat keterbatasan asupan pigmen alami seperti karotenoid dalam pakan buatan. Kondisi ini menunjukkan pentingnya upaya peningkatan kualitas pakan yang mampu mendukung pembentukan dan distribusi pigmen pada jaringan kulit ikan, sehingga warna tetap cerah, stabil, dan sesuai dengan karakteristik alaminya.

*Amphiprion ocellaris* merupakan salah satu jenis ikan hias air laut yang dikenal sebagai ikan badut atau ikan nemo (Tran et al., 2022). Ikan ini sangat populer karena memiliki warna cerah yang khas, yakni perpaduan antara oranye, putih, dan hitam (Moore et al., 2023). Namun, dalam praktik budidaya intensif, sering dijumpai permasalahan penurunan warna morfologis yang menyebabkan turunnya nilai estetika dan ekonomi ikan tersebut. Penurunan warna ini umumnya terjadi pada fase benih, ketika ikan beralih dari pakan alami ke pakan buatan yang tidak mengandung pigmen penyusun warna seperti karotenoid. Padahal, karotenoid merupakan pigmen alami yang tidak dapat disintesis oleh tubuh ikan dan hanya bisa diperoleh dari pakan eksternal (Salis et al., 2019).

Karotenoid memiliki spektrum warna kuning, oranye hingga merah dan menunjukkan serapan maksimum pada sekitar 450 nm (Stahl & Sies, 2003; Riaz et al., 2021), serta berperan penting dalam fungsi fisiologis seperti antioksidan, prekursor vitamin A, dan modulator perkembangan sel (Meléndez-Martínez, 2019; Lim et al., 2023). Warna kuning, oranye, dan merah pada kulit ikan berkaitan erat dengan keberadaan karotenoid (Nhan et al., 2019; Tran et al., 2022). Selain itu, penurunan warna juga dapat disebabkan oleh stres, penyakit, penuaan, dan kondisi lingkungan yang buruk (Díaz-Jiménez et al., 2021; Kumar et al., 2022; Vissio et al., 2021; Marudhupandi et al., 2022). Dalam tubuh ikan, karotenoid disimpan dalam struktur xantosom yang terdapat dalam xantofor, yaitu sel pigmen yang bertugas mendistribusikan warna ke kulit. Xantofor juga berfungsi melindungi karotenoid dari kerusakan akibat radikal bebas atau cahaya berlebih.

Berbagai penelitian telah mengkaji pentingnya karotenoid dalam meningkatkan warna ikan hias, namun masih terdapat keterbatasan dalam pemahaman mengenai mekanisme spesifik yang menghubungkan asupan karotenoid dengan perubahan morfologi sel pigmen, khususnya xantofor pada ikan nemo. Sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada peningkatan warna secara visual atau kandungan total karotenoid tanpa mengeksplorasi secara mendalam distribusi dan tingkat kematangan xantofor sebagai indikator biologis utama pembentukan warna. Selain itu, penelitian yang mengkaji sumber karotenoid alami, seperti tomat, masih terbatas dan belum memberikan penjelasan komprehensif terkait efektivitasnya dalam mendukung stabilitas warna pada fase kritis pertumbuhan ikan, terutama saat transisi dari pakan alami ke pakan buatan.

Faktor-faktor eksternal seperti stres lingkungan, kualitas pakan, dan kondisi budidaya memang telah diidentifikasi sebagai penyebab penurunan warna, namun integrasi antara faktor tersebut dengan peran fisiologis xantofor dalam menyimpan

dan mendistribusikan karotenoid masih jarang dibahas secara holistik. Penelitian terdahulu cenderung memisahkan antara kajian nutrisi dan kajian histologis, sehingga belum mampu menjelaskan hubungan fungsional antara peningkatan asupan karotenoid dengan perubahan struktur dan fungsi xantofor secara simultan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian yang tidak hanya mengukur kandungan karotenoid, tetapi juga menganalisis ukuran, distribusi, dan tingkat kematangan xantofor untuk mengisi kesenjangan tersebut serta memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai mekanisme pembentukan warna pada ikan nemo dalam sistem budidaya intensif.

Salah satu sumber karotenoid alami yang murah, mudah diperoleh, dan potensial untuk diaplikasikan dalam pakan ikan adalah buah tomat, yang mengandung likopen dan  $\beta$ -karoten dalam jumlah tinggi (Bao et al., 2019; A. Kumar et al., 2020; Ebeneezar et al., 2020). Penggunaan ekstrak karotenoid dari tomat sebagai bahan tambahan pakan telah banyak diteliti dalam konteks peningkatan warna ikan hias. Namun, sebagian besar penelitian tersebut hanya berfokus pada peningkatan intensitas warna secara visual, sedangkan kajian tentang hubungan antara konsentrasi karotenoid dengan struktur mikroskopis seperti ukuran dan distribusi xantofor, khususnya pada ikan nemo, masih sangat terbatas. Ukuran dan distribusi xantofor diduga berperan penting dalam menentukan fenotipe warna ikan. Penelitian sebelumnya lebih banyak membahas distribusi melanofor pada spesies lain seperti *Misgurnus anguillicaudatus* (Sheng et al., 2021), sehingga diperlukan studi lebih lanjut terkait xantofor pada *Amphiprion ocellaris*.

Gap penelitian ini terletak pada keterbatasan kajian yang belum menghubungkan secara komprehensif antara asupan karotenoid dengan mekanisme biologis pembentukan warna ikan, khususnya pada aspek struktur dan distribusi xantofor. Penelitian sebelumnya masih cenderung berfokus pada hasil akhir berupa intensitas warna, sehingga diperlukan pendekatan yang lebih integratif. Berdasarkan hal tersebut, gap penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: 1) Keterbatasan kajian pada aspek visual dibandingkan mekanisme biologis, Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada peningkatan warna ikan secara visual atau kandungan total karotenoid, namun belum mengkaji secara mendalam mekanisme biologis yang mendasari, khususnya hubungan antara asupan karotenoid dengan perubahan struktur sel pigmen seperti xantofor; 2) Minimnya penelitian tentang distribusi dan kematangan xantofor, Sebagian besar studi belum mengeksplorasi distribusi, ukuran, dan tingkat kematangan xantofor sebagai indikator utama pembentukan warna. Kajian yang ada cenderung hanya menilai hasil akhir (warna), bukan proses histologis yang terjadi pada kulit ikan; 3) Kurangnya integrasi antara aspek nutrisi dan histologi, Penelitian terdahulu umumnya memisahkan kajian nutrisi (pemberian karotenoid) dengan kajian histologi (struktur sel pigmen), sehingga belum mampu menjelaskan hubungan fungsional secara holistik antara peningkatan asupan karotenoid dengan perubahan struktur dan fungsi xantofor dalam pembentukan warna ikan.

Urgensi dari penelitian ini terletak pada pentingnya menjaga kualitas warna ikan nemo agar tetap diminati pasar serta meningkatkan nilai ekonominya. Selain itu, belum adanya referensi yang cukup mengenai efek konsentrasi karotenoid terhadap struktur histologis kulit ikan menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk meneliti lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemberian ekstrak karotenoid dari tomat terhadap kadar total karotenoid, serta

ukuran dan distribusi xantofor pada kulit ikan nemo. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan dosis optimum ekstrak karotenoid yang paling efektif dalam meningkatkan kualitas warna ikan. Dengan demikian, hasil yang diharapkan dari penelitian ini antara lain adalah ditemukannya konsentrasi karotenoid yang mampu meningkatkan intensitas warna secara signifikan, serta diperolehnya data ilmiah yang dapat dijadikan rujukan dalam pengembangan teknologi budidaya ikan hias berbasis pendekatan nutrisi alami untuk mempertahankan kualitas morfologi dan estetika ikan secara optimal.

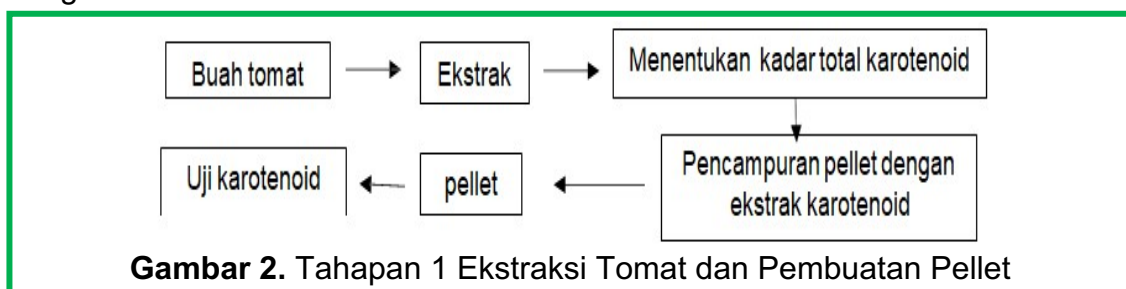
## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2022 di Balai Perikanan Budidaya Laut (BPBL) Ambon. Kegiatan analisis histologi jaringan kulit ikan dilakukan di Balai Veteriner Maros, Makassar. Objek penelitian yang digunakan adalah ikan *Amphiprion ocellaris* (ikan nemo) dengan panjang rata-rata  $2,95 \pm 0,08$  cm dan berat  $0,84 \pm 0,14$  g. Sebanyak 60 ekor ikan dipelihara dalam 12 akuarium kaca berukuran  $60 \times 30 \times 30$  cm dengan kapasitas 54 liter. Setiap akuarium diisi ikan dengan kepadatan yang sama dan dikelola dalam sistem pemeliharaan yang terkontrol untuk memastikan kondisi lingkungan tetap stabil selama penelitian berlangsung. Sistem pemeliharaan menggunakan sirkulasi air laut dengan perlakuan penyiponan dilakukan dua kali sehari serta pergantian air setiap dua hari. Kualitas air dijaga dalam kisaran optimal untuk pertumbuhan ikan, meliputi suhu  $27-29^{\circ}\text{C}$ , salinitas 30–33 ppt, pH 6,7–8,6, oksigen terlarut 5,0–5,5 mg/L, dan kadar amoniak 0,001–0,038 mg/L. Pengelolaan kualitas air ini bertujuan untuk meminimalkan stres pada ikan sehingga hasil penelitian lebih akurat. Wadah dan media pemeliharaan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar berikut:



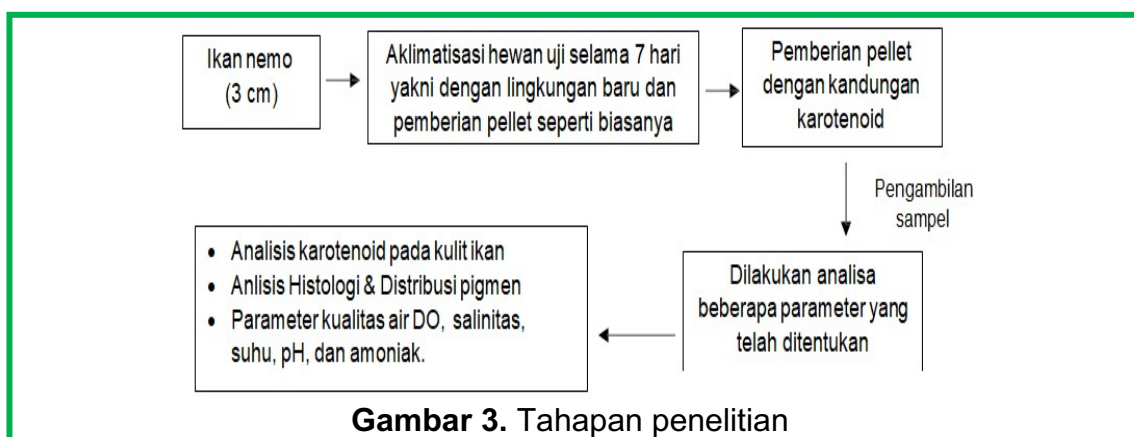
Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan konsentrasi ekstrak karotenoid dari tomat, yaitu: P0 (0%/70ellet70), P1 (0,5%), P2 (1%), dan P3 (1,5%), masing-masing dengan tiga ulangan. Penelitian ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu persiapan pakan yang diperkaya karotenoid dan pemeliharaan ikan nemo (*Amphiprion ocellaris*). Pada tahap pertama, persiapan pakan dimulai dengan pengolahan buah tomat yang terlebih dahulu dicuci, dikeringanginkan, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $65^{\circ}\text{C}$ .

Setelah kering, tomat digiling dan diayak untuk mendapatkan bubuk halus. Bubuk tomat ini kemudian diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut aseton (perbandingan 1:4, b/v) selama 24 jam. Filtrat dipisahkan menggunakan kertas saring dan corong kaca, lalu diuapkan dengan rotary evaporator untuk menghilangkan pelarut dan memperoleh ekstrak tomat kasar. Ekstrak tersebut disimpan dalam wadah gelap pada suhu 0–4°C, untuk menyiapkan pakan uji, ekstrak tomat ditimbang sesuai dengan dosis perlakuan dan dilarutkan dalam DMSO 10%. Larutan ini kemudian dicampurkan secara merata dengan pakan 71ellet komersial. Sebelum diberikan ke ikan, pakan disemprot dengan putih telur untuk memastikan ekstrak melekat pada 71ellet. Proses ini diulangi setiap minggu selama masa uji coba 50 hari guna menjaga konsistensi perlakuan. Berikut dapat dilihat pada gambar 3.



**Gambar 2.** Tahapan 1 Ekstraksi Tomat dan Pembuatan Pellet

Tahap kedua berfokus pada pemeliharaan ikan nemo. Sebelum digunakan, akuarium dan perlengkapannya dibersihkan, kemudian air laut disirkulasikan selama 24 jam. Ikan diaklimatisasi selama 7 hari di dalam akuarium, kemudian dipuasakan selama 24 jam sebelum diberikan pakan perlakuan. Pakan diberikan tiga kali sehari (pukul 08.00, 12.00, dan 17.00 WIT) sebanyak 5% dari bobot tubuh ikan, dan disesuaikan setiap 15 hari sesuai pertambahan berat ikan. Selama penelitian, air akuarium disifon dua kali sehari untuk menjaga kebersihan. Pengamatan visual terhadap kesehatan dan warna ikan dilakukan secara rutin. Pada awal dan akhir penelitian, sampel diambil untuk analisis karotenoid, distribusi pigmen, dan pemeriksaan histologis. Berikut dapat dilihat pada gambar 4.



**Gambar 3.** Tahapan penelitian

Data penelitian mencakup kandungan karotenoid pada kulit ikan, distribusi pigmen, histologi kulit, dan parameter fisika-kimia air. Analisis data dilakukan menggunakan ANOVA yang dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan nyata antar perlakuan. Hubungan antar variabel dianalisis dengan regresi dan korelasi. Distribusi pigmen dianalisis menggunakan ImageJ dan Origin, sedangkan intensitas warna dianalisis menggunakan aplikasi Color Name. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif berdasarkan standar kelayakan

hidup ikan nemo. Teknik analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara kuantitatif dengan menggunakan uji statistik untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap variabel yang diamati. Data kandungan karotenoid, distribusi pigmen, dan parameter kualitas air dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA) untuk menguji perbedaan antar perlakuan. Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang signifikan, maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan nyata antar kelompok perlakuan. Pendekatan ini digunakan untuk memastikan bahwa setiap perlakuan memberikan pengaruh yang terukur dan dapat dibandingkan secara statistik. Selain itu, analisis hubungan antar variabel dilakukan menggunakan uji korelasi dan regresi untuk mengetahui keterkaitan antara dosis karotenoid dengan peningkatan kandungan pigmen dan distribusi xantofor.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil

##### Kandungan Karotenoid pada Kulit Ikan

Hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan karotenoid tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan dosis 1,05%, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan tanpa penambahan karotenoid sebagai kontrol. Temuan ini mengindikasikan bahwa penambahan ekstrak karotenoid dari tomat dalam pakan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kandungan pigmen pada kulit ikan. Perbedaan ini mencerminkan bahwa ketersediaan karotenoid dalam pakan menjadi faktor penting yang menentukan tingkat akumulasi pigmen dalam jaringan tubuh ikan, khususnya pada bagian kulit yang berperan dalam pembentukan warna. Peningkatan kandungan karotenoid tersebut menunjukkan bahwa ikan mampu menyerap dan memanfaatkan senyawa karotenoid secara efektif untuk mendukung pembentukan warna yang lebih cerah. Proses ini berkaitan dengan kemampuan metabolisme ikan dalam mengakumulasi karotenoid yang diperoleh dari pakan, kemudian mendistribusikannya ke dalam sel pigmen seperti xantofor. Dengan demikian, semakin tinggi ketersediaan karotenoid dalam pakan, semakin optimal pula proses pembentukan warna pada ikan, sehingga menghasilkan tampilan warna yang lebih intens dan menarik.

**Tabel 1.** Rata-rata kandungan karotenoid pakan yang telah ditambahkan berbagai dosis karotenoid

Dosis Karotenoid (%)	Rata-rata kandungan karotenoid (ppm)
0	0,0006 ± 20,20 <sup>a</sup>
0,5	1,0152 ± 18,19 <sup>b</sup>
1	1,0166 ± 1,15 <sup>bc</sup>
1,5	1,0191 ± 6,66 <sup>c</sup>

Keterangan: Subscript yang berbeda menandakan perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf 5 % ( $P < 0,05$ )

Terlihat bahwa peningkatan dosis karotenoid dalam pakan diikuti oleh peningkatan kandungan karotenoid yang terukur. Perlakuan tanpa penambahan karotenoid menunjukkan nilai terendah, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan dosis paling tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan ekstrak karotenoid secara langsung berkontribusi terhadap peningkatan kandungan pigmen dalam pakan, sehingga semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin besar pula kandungan karotenoid yang tersedia untuk dikonsumsi ikan. Selain itu,

hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan, yang ditandai dengan perbedaan huruf superskrip pada setiap nilai rata-rata. Perlakuan dengan dosis yang lebih tinggi cenderung berbeda signifikan dibandingkan dengan perlakuan dosis rendah maupun kontrol, meskipun pada beberapa perlakuan terdapat nilai yang tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat batas tertentu dalam peningkatan kandungan karotenoid, di mana penambahan dosis yang lebih tinggi tidak selalu menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Dengan demikian, hasil ini menegaskan bahwa dosis karotenoid dalam pakan berpengaruh terhadap kandungan karotenoid, namun efektivitasnya tetap dipengaruhi oleh tingkat perlakuan yang diberikan.

### Karotenoid Kulit Ikan

Kandungan karotenoid pada kulit ikan merupakan indikator penting dalam menilai keberhasilan penyerapan dan pemanfaatan pigmen dari pakan. Karotenoid yang dikonsumsi ikan akan diserap melalui sistem pencernaan, kemudian didistribusikan dan diakumulasi pada jaringan tertentu, terutama pada kulit yang berperan dalam pembentukan warna. Oleh karena itu, pengukuran kandungan karotenoid pada kulit ikan menjadi parameter utama untuk mengetahui efektivitas pemberian pakan yang telah difortifikasi dengan karotenoid. Pengamatan terhadap kandungan karotenoid kulit ikan dilakukan setelah periode pemeliharaan tertentu untuk memberikan waktu yang cukup bagi proses metabolisme dan akumulasi pigmen dalam tubuh ikan. Variasi dosis karotenoid yang diberikan melalui pakan diharapkan dapat menunjukkan perbedaan tingkat akumulasi karotenoid pada kulit ikan. Hasil pengukuran tersebut disajikan dalam Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Hasil pengujian kulit ikan yang telah ditambahkan berbagai dosis karotenoid

Dosis Karotenoid (%)	Jumlah Karotenoid rata-rata (ppm)
0	0,0034 ± 19,5 <sup>a</sup>
0,5	0,0072 ± 6,08 <sup>b</sup>
1	0,0073 ± 3,21 <sup>b</sup>
1,5	0,0091 ± 5,6 <sup>b</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda menandakan perbedaan nyata antar perlakuan pada taraf 5 % ( $P < 0,01$ )

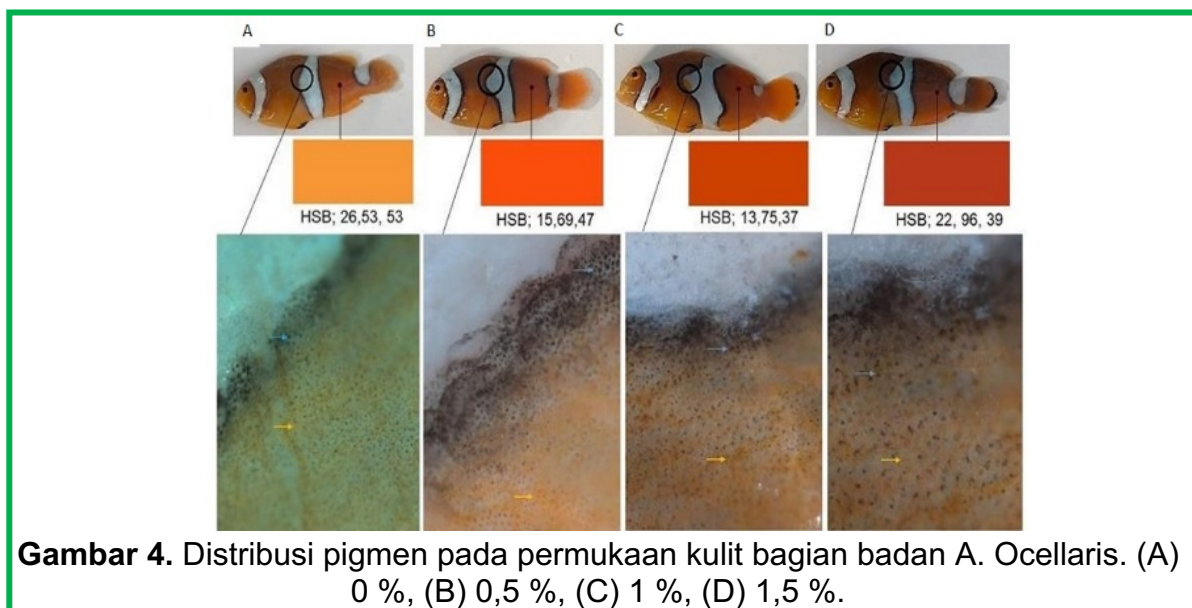
Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa kandungan karotenoid pada kulit ikan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya dosis karotenoid dalam pakan. Perlakuan tanpa penambahan karotenoid (0%) menunjukkan nilai terendah, sedangkan perlakuan dengan dosis tertinggi (1,5%) menghasilkan kandungan karotenoid tertinggi. Bahwa pemberian karotenoid melalui pakan berperan langsung dalam meningkatkan akumulasi pigmen pada jaringan kulit ikan. Peningkatan kandungan karotenoid tersebut mengindikasikan bahwa ikan mampu menyerap dan memanfaatkan karotenoid secara efektif dari pakan yang diberikan. Proses ini melibatkan penyerapan melalui sistem pencernaan, kemudian distribusi ke jaringan target seperti kulit. Karotenoid yang terakumulasi pada kulit berfungsi sebagai pigmen utama yang memengaruhi intensitas dan kualitas warna ikan.

Hasil analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan nyata antar perlakuan, yang ditandai dengan perbedaan huruf superskrip pada setiap nilai rata-rata. Perlakuan dengan penambahan karotenoid cenderung berbeda signifikan

dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Namun, pada beberapa dosis tertentu, perbedaan tersebut tidak selalu signifikan, yang menunjukkan bahwa respons peningkatan kandungan karotenoid tidak selalu linier terhadap peningkatan dosis. Kondisi ini mengindikasikan adanya batas optimal dalam pemanfaatan karotenoid oleh ikan. Meskipun penambahan dosis dapat meningkatkan kandungan karotenoid, kemampuan fisiologis ikan dalam menyerap dan menyimpan pigmen memiliki keterbatasan. Oleh karena itu, pemberian karotenoid dalam jumlah tertentu perlu disesuaikan agar dapat memberikan hasil yang maksimal tanpa menyebabkan pemborosan atau ketidakefisienan dalam penggunaan pakan.

### Distribusi, Ukuran Pigmen, dan Intensitas Warna Kulit Ikan Nemo

Hasil mikroskop pada penelitian ini tanpa pemberian pakan perlakuan, ikan nemo terlihat berwarna kuning dengan nilai HSB 26,53, 53. Distribusi xantofor terlihat sangat sedikit dan tidak menyebar secara merata. Pemberian dosis karotenoid 0,5 % dengan nilai HSB; 15,69,47 menghasilkan warna oranye sedikit cerah, pemberian dosis karotenoid 1 % dengan nilai HSB; 13,75,37 menghasilkan warna orange sedikit gelap, dan pemberian dosis karotenoid 1,5 % dengan nilai HSB; 22, 96, 39 menghasilkan warna oranye merah sedikit gelap. Distribusi xantofor pada perlakuan 0,5 %, 1 %, dan 1,5 % terlihat lebih banyak walaupun tidak tersebar merata. Dibandingkan dengan jumlah melanofor terlihat lebih banyak dan tersebar merata dan berpola. Begitupun juga dengan iridofor terlihat seperti lembaran yang memantulkan cahaya. Berikut dapat dilihat pada gambar berikut.



**Gambar 4.** Distribusi pigmen pada permukaan kulit bagian badan A. Ocellaris. (A) 0 %, (B) 0,5 %, (C) 1 %, (D) 1,5 %.

Area yang dibulatin merupakan area pengamatan yang melingkup tiga area pigmen (xantofor, melanofor, dan iridofor). Panah kuning (xantofor) dan panah biru (melanofor) Area kuning/oranye yang dibulatin merupakan titik penilain warna kulit pada ikan nemo berdasarkan nilai Hue, Saturation, dan Brightness. Pengamatan mikroskopik menunjukkan bahwa pemberian dosis karotenoid yang lebih tinggi meningkatkan warna oranye kemerahan dan distribusi xantofor pada kulit ikan. Jumlah dan kematangan xantofor lebih berpengaruh terhadap intensitas warna dibandingkan dengan ukurannya. Perkembangan xantofor melibatkan proses biokimia yang kompleks, dipengaruhi oleh protein, enzim, dan kondisi lingkungan. Aktivitas enzim dalam xantofor, khususnya di dalam xantosom, bertanggung jawab

atas penyimpanan dan transformasi karotenoid menjadi warna visual. Proses pembentukan xantofor diperkirakan serupa dengan pembentukan melanosom, dimulai dari pengangkutan protein hingga pembentukan granula pigmen yang matang. Distribusi pigmen tidak merata di seluruh tubuh; area punggung cenderung memiliki pigmentasi lebih padat. Faktor seperti paparan cahaya, genetika, dan lingkungan berperan dalam pola distribusi pigmen.

### Histologi

Hasil pembacaan histologi pada kulit ikan menunjukkan bahwa sel melanofor terdistribusi dengan jelas pada lapisan epidermis dan dermis. Keberadaan melanofor pada kedua lapisan ini menunjukkan perannya dalam memberikan warna gelap serta membentuk pola pada tubuh ikan. Distribusi yang terlihat cukup merata mengindikasikan bahwa melanofor memiliki ketahanan yang baik terhadap proses preparasi histologi, sehingga tetap dapat diamati secara mikroskopis pada setiap perlakuan yang diberikan. Sebaliknya, sel xantofor tidak ditemukan baik pada lapisan epidermis maupun dermis. Hal ini diduga disebabkan oleh sifat pigmen karotenoid yang terkandung dalam xantofor bersifat larut dalam lemak, sehingga mudah hilang selama proses preparasi histologi, terutama pada tahap dehidrasi dan pencucian berulang menggunakan bahan kimia. Akibatnya, meskipun secara biologis xantofor kemungkinan tetap ada, keberadaannya tidak dapat terdeteksi secara visual pada preparat histologi. Fenomena ini menunjukkan adanya keterbatasan metode dalam mengamati sel pigmen tertentu, sehingga hasil perlu diinterpretasikan secara hati-hati.



**Gambar 5.** Distribusi melanosit (A). 0 %, (B) 0,5 %, (C) 1 %, (D) 1,5 % (baris pertama epidermis dan baris kedua dermis) (M (Melanosit)) pembesaran 40x

Hasil pembacaan histologi pada kulit ikan menunjukkan bahwa sel melanofor terdistribusi dengan jelas pada lapisan epidermis dan dermis. Keberadaan melanofor pada kedua lapisan ini menunjukkan peran pentingnya dalam memberikan warna gelap serta pola kontras pada permukaan tubuh ikan. Distribusi melanofor yang relatif merata juga mengindikasikan bahwa sel ini memiliki stabilitas yang tinggi terhadap perlakuan yang diberikan, sehingga tetap dapat teramati dengan baik melalui preparat histologi. Sebaliknya, sel xantofor tidak ditemukan baik pada lapisan epidermis maupun dermis pada hasil pengamatan histologi. Ketidakhadiran xantofor ini diduga bukan karena sel tersebut tidak ada, melainkan karena sifat pigmen karotenoid yang dikandungnya bersifat larut dalam lemak. Dalam proses preparasi histologi, terutama pada tahap dehidrasi dan pencucian menggunakan pelarut tertentu, pigmen tersebut kemungkinan besar mengalami pelarutan sehingga tidak dapat terdeteksi secara mikroskopis.

Proses preparasi jaringan histologi yang melibatkan penggunaan alkohol dan bahan kimia lainnya dapat menyebabkan hilangnya komponen lipid beserta pigmen karotenoid yang terikat di dalamnya. Hal ini berdampak pada sulitnya mengamati xantofor secara langsung, meskipun secara fisiologis sel tersebut tetap ada dan berperan dalam pembentukan warna ikan. Oleh karena itu, hasil ini perlu diinterpretasikan dengan hati-hati, karena keterbatasan metode dapat memengaruhi visualisasi struktur sel pigmen tertentu. Gambar 6 memperlihatkan distribusi melanosit pada berbagai perlakuan dosis karotenoid, yaitu 0%, 0,5%, 1%, dan 1,5%,

dengan pembesaran 40x. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa melanosit tetap teramati baik pada lapisan epidermis maupun dermis di setiap perlakuan. Hal ini memperkuat temuan bahwa melanofor memiliki ketahanan lebih tinggi terhadap proses preparasi histologi dibandingkan xantofor. Dengan demikian, analisis histologi ini memberikan gambaran bahwa perbedaan karakteristik kimia pigmen sangat memengaruhi hasil visualisasi sel pigmen pada jaringan kulit ikan.

### Fisika Kimia Air

Kualitas air merupakan salah satu faktor penting yang sangat memengaruhi keberhasilan pemeliharaan ikan nemo. Parameter fisika dan kimia air yang optimal akan mendukung pertumbuhan, kesehatan, serta stabilitas warna ikan. Oleh karena itu, selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran secara rutin terhadap beberapa parameter utama untuk memastikan kondisi lingkungan tetap berada dalam kisaran yang sesuai. Parameter yang diamati meliputi suhu, salinitas, pH, oksigen terlarut (DO), dan kadar amoniak. Setiap parameter memiliki peran yang berbeda dalam menunjang kehidupan ikan, sehingga pengendalian dan pemantauan secara berkala sangat diperlukan. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan standar kelayakan yang telah ditetapkan berdasarkan penelitian sebelumnya.

**Tabel 3.** Hasil pengukuran fisika kimia air pada pemeliharaan ikan nemo

No	Parameter	Kisaran Hasil Pengukuran	Kisaran Standar	Reference
1	Suhu (°C)	27,9–29,1	27,9-29,6	(Pratiwi et al., 2022)
2	Salinitas (ppt)	30–35	33-35	(Chambel et al., 2015)
3	Ph	7–7,67	6,7–8,6	(Pietoyo et al., 2020)
4	DO (mg/L)	4-5,0	5,0-5,5	(Ghosh et al., 2011)
5	Amoniak (mg/L)	0,001-0,038	0-1	(Diaz-Jimenez et al., 2021)

Berdasarkan Tabel 3, nilai suhu selama pemeliharaan berkisar antara 27,9–29,1°C, yang masih berada dalam kisaran optimal bagi pertumbuhan ikan nemo. Suhu yang stabil sangat penting karena berpengaruh terhadap laju metabolisme, nafsu makan, serta aktivitas fisiologis ikan. Kondisi suhu yang sesuai juga membantu mengurangi tingkat stres sehingga ikan dapat tumbuh dengan baik. Salinitas yang terukur berada pada kisaran 30–35 ppt, yang relatif mendekati nilai standar. Salinitas berperan dalam menjaga keseimbangan osmoregulasi pada ikan laut. Nilai salinitas yang stabil memungkinkan ikan mempertahankan keseimbangan cairan tubuh, sehingga mendukung kesehatan dan daya tahan terhadap perubahan lingkungan. Nilai pH yang diperoleh berkisar antara 7–7,67 dan masih berada dalam rentang yang aman. pH yang stabil penting untuk menjaga keseimbangan kimia air serta memengaruhi aktivitas enzim dan proses metabolisme ikan. Selain itu, kadar oksigen terlarut (DO) berada pada kisaran 4–5,0 mg/L, yang menunjukkan kondisi cukup baik meskipun sedikit di bawah kisaran optimal. Oksigen terlarut sangat penting dalam proses respirasi ikan dan memengaruhi tingkat aktivitas serta kelangsungan hidupnya. Kadar amoniak yang terukur berada pada kisaran 0,001–0,038 mg/L, yang masih jauh di bawah ambang batas berbahaya. Rendahnya kadar amoniak menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan berjalan dengan baik, termasuk

pengelolaan limbah dan sisa pakan. Secara keseluruhan, parameter kualitas air selama penelitian berada dalam kondisi yang layak dan mendukung keberhasilan pemeliharaan ikan nemo.

### **3.2 Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan dosis karotenoid dalam pakan berbanding lurus dengan peningkatan kandungan karotenoid pada kulit ikan. Perlakuan dengan dosis 1,05% menghasilkan kandungan karotenoid tertinggi, sedangkan perlakuan kontrol menunjukkan nilai terendah. Hal ini menegaskan bahwa ketersediaan karotenoid dalam pakan menjadi faktor utama dalam proses akumulasi pigmen pada jaringan kulit ikan. Semakin tinggi kandungan karotenoid yang dikonsumsi, semakin besar pula kemampuan ikan dalam menyerap dan mendistribusikan pigmen tersebut ke dalam sel pigmen, sehingga menghasilkan warna yang lebih cerah dan intens. Namun demikian, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa peningkatan dosis karotenoid tidak selalu diikuti oleh perbedaan yang signifikan antar semua perlakuan. Hal ini mengindikasikan adanya batas optimal dalam pemanfaatan karotenoid oleh tubuh ikan, di mana penambahan dosis yang lebih tinggi tidak selalu memberikan peningkatan yang sebanding. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan kemampuan fisiologis ikan dalam menyerap dan mengakumulasi karotenoid yang bersifat terbatas, sehingga kelebihan asupan tidak sepenuhnya dimanfaatkan secara efektif dalam pembentukan pigmen.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Mappiratu et al. (2010) dan Shofi et al. (2020) yang menyatakan bahwa efektivitas ekstraksi dan pemanfaatan senyawa aktif sangat dipengaruhi oleh faktor teknis seperti jenis pelarut, konsentrasi, dan proses pengolahan. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan ekstrak tomat sebagai sumber karotenoid menunjukkan bahwa kualitas dan ketersediaan senyawa aktif dalam pakan turut menentukan tingkat penyerapan oleh ikan. Dengan demikian, tidak hanya dosis yang berperan penting, tetapi juga proses ekstraksi dan formulasi pakan yang memengaruhi keberhasilan peningkatan kandungan karotenoid pada kulit ikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karotenoid pada kulit ikan meningkat seiring dengan peningkatan dosis karotenoid dalam pakan. Perlakuan dengan dosis 1,5% menghasilkan kandungan karotenoid tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan perlakuan kontrol menunjukkan nilai terendah. Hal ini mengindikasikan bahwa karotenoid yang diberikan melalui pakan dapat diserap dengan baik oleh sistem pencernaan ikan dan selanjutnya didistribusikan ke jaringan kulit. Proses ini menunjukkan bahwa pakan yang difortifikasi karotenoid memiliki efektivitas tinggi dalam meningkatkan akumulasi pigmen pada kulit ikan, yang berkontribusi langsung terhadap pembentukan warna. Meskipun terjadi peningkatan kandungan karotenoid, hasil analisis statistik menunjukkan bahwa beberapa perlakuan tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat batas optimal dalam proses akumulasi karotenoid pada kulit ikan, di mana peningkatan dosis tidak selalu diikuti oleh peningkatan yang signifikan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh keterbatasan kapasitas fisiologis ikan dalam menyerap, mengangkut, dan menyimpan karotenoid, sehingga kelebihan asupan tidak sepenuhnya dimanfaatkan dalam jaringan target.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Chapman dan Miles (2018) yang menyatakan bahwa akumulasi karotenoid dalam jaringan ikan sangat dipengaruhi

oleh peran sel pigmen, khususnya xantofor, dalam menyimpan dan mendistribusikan pigmen. Xantofor berfungsi sebagai tempat deposisi karotenoid yang menentukan intensitas warna pada kulit ikan. Oleh karena itu, peningkatan kandungan karotenoid pada kulit ikan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa mekanisme distribusi dan penyimpanan pigmen oleh xantofor berjalan secara efektif, sehingga mampu mendukung terbentuknya warna yang lebih cerah dan stabil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian karotenoid dalam pakan berpengaruh terhadap distribusi pigmen dan intensitas warna kulit ikan nemo. Pada perlakuan tanpa penambahan karotenoid, warna ikan cenderung kuning dengan distribusi xantofor yang sangat sedikit dan tidak merata. Sebaliknya, pada perlakuan dengan penambahan karotenoid, terjadi perubahan warna menjadi oranye hingga oranye kemerahan yang disertai dengan peningkatan jumlah xantofor. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan karotenoid dalam pakan mampu meningkatkan jumlah sel pigmen yang berperan dalam pembentukan warna, sehingga menghasilkan tampilan warna yang lebih cerah dan menarik. Selain itu, hasil pengamatan menunjukkan bahwa intensitas warna lebih dipengaruhi oleh jumlah dan tingkat kematangan xantofor dibandingkan dengan ukuran sel tersebut. Meskipun ukuran xantofor tidak mengalami perubahan yang signifikan, peningkatan jumlah dan distribusi sel pigmen memberikan kontribusi besar terhadap peningkatan warna. Proses ini melibatkan mekanisme biokimia yang kompleks, di mana karotenoid yang diperoleh dari pakan disimpan dan diubah dalam xantosom melalui aktivitas enzim tertentu. Distribusi pigmen yang tidak merata juga menunjukkan adanya pengaruh faktor lain seperti genetika, lingkungan, dan paparan cahaya terhadap pola warna ikan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Guroy et al. (2022) yang menyatakan bahwa peningkatan warna pada ikan hias sangat dipengaruhi oleh kemampuan sel pigmen, khususnya xantofor, dalam menyerap dan menyimpan karotenoid dari pakan. Xantofor berperan sebagai tempat deposisi pigmen yang menentukan intensitas dan kualitas warna. Dengan demikian, peningkatan jumlah dan distribusi xantofor yang diamati dalam penelitian ini menunjukkan bahwa mekanisme penyimpanan dan pemanfaatan karotenoid berjalan secara efektif, sehingga mampu meningkatkan kualitas warna ikan nemo secara signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh parameter fisika kimia air selama pemeliharaan ikan nemo berada dalam kisaran yang relatif optimal. Suhu yang stabil pada kisaran 27,9–29,1°C mendukung proses metabolisme dan aktivitas fisiologis ikan, sehingga ikan dapat tumbuh dengan baik tanpa mengalami stres berlebih. Selain itu, salinitas yang berada pada kisaran 30–35 ppt juga menunjukkan kondisi lingkungan yang sesuai bagi ikan laut, karena berperan penting dalam menjaga keseimbangan osmoregulasi dan fungsi tubuh ikan. Parameter lain seperti pH, oksigen terlarut (DO), dan amoniak juga menunjukkan kondisi yang mendukung kelangsungan hidup ikan. Nilai pH yang berada dalam rentang normal menunjukkan stabilitas kimia air yang baik, sedangkan kadar DO yang cukup mendukung proses respirasi ikan. Meskipun nilai DO sedikit di bawah standar optimal, kondisi tersebut masih dapat ditoleransi oleh ikan. Sementara itu, kadar amoniak yang sangat rendah menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan berjalan efektif dalam mengelola limbah, sehingga tidak menimbulkan efek toksik bagi ikan. Secara keseluruhan, kualitas air

yang terjaga dengan baik berkontribusi terhadap keberhasilan penelitian, terutama dalam mendukung pertumbuhan dan kualitas warna ikan.

Temuan ini sejalan dengan penelitian Camacho et al. (2019) yang menyatakan bahwa kualitas lingkungan, khususnya parameter fisika kimia air, merupakan faktor kunci dalam keberhasilan budidaya ikan dan pemanfaatan nutrisi dalam pakan. Kondisi air yang optimal tidak hanya mendukung pertumbuhan, tetapi juga meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi seperti karotenoid. Dengan demikian, kestabilan kualitas air dalam penelitian ini turut berperan dalam mendukung proses metabolisme dan distribusi pigmen, sehingga memberikan hasil yang optimal terhadap peningkatan kualitas warna ikan nemo.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan ekstrak tomat sebagai sumber karotenoid dalam pakan ikan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kandungan total karotenoid pada kulit ikan *Amphiprion ocellaris* (ikan nemo). Peningkatan ini menunjukkan bahwa karotenoid dari sumber alami dapat diserap dan dimanfaatkan secara efektif oleh tubuh ikan, sehingga berkontribusi terhadap perbaikan kualitas warna yang menjadi salah satu faktor utama dalam nilai estetika ikan hias. Selain itu, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian karotenoid mampu meningkatkan distribusi xantofor pada kulit ikan, meskipun tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap ukuran sel tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa peran utama karotenoid lebih dominan dalam meningkatkan jumlah dan penyebaran sel pigmen dibandingkan dengan memengaruhi proses perkembangan atau pematangan xantofor. Dengan demikian, intensitas warna ikan lebih dipengaruhi oleh kepadatan dan distribusi sel pigmen daripada ukuran sel itu sendiri. Lebih lanjut, konsentrasi optimum ekstrak tomat yang memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kandungan karotenoid pada kulit ikan adalah sebesar 1,5%. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan alami seperti tomat dalam formulasi pakan memiliki potensi besar untuk diaplikasikan dalam budidaya ikan hias. Selain mudah diperoleh dan ekonomis, bahan ini juga efektif dalam meningkatkan kualitas visual ikan, sehingga dapat mendukung pengembangan teknologi pakan yang berkelanjutan dan bernilai ekonomis tinggi.

#### Daftar Pustaka

- Ahi, E. P., Lecaudey, L. A., Ziegelbecker, A., Steiner, O., Glabonjat, R., Goessler, W., Hois, V., Wagner, C., Lass, A., & Sefc, K. M. (2020). Comparative transcriptomics reveals candidate carotenoid color genes in an East African cichlid fish. *BMC Genomics*, 21(1), 1–15.
- Akter, M. K., Motalab, M., Zubair, M. A., Haque, M. Z., Saha, B. K., & Mumtaz, B. (2020). Isolation and quantification of lycopene and determination of  $\beta$ -carotene and total phenolic contents from tomato (*Lycopersicon esculentum*) by using various methods. *International Journal of Food Science Nutrition and Diet*, 9(1), 442–447.
- Alfakih, A., Watt, P. J., & Nadeau, N. J. (2022). The physiological cost of colour change: Evidence, implications and mitigations. *Journal of Experimental Biology*, 225(10), jeb210401.

- Ardyanti, N. K. N. T., Suhendra, L., & Puta, G. G. (2020). Pengaruh ukuran partikel dan lama maserasi terhadap karakteristik ekstrak virgin coconut oil wortel (*Daucus carota* L.) sebagai pewarna alami. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 423–433.
- Bao, Y., Yu, Y., Xu, H., Guo, C., Li, J., Sun, S., Zhou, Z.-K., Qiu, C.-W., & Wang, X.-H. (2019). Full-colour nanoprint-hologram synchronous metasurface with arbitrary hue-saturation-brightness control. *Light: Science & Applications*, 8(1), 95.
- Bolker, J. A., & Hill, C. R. (2000). Pigmentation development in hatchery-reared flatfishes. *Journal of Fish Biology*, 56(5), 1029–1052.
- Bonanno, J. A., Breen, N. E., Tlusty, M. F., Andrade, L., & Rhyne, A. L. (2021). The determination of thiocyanate in the blood plasma and holding water of *Amphiprion clarkii* after exposure to cyanide. *PeerJ*, 9, e12409.
- Cal, L., Suarez-Bregua, P., Braasch, I., Irion, U., Kelsh, R., Cerdá-Reverter, J. M., & Rotllant, J. (2019). Loss-of-function mutations in the melanocortin 1 receptor cause disruption of dorso-ventral countershading in teleost fish. *Pigment Cell & Melanoma Research*, 32(6), 817–828.
- Cal, L., Suarez-Bregua, P., Moran, P., Cerdá-Reverter, J. M., & Rotllant, J. (2018). Fish pigmentation: A key issue for the sustainable development of fish farming. In *Emerging issues in fish larvae research* (pp. 229–252). Springer.
- Camacho, F., Macedo, A., & Malcata, F. (2019). Potential industrial applications and commercialization of microalgae in the functional food and feed industries: A short review. *Marine Drugs*, 17(6), 312.
- Chambel, J., Severiano, V., Baptista, T., Mendes, S., & Pedrosa, R. (2015). Effect of stocking density and different diets on growth of percula clownfish, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). *SpringerPlus*, 4(1), 1–7.
- D’Alba, L., & Shawkey, M. D. (2019). Melanosomes: Biogenesis, properties, and evolution of an ancient organelle. *Physiological Reviews*, 99(1), 1–19.
- Diantika, F., Sutan, S. M., & Yulianingsih, R. (2014). Pengaruh lama ekstraksi dan konsentrasi pelarut etanol terhadap ekstraksi antioksidan biji kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(3), 159–164.
- Díaz-Jiménez, L., Hernández-Vergara, M. P., Pérez-Rostro, C. I., & Olvera-Novoa, M. Á. (2021). The effect of two carotenoid sources, background colour and light spectrum on the body pigmentation of the clownfish *Amphiprion ocellaris*. *Aquaculture Research*, 52(7), 3052–3061.
- Djurđević, I., Kreft, M. E., & Sušnik Bajec, S. (2015). Comparison of pigment cell ultrastructure and organisation in the dermis of marble trout and brown trout, and first description of erythrophore ultrastructure in salmonids. *Journal of Anatomy*, 227(5), 583–595.
- Doughty, K. H., Garner, S. R., Bernards, M. A., Heath, J. W., & Neff, B. D. (2019). Effects of dietary fishmeal substitution with corn gluten meal and poultry meal on growth rate and flesh characteristics of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *International Aquatic Research*, 11(4), 325–334.

- Dwicahyani, T., Sumardianto, S., & Rianingsih, L. (2018). Uji bioaktivitas ekstrak teripang keling *Holothuria atra* sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 15–22.
- Ebeneezar, S., Prabu, D. L., Chandrasekar, S., Tejpal, C. S., Madhu, K., Sayooj, P., & Vijayagopal, P. (2020). Evaluation of dietary oleoresins on the enhancement of skin coloration and growth in the marine ornamental clownfish, *Amphiprion ocellaris* (Cuvier, 1830). *Aquaculture*, 529, 735728.
- Ekajono, H. A. W., & Mustika, M. (2020). Identification of freshness of marine fish based on image of hue saturation value and morphology. *Editorial Board*, 6(1), 2502–3470.
- Fang, W., Huang, J., Li, S., & Lu, J. (2022). Identification of pigment genes (melanin, carotenoid and pteridine) associated with skin color variant in red tilapia using transcriptome analysis. *Aquaculture*, 547, 737429.
- García-Chavarría, M., & Lara-Flores, M. (2013). The use of carotenoid in aquaculture. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 8(2), 38–49.