

Pengaruh Pakan yang Mengandung Klorofil dari Ekstrak Daun Kelor terhadap Sel Kromatofor Ikan Cupang (*Betta sp*)

Ikhwanussufa^{1,*}, Teuku Muhammad Haja Almuqaramah², Lia Handayani³

¹Mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia

³Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Universitas Abulyatama, Aceh Besar, Indonesia

(*Corresponding author's e-mail: mikhwanusufa@gmail.com)

Received: 22 September 2025, Revised: 13 November 2025, Accepted: 29 Januari 2026, Published: 30 Juli 2026

Abstract

One of the main challenges in ornamental fish culture in Indonesia is the relatively dull coloration and morphology of the fish, which reduces their market value. Bright and vibrant coloration is a key factor that determines the selling price of ornamental fish; therefore, it must be enhanced and maintained. This study aimed to determine the effect of adding *Moringa oleifera* leaf extract to the feed on the survival rate and color brightness of betta fish (*Betta sp.*). The experiment used a Completely Randomized Design (CRD) with four treatments and two replications: A (0%), B (5%), C (10%), and D (15%) *Moringa* leaf extract. The results showed that the addition of *Moringa* leaf extract had a significant effect ($P < 0.05$) on both survival and color brightness. Treatment D produced the highest color brightness with an increase of 34.78% (4 points), while histological analysis revealed the highest number of chromatophore cells in treatment C, with a total of 57 cells. These findings indicate that *Moringa* leaf extract is an effective natural pigment source to improve the color quality of betta fish.

Keywords: *Betta* fish (*Betta sp.*), chlorophyll, chromatophore cells, color brightness, moringa leaf extract

Abstrak

Salah satu permasalahan dalam budidaya ikan hias di Indonesia adalah warna dan morfologi ikan yang kurang menarik, sehingga menurunkan nilai jualnya. Warna yang cerah menjadi daya tarik utama ikan hias, sehingga perlu ditingkatkan dan dipertahankan kualitasnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*) pada pakan terhadap sintasan dan kecerahan warna ikan cupang (*Betta sp.*). Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan dua ulangan, yaitu A (0%), B (5%), C (10%), dan D (15%) ekstrak daun kelor. Hasil penelitian selama 60 hari menunjukkan bahwa pemberian ekstrak daun kelor ke dalam pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap sintasan dan kecerahan warna ikan cupang. Perlakuan D menghasilkan peningkatan kecerahan warna sebesar 34,78% dengan kenaikan 4 poin, sedangkan uji histologi menunjukkan jumlah kromatofor tertinggi pada perlakuan C dengan total 57 sel. Temuan ini mengindikasikan bahwa ekstrak daun kelor dapat menjadi alternatif sumber pigmen alami yang efektif untuk meningkatkan kualitas warna ikan cupang.

Kata kunci: Ekstrak daun kelor, ikan cupang (*Betta sp.*), kecerahan warna, klorofil, sel kromatofor,

Pendahuluan

Ikan hias merupakan salah satu komoditas perikanan yang berpotensi besar dalam mendukung perekonomian nasional, terutama pada sektor nonmigas. Daya tarik ikan hias umumnya ditentukan oleh kombinasi warna tubuh, bentuk morfologi, serta tingkah laku yang khas (Ngangi *et al.*, 2024). Di antara berbagai jenis ikan hias yang digemari masyarakat, ikan cupang

(*Betta splendens*) memiliki nilai ekonomis tinggi karena keindahan corak warna tubuh dan variasi bentuk sirip ekornya (Takdir *et al.*, 2022). Warna yang cerah dan menarik tidak hanya meningkatkan estetika, tetapi juga menjadi faktor penting dalam menentukan harga jual ikan cupang di pasaran.

Namun demikian, salah satu kendala dalam budidaya ikan hias adalah warna tubuh yang dihasilkan sering kali kurang optimal, sehingga mengurangi daya tarik dan nilai jualnya. Warna

ikan dipengaruhi oleh keberadaan sel pigmen yang disebut kromatofor, yaitu sel khusus pada jaringan epidermis yang berperan dalam menghasilkan pigmen biologis seperti melanin, karotenoid, dan guanin. Variasi jumlah dan distribusi kromatofor inilah yang menentukan intensitas warna pada ikan hias (Sa'idunnafi *et al.*, 2024). Oleh karena itu, upaya peningkatan kualitas warna ikan cupang melalui pendekatan nutrisi, khususnya dengan penambahan pigmen alami dalam pakan, menjadi sangat penting.

Daun kelor (*Moringa oleifera*) merupakan salah satu bahan alami yang diketahui memiliki kandungan klorofil yang cukup tinggi. Klorofil berfungsi sebagai pigmen hijau alami yang berpotensi meningkatkan aktivitas kromatofor pada ikan, sehingga dapat memperbaiki intensitas warna tubuh ikan. Dibandingkan dengan sumber klorofil lainnya, seperti daun bayam dan daun ketapang, daun kelor lebih mudah diperoleh, memiliki kandungan nutrisi yang lebih beragam, serta dilaporkan memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan (Takdir *et al.*, 2022).

Salah satu upaya untuk mempertahankan kesehatan sekaligus meningkatkan kualitas warna ikan hias adalah dengan memberikan pakan yang mengandung pigmen alami. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa suplementasi ekstrak yang mengandung pigmen alami mampu meningkatkan kecerahan warna pada ikan hias. Sumber pigmen dari golongan karotenoid, misalnya, terbukti dapat meningkatkan intensitas warna pada ikan guppy dan ikan molly (Sabil *et al.*, 2025; Muhazzir *et al.*, 2025; Audina *et al.*, 2024). Selain karotenoid, pigmen antosianin juga dilaporkan mampu meningkatkan intensitas warna pada ikan guppy (Thaib *et al.*, 2025), ikan cupang merah dan biru (Khaira *et al.*, 2025), serta ikan platy pedang (Muhazzir *et al.*, 2024).

Peningkatan intensitas warna ikan hias tersebut diduga berkaitan dengan meningkatnya aktivitas kromatofor yang terdapat pada lapisan kulit ikan. Pigmen alami yang terkandung dalam pakan dapat memengaruhi distribusi maupun akumulasi pigmen pada sel-sel kromatofor, sehingga warna tubuh ikan tampak lebih cerah dan menarik. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan alami yang kaya pigmen, seperti daun kelor, berpotensi menjadi alternatif sumber pewarna alami dalam pakan ikan hias untuk meningkatkan kualitas warna sekaligus mendukung pertumbuhan dan kesehatan ikan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini

dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan klorofil dari ekstrak daun kelor dalam pakan terhadap peningkatan kecerahan warna ikan cupang (*Betta splendens*). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menganalisis perubahan histologis pada sel kromatofor sebagai indikator fisiologis terhadap respons ikan dalam menerima pigmen alami.

Metode penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi wadah plastik berbentuk silinder dengan kapasitas 1 liter, Blender, Ember, Serok, TCF yang sudah dimodifikasi, kertas saring, telepon genggam. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, pakan komersial, karotenoid hasil ekstraksi daun kelor, dan ikan cupang berwarna hijau (4 ekor jantan dan 4 ekor betina), serta pelarut etanol p.a 96%. Penelitian ini menerapkan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pendekatan non-parametrik, meliputi empat perlakuan dan dua ulangan.

Tabel 1. Rancangan perlakuan

Perlakuan	Kode
Kontrol (0%)	A
Ekstrak daun kelor (5%)	B
Ekstrak daun kelor (10%)	C
Ekstrak daun kelor (15%)	D

Prosedur penelitian

Ekstraksi daun kelor

Daun kelor yang digunakan dipilih dari bahan segar dan berkualitas baik. Daun dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran dan kontaminan, kemudian ditiriskan dan dikeringkan di tempat teduh guna menurunkan kadar air tanpa merusak senyawa bioaktifnya. Setelah kering, daun diangin-anginkan sebelum diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96%. Sebanyak 100 gram daun kelor dihaluskan dengan blender dan direndam dalam 500 mL etanol (rasio 1:5 b/v) selama 72 jam. Setelah itu, larutan disaring (filtrasi), dan filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 30-50 °C hingga diperoleh ekstrak. Ekstrak yang dihasilkan berupa cairan pekat.

Formulasi pakan

Ekstrak karotenoid pekat yang dihasilkan kemudian diformulasikan ke dalam tiga tingkat konsentrasi, yakni 5%, 10%, dan 15%. Masing-masing konsentrasi dibuat dengan melarutkan ekstrak tersebut ke dalam air sesuai dengan perbandingan berikut:

- Konsentrasi 5%: 5 mL ekstrak dalam 100 mL air
- Konsentrasi 10%: 10 mL ekstrak dalam 100 mL air
- Konsentrasi 15%: 15 mL ekstrak dalam 100 mL air

Larutan ekstrak selanjutnya disemprotkan secara merata ke permukaan pakan komersial menggunakan alat *sprayer*. Setelah itu, pakan yang telah diberi semprotan dikeringkan secara alami (dengan diangin-anginkan) hingga benar-benar kering selama 1 hari, sebelum digunakan sebagai pakan harian.

Pemeliharaan ikan dan aplikasi pakan

Ikan cupang dipelihara dengan jumlah 8 ekor, terdiri atas 4 ekor jantan dan 4 ekor betina. Setiap ikan ditempatkan secara individu dalam satu wadah, sehingga digunakan total 8 wadah. Wadah yang digunakan berupa silinder berukuran 16 × 9,5 cm dengan ketinggian air 10 cm.

Pemberian pakan dilakukan dua kali sehari (pagi dan sore) secara *ad satiation* sesuai dengan

perlakuan masing-masing. Pengamatan berlangsung selama 60 hari, dengan pengambilan data warna dilakukan setiap 10 hari, sedangkan analisis histologi dilaksanakan pada awal dan akhir penelitian.

Parameter pengamatan

Uji histologi sel kromatofor

Pengamatan histologi dilakukan pada jaringan kulit ikan di bagian badan ikan. Sebelum perlakuan, dua ekor ikan diambil sebagai kontrol awal. Setelah 60 hari perlakuan, empat ekor ikan dari seluruh perlakuan diambil sebagai sampel. Jaringan disiapkan menjadi preparat histologis dan diamati di bawah mikroskop. Jumlah sel kromatofor dihitung menggunakan perangkat lunak ImageJ, dengan pengamatan dilakukan pada tiga lapang pandang. Identifikasi sel kromatofor didasarkan pada ciri berupa bintik hitam berbentuk bulat.

Kecerahan warna ikan

Kecerahan warna tubuh ikan cupang dievaluasi secara visual menggunakan kertas *Toca Color Finder* (TCF) dengan skala gradasi warna dari krem hingga hijau. Penilaian dilakukan oleh tiga panelis dewasa yang telah dipastikan tidak mengalami buta warna. Tahapan penelitian tergambar pada Gambar 1 diagram alir penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil dan pembahasan

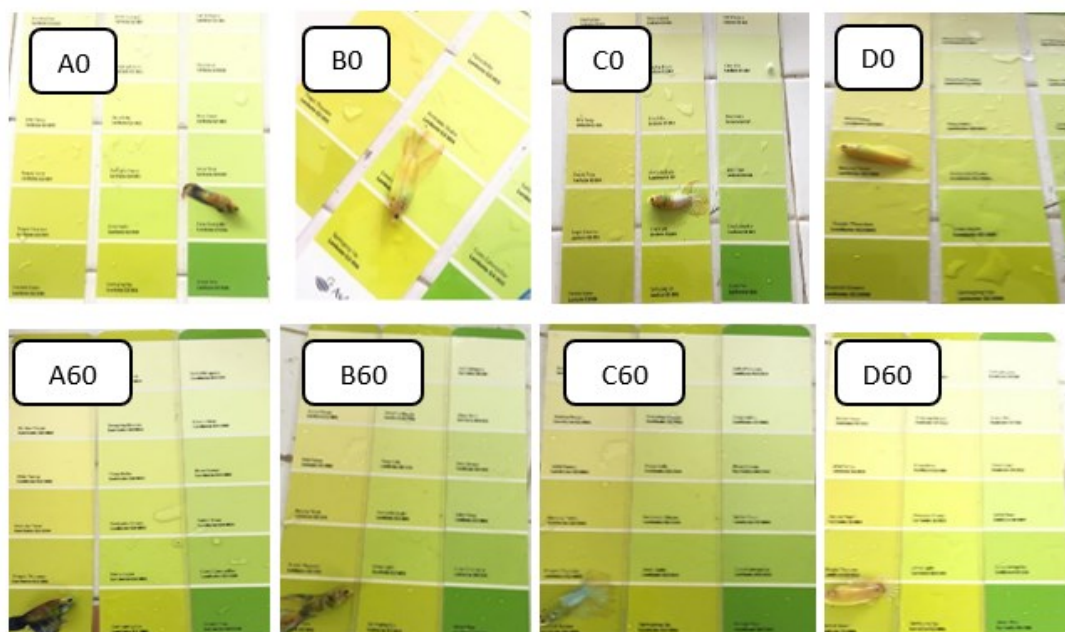
Kecerahan warna ikan

Hasil penelitian pengamatan selama 60 hari menunjukkan adanya peningkatan intensitas warna ikan cupang, peningkatan warna ikan tersebut diukur menggunakan kertas Toca Color Finder (TCF). Perkembangan rata-rata peningkatan warna secara bertahap dapat diamati tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rata-rata peningkatan warna ikan cupang

Perlakuan	Waktu (Hari)		Persentase Peningkatan (%)
	0	60	
A	14.5	15	3.45%
B	14	15.5	10.71%
C	11	14	27.27%
D	11.5	15.5	34.78%

Peningkatan warna ikan cupang selama pemeliharaan tersaji secara visual pada Gambar 2. Peningkatan kecerahan tertinggi terjadi pada perlakuan D dengan dosis ekstrak daun kelor 15%, yaitu sebesar 34.78% dengan poin +4, diikuti perlakuan C (10%) sebesar 27.27% dengan poin +3, perlakuan B (5%) sebesar 10.71% dengan poin +1.5, dan terendah pada kontrol A tanpa ekstrak (3.45%) dengan poin +0.5. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi dosis ekstrak daun kelor yang diberikan, semakin besar pengaruhnya terhadap peningkatan intensitas warna. Proses ini diduga berhubungan dengan keberadaan klorofil, β -karoten, serta senyawa antioksidan lain dalam daun kelor yang berfungsi sebagai prekursor dalam pembentukan pigmen warna pada sel kromatofor. Klorofil diketahui dapat meningkatkan metabolisme pigmen dan kesehatan sel, sedangkan β -karoten berperan langsung dalam memperkuat warna merah, oranye, hijau, dan kuning pada ikan hias (Takdir *et al.*, 2022).



Gambar 2. Peningkatan warna ikan cupang, kontrol pada awal penelitian (A0), ekstrak 5% pada awal penelitian (B0), ekstrak 10% pada awal penelitian (C0), ekstrak 15% pada awal penelitian (D0) dan kontrol pada akhir penelitian (A60), ekstrak 5% pada akhir penelitian (B60), ekstrak 10% pada akhir penelitian (C60), ekstrak 15% pada akhir penelitian (D60)

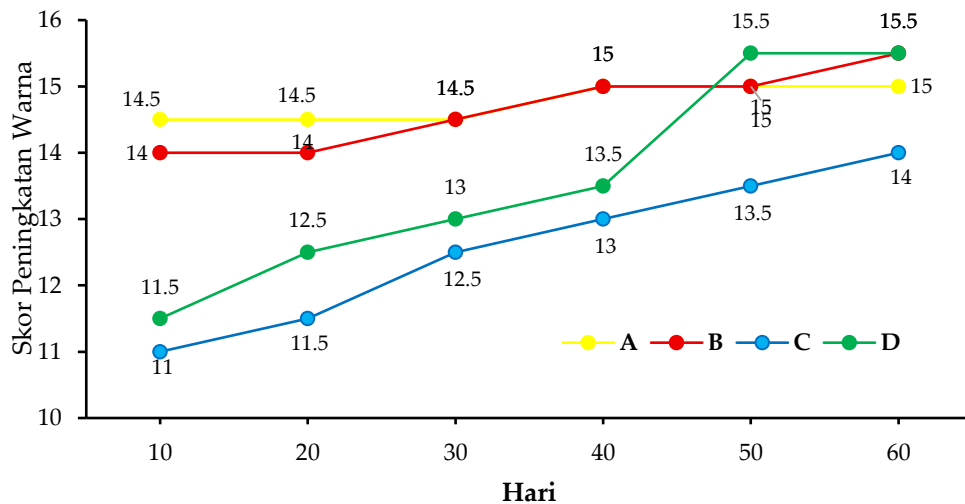
Temuan ini sejalan dengan penelitian Takdir *et al.* (2022) yang melaporkan bahwa penambahan ekstrak daun kelor pada pakan ikan cupang dengan dosis berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap tingkat kecerahan warna, dengan hasil terbaik pada dosis 45 ml/kg pakan. Penelitian Purnamasari & Dini (2023) juga menunjukkan

bahwa pakan dengan tambahan tepung daun kelor mampu meningkatkan penyebaran warna merah pada ikan cupang dibandingkan kontrol. Selain itu, Penelitian Magno *et al.* (2022) pada ikan koi yang diberi pakan mengandung bayam merah (sumber klorofil dan karotenoid) juga melaporkan kecenderungan peningkatan kecerahan warna

seiring dengan peningkatan dosis bahan alami berpigmen, sehingga memperkuat bukti bahwa sumber klorofil alami seperti daun kelor efektif untuk perbaikan kualitas warna ikan hias.

Dengan demikian, pemberian ekstrak daun kelor pada pakan, terutama pada dosis 15%, pada perlakuan A/B/C/D dapat direkomendasikan sebagai strategi efektif, alami, dan ramah lingkungan untuk

meningkatkan nilai estetika ikan cupang. Penerapan hasil ini di tingkat pembudidaya berpotensi meningkatkan daya tarik pasar dan harga jual ikan, sekaligus memanfaatkan potensi sumber daya lokal seperti daun kelor. Grafik perubahan kecerahan warna ikan cupang dari minggu pertama hingga minggu terakhir.



Gambar 3. Grafik peningkatan skor warna. kontrol pada awal penelitian (A0), ekstrak 5% pada awal penelitian (B0), ekstrak 10% pada awal penelitian (C0), ekstrak 15% pada awal penelitian (D0) dan kontrol pada akhir penelitian (A60), ekstrak 5% pada akhir penelitian (B60), ekstrak 10% pada akhir penelitian (C60), ekstrak 15% pada akhir penelitian (D60)

Grafik pada Gambar 3 menunjukkan peningkatan skor kecerahan warna ikan cupang (*Betta sp.*) selama 60 hari pemeliharaan pada empat perlakuan pakan berbeda. Perlakuan B (ekstrak daun kelor 5%) menunjukkan peningkatan bertahap dari skor awal 14 menjadi 15,5 pada hari 50 dan 60. Perlakuan C (10%) mengalami kenaikan signifikan dari skor 11 menjadi 14 pada hari 60, sedangkan perlakuan D (15%) memperlihatkan lonjakan tajam dari 11,5 di awal menjadi 15,5 pada hari 60. Perlakuan A (kontrol) hanya menunjukkan peningkatan minimal dari 14,5 menjadi 15,5 pada hari 60. Pola ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak daun kelor, terutama pada dosis 15%, mampu mempercepat dan memperkuat intensitas warna, kemungkinan melalui suplai klorofil dan β -karoten yang berperan dalam pembentukan pigmen pada sel kromatofor.

Perlakuan D menunjukkan keunggulan dalam aspek warna karena pada akhir penelitian ikan betina telah mencapai tahap matang gonad. Kondisi tersebut menyebabkan sel kromatofor lebih berfokus pada pembentukan sel telur

daripada pewarnaan tubuh, sehingga terjadi penurunan jumlah sel kromatofor. Sebaliknya, perlakuan C lebih unggul dalam jumlah sel kromatofor karena pada akhir penelitian ikan jantan telah matang gonad, di mana aktivitas sel lebih terarah pada peningkatan warna kromatofor. Hal ini membuat warna ikan jantan tampak lebih cerah untuk menarik perhatian ikan betina.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Pratiwi *et al* (2023) yang melaporkan bahwa daun kelor dapat digunakan sebagai suplemen sumber karotenoid alternatif dalam meningkatkan kecerahan warna ikan koi. Penelitian dari Husain *et al* 2023 juga menyatakan penggunaan tepung kelor (*Moringa oleifera*) pada pembuatan pakan berpengaruh ($p < 0,05$) terhadap tingkat kecerahan warna dan pertumbuhan panjang ikan mas koi (*Cyprinus carpio*) membuktikan bahwa tepung bunga marigold sebagai sumber karotenoid mampu meningkatkan warna tubuh dan performa pertumbuhan. Kesamaan hasil dari berbagai sumber pigmen alami ini memperkuat bahwa ekstrak daun kelor memiliki potensi efektif dan

ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas warna ikan hias. Selain itu, penambahan karotenoid alami terbukti meningkatkan jumlah kromatofor yang berperan langsung dalam intensitas warna ikan hias (Rani *et al.*, 2021; Mutiara *et al.*, 2020).

Uji Histologi Sel Kromatofor

Berdasarkan Tabel 3, Pengamatan histologi sebelum perlakuan menunjukkan adanya 19 sel kromatofor pada kulit ikan cupang (*Betta sp.*), masing-masing 6 sel pada lapang pandang pertama, 8 sel pada lapang kedua, dan 5 sel pada

lapang ketiga. Sel-sel ini berada di lapisan dermis dan tersusun sejajar dengan jaringan ikat kulit. Setelah perlakuan, terdapat perbedaan skor warna antar perlakuan. Perlakuan C memiliki skor tertinggi (57), diikuti A (44), D (43), dan B (36). Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor pada dosis tertentu (perlakuan C) dapat meningkatkan warna ikan cupang secara nyata. Semakin tinggi skor warna, semakin baik kualitas visual ikan hias (Takdir *et al.*, 2022). Uji Histologi kromatofor penelitian dapat diamati melalui Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Uji histologi sel kromatofor

Penelitian	Kode	Lapang Pandang			Total	Rataan
		1	2	3		
Awal	O	6	8	5	19	6.333333
	A	14	15	15	44	14.666667
Akhir	B	12	10	14	36	12
	C	18	21	18	57	19
	D	14	16	13	43	14.33333

Gambar 4 menunjukkan hasil pengamatan irisan melintang kulit ikan cupang dengan perbesaran 40x. Warna ungu kemerahan pada preparat berasal dari pewarnaan *hematoksilin-eosin* (HE) yang membantu mengidentifikasi jaringan dan sel pigmen. Sel kromatofor tampak berisi granula pigmen di sitoplasma, yang mengandung melanin, karotenoid, dan guanin sebagai pembentuk warna tubuh ikan (Yamada & Sakai, 2019; Mutiara *et al.*, 2020; Rani *et al.*, 2021).

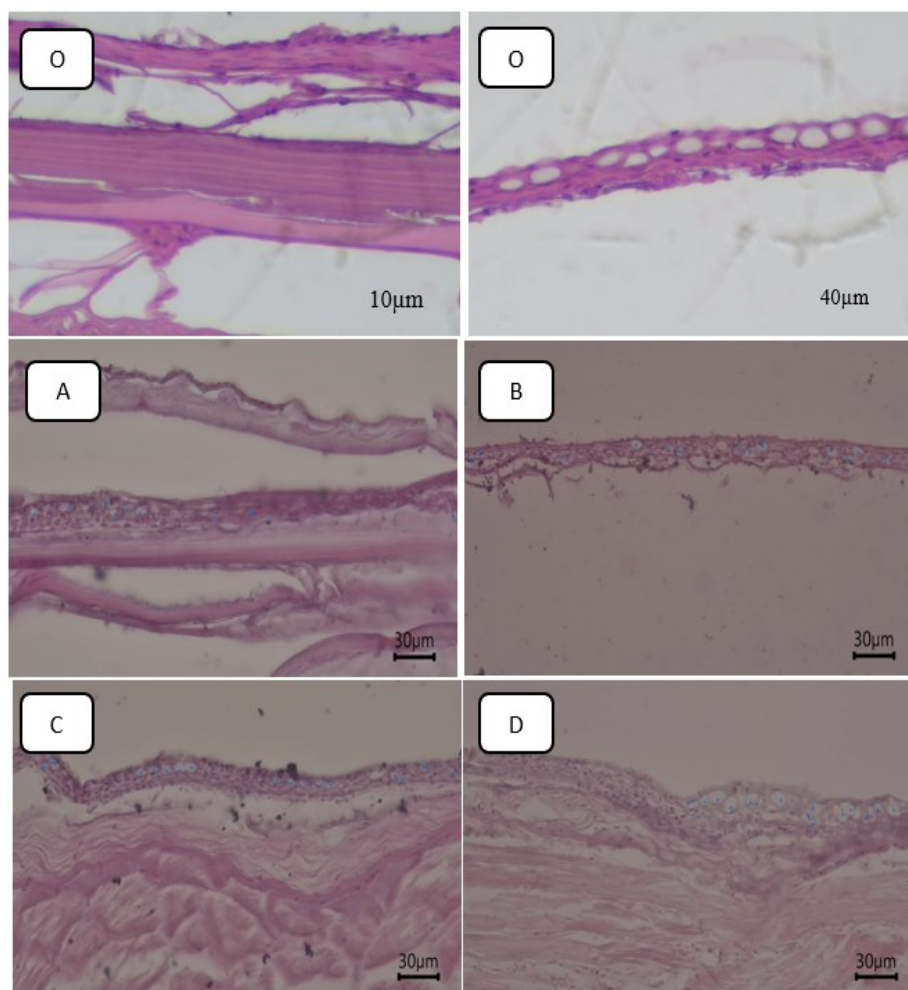
Hasil histologi mendukung data kuantitatif. Pada perlakuan C, sel kromatofor terlihat lebih padat dengan granula pigmen yang jelas, menandakan aktivitas pigmen lebih tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun kelor dosis optimal mampu meningkatkan jumlah dan aktivitas kromatofor (Yamada & Sakai, 2019).

Sebaliknya, pada perlakuan B, kromatofor lebih jarang dan distribusi pigmen kurang merata sehingga warna tampak pucat (Husain *et al.*, 2023; Takdir *et al.*, 2022). Perlakuan A (kontrol) dan D menunjukkan hasil menengah. Perlakuan A relatif lebih baik dari B dan D karena pakan dasar masih mengandung pigmen alami (Rani *et al.*, 2021), sedangkan perlakuan D sedikit lebih rendah dari A karena dosis ekstrak belum optimal (Mutiara *et al.*, 2020).

Jumlah sel kromatofor yang relatif tinggi

dalam penelitian ini mengindikasikan adanya aktivitas pembentukan pigmen yang baik pada ikan cupang yang diberi pakan dengan tambahan ekstrak daun kelor. Klorofil dan β -karoten yang terkandung pada daun kelor berpotensi meningkatkan metabolisme pigmen melalui jalur biosintesis karotenoid dan memperkuat pewarnaan pada sel kromatofor (Takdir *et al.*, 2022; Yamada & Sakai, 2019). Kandungan antioksidan pada daun kelor juga berperan dalam melindungi integritas sel dari kerusakan oksidatif, sehingga sel pigmen dapat mempertahankan fungsinya lebih optimal (Rani *et al.*, 2021; Husain *et al.*, 2023).

Hasil ini mendukung data visual kecerahan warna yang diperoleh pada pengamatan sebelumnya, di mana dosis ekstrak daun kelor yang lebih tinggi (10% dan 15%) menghasilkan warna yang lebih cerah dan pekat. Hubungan positif antara jumlah sel kromatofor dengan tingkat kecerahan warna telah dilaporkan oleh Mutiara *et al.* (2020) yang menemukan bahwa semakin banyak sel kromatofor, semakin tinggi pula skor kecerahan warna pada ikan cupang. Penelitian Rani *et al.* (2021) juga menunjukkan bahwa suplementasi pakan dengan karotenoid alami meningkatkan jumlah kromatofor sekaligus memperbaiki intensitas warna pada ikan hias.



Gambar 4. Uji Histologi kromatofor; sebelum penelitian (O); setelah penelitian (A), (B), (C) dan (D)

Selain peran pigmen langsung, kandungan antioksidan dalam daun kelor juga diduga berperan penting dalam menjaga integritas sel kromatofor. Senyawa antioksidan membantu melindungi sel dari kerusakan oksidatif yang dapat menghambat fungsi sel pigmen. Dengan demikian, pemberian ekstrak daun kelor tidak hanya berfungsi sebagai sumber pigmen, tetapi juga menjaga kesehatan sel pigmen agar tetap aktif dalam menghasilkan warna (Rani *et al.*, 2021).

Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa pemberian ekstrak daun kelor dengan dosis yang tepat (perlakuan C) mampu meningkatkan jumlah sel kromatofor, memperkuat distribusi granula pigmen, dan menghasilkan warna tubuh ikan cupang yang lebih cerah. Hal ini memperkuat pernyataan Mutiara *et al.* (2020) bahwa intensitas warna ikan hias sangat erat kaitannya dengan jumlah dan aktivitas kromatofor. Oleh karena itu, ekstrak daun kelor dapat dipertimbangkan sebagai bahan pakan alami yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk meningkatkan kualitas warna ikan hias.

Kesimpulan

Kesimpulan

Pemberian pakan yang diperkaya ekstrak daun kelor berpengaruh terhadap peningkatan kecerahan warna dan jumlah sel kromatofor pada ikan cupang (*Betta sp.*). Perlakuan dengan konsentrasi 15% menghasilkan peningkatan warna tubuh tertinggi berdasarkan penilaian Toca Color Finder, sedangkan perlakuan 10% menunjukkan jumlah sel kromatofor terbanyak pada analisis histologi. Hal ini mengindikasikan bahwa suplementasi ekstrak daun kelor mampu menstimulasi pembentukan pigmen pada epidermis ikan, meskipun efektivitas optimalnya dapat berbeda antara parameter visual dan histologis. Dengan demikian, ekstrak daun kelor berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan alami untuk meningkatkan kualitas warna ikan hias, namun diperlukan penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih besar, ulangan lebih banyak,

dan analisis statistik yang lebih mendalam untuk memperkuat validitas hasil.

Daftar Pustaka

- Audina, M. C., Tahib, A., & Nurhayati, N. (2024). Pengaruh pengkayaan pakan dengan ekstrak labu kuning (*Cucurbita moschata*) dan ekstrak tomat (*Solanum lycopersicum* L) terhadap performa kecerahan warna ikan molly (*Poecilia sphenops*). *Tilapia*, 5(2), 1–10.
- Husain, P. Z. S., Tuiyo, R., & Juliana. (2023). Pengaruh tingkat pemberian pakan buatan berbahan dasar tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kecerahan warna ikan mas koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 2(2), 145–156.
- Kaya, H., Güroy, B., Yigit, M., & Ergün, S. (2023). Effects of marigold (*Tagetes erecta*) meal as a natural carotenoid source on pigmentation, growth and feed utilization in swordtail fish (*Xiphophorus helleri*). *Aquaculture Research*, 54(5), 1580–1589.
- Khaira, A., Anhar, T. F., & Handayani, L. (2025). Efektivitas suplementasi antosianin bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) dalam pakan terhadap peningkatan intensitas warna dan jumlah sel kromatofor pada ikan cupang (*Betta* sp.). *Tilapia*, 6(2), 1–8.
- Magno, J. D. A., Jasmanindar, Y., & Santoso, P. (2022). Efektivitas penambahan bayam merah (*Amaranthus tricolor* L) pada pakan terhadap peningkatan warna ikan mas koi (*Cyprinus carpio* L). *Jurnal Vokasi Ilmu-Ilmu Perikanan (Jvip)*, 2(2), 56.
- Muhazzir, S., Mutakin, A., Thaib, A., Sabil, S. R., & Handayani, L. (2025). Peningkatan kecerahan warna ikan molly (*Poecilia sphenops*) melalui penambahan β -karoten dari ekstrak kulit buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) pada pakan. *Jurnal TILAPIA*, 6(2), 18-26.
- Muhazzir, S., Thaib, A., Sabil, S. R., Sriwanti, R., & Handayani, L. (2024). Suplementasi pigmen karotenoid dan antosianin melalui coating pakan terhadap intensitas warna dan kinerja pertumbuhan ikan platy pedang (*Xiphophorus helleri*). *Media Akuakultur*, 19(2), 81. <https://doi.org/10.15578/ma.19.2.2024.81-90>
- Mutiara, A. D., Mulyani, Y., & Budiardi, T. (2020). Hubungan jumlah kromatofor dengan tingkat kecerahan warna ikan cupang (*Betta splendens*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(1), 51–59.
- Ngangi, E. L. A., Longdong, S. N. J., & Mudeng, J. D. (2024). Addition of *Caulerpa racemosa* on commercial goldfish ornamental fish feed to increase color saturation. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, 12(2), 51–57.
- Pratiwi, A. (2023). Suplementasi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) sebagai sumber karotenoid terhadap tingkat kecerahan warna, laju pertumbuhan, dan sintasan benih ikan koi. *Journal Galung Tropika*, 12(2), 241-251.
- Purnamasari, T., & Dini, N. (2023). Pengaruh Penambahan Pakan Daun Kelor (*Moringa oleifera*) Pada Ikan Cupang (*Betta* sp.). *Jurnal Penelitian Belida Indonesia*, 4(1), 26–34.
- Rani, N. S., Widodo, M. S., & Rachmawati, D. (2021). Pengaruh penambahan karotenoid alami pada pakan terhadap jumlah sel kromatofor dan intensitas warna ikan hias. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 20(2), 134–142.
- Sabil, S. R., Thaib, A., Uliyana, U., & Handayani, L. (2025). Manipulasi lingkungan menggunakan cahaya led (*Light Emitting Diode*) serta pemberian pakan β -karoten untuk meningkatkan intensitas warna ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Jurnal TILAPIA*, 6(2), 37-46.
- Sa'idunnafi, Chilmawati, D., & Yuniarti, T. (2024). Efek penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan buatan terhadap kecerahan warna dan performa pertumbuhan ikan cupang Halfmoon (*Betta splendens*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan*, 8, 206–217.
- Takdir, M., Malik, A. A., & Yani, F. I. (2022). Pengaruh dosis penambahan ekstrak daun kelor pada pakan terhadap pertumbuhan sintasan dan tingkat pewarnaan benih ikan cupang *Betta* sp. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(1), 41–48.
- Thaib, A., Maulidya, R., Maulida, F., & Handayani, L. (2025). Pengaruh pemberian warna cahaya berbeda pada perbaikan kualitas warna dan pemijahan ikan guppy (*Poecilia reticulata*). *Media Akuakultur*, 20(1), 25–34. <https://doi.org/10.15578/ma.20.1.2025.25-34>
- Yamada, T., & Sakai, M. (2019). Pigment cell biology in fish: The regulation of pigment cell development and chromatophore pattern formation. *Fish Physiology and Biochemistry*, 45(6), 1567–1582.