

# Pengaruh Warna Cahaya LED Terhadap Kecerahan Warna, Pertumbuhan, dan Kelangsungan Hidup Ikan Komet (*Carassius auratus*)

## *Effect of LED Light Color on Color Brightness, Growth, and Survival of Comet Fish (Carassius auratus)*

Baiq Haerun Nisa<sup>1</sup>, Nunik Cokrowati<sup>1\*</sup>, Andre Rachmat Scabra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram

Jl. Pendidikan No. 37, Mataram 83115

\*email: [nunikcokrowati@unram.ac.id](mailto:nunikcokrowati@unram.ac.id)

---

### Abstrak

Diterima  
09 Agustus 2022

Disetujui  
12 September 2022

Ikan komet (*Carassius auratus*) termasuk dalam jenis ikan hias air tawar dengan nilai jual tinggi dikarenakan keunikan bentuk tubuhnya dan warna yang cerah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh warna cahaya LED (*Light Emitting Diode*) yang berbeda terhadap kecerahan warna, pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan komet. Penelitian ini menerapkan pendekatan eksperimental dengan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan terdiri atas 5 perlakuan cahaya serta 3 ulangan yaitu A (cahaya ruangan), B (LED putih), C (LED biru), D (LED hijau), dan E (LED merah). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan cahaya LED berpengaruh nyata terhadap kualitas warna dan efisiensi pakan, tetapi tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan, dan kelangsungan hidup ikan komet. Kualitas warna terbaik terdapat pada perlakuan E (LED merah) dengan peningkatan skor pada TCF (*Toca Color Finder*) sebesar 6,22 dan keragaan warna pada punggung sebesar 80,80%, warna sirip dada sebesar 64,91%, dan sirip ekor sebesar 71,18%. Efisiensi pakan terbaik diperoleh pada perlakuan C (LED biru) dengan nilai efisiensi pakan 57,48%. Respons tingkah laku ikan komet tidak memberikan perbedaan antara tiap perlakuan LED. Kualitas air pada media pemeliharaan ikan komet memiliki nilai suhu berkisar antara 25,70 – 29,20 °C. Nilai pH berkisar antara 7,29 – 8,50. Sedangkan DO berkisar antara 8,00 – 12,20 mg/L.

**Kata Kunci:** Cahaya, *Carassius auratus*, Kecerahan Warna, Pertumbuhan

---

### Abstract

Comet fish (*Carassius auratus*) is a type of freshwater ornamental fish with a high selling value due to its unique body shape and bright colour. The purpose of this study was to evaluate the effect of different LED (*Light Emitting Diode*) light colours on colour brightness, growth, and survival of comet fish. This study applies an experimental approach with an experimental design in the form of a completely randomized design (CRD) and consists of 5 light treatments and 3 replications, namely A (room light), B (white LED), C (blue LED), D (green LED), and E (red LED). The results showed that LED light treatment had a significant effect on the colour quality and feed efficiency, but did not significantly affect the growth and survival of comet fish. The best colour quality was found in treatment E (red LED) with an increase in the TCF (*Toca Color Finder*) score of 6.22 and colour performance on the back by 80.80%, pectoral fin colour by 64.91%, and tail fin by 71.18%. The best feed efficiency was obtained in treatment C (blue LED) with a feed efficiency value of 57.48%. The behavioural responses of comet fish did not make any difference between each

LED treatment. The water quality of the comet fish rearing media has a temperature value ranging from 25.70 – 29.20 C. The pH value ranges from 7.29 to 8.50. Meanwhile, dissolved oxygen ranges from 8.00 – 12.20 mg/L.

**Keyword:** Light, *Carassius auratus*, Colour Brightness, Growth.

## 1. Pendahuluan

Ikan Komet (*Carassius auratus*) termasuk dalam jenis ikan hias air tawar dengan nilai jual tinggi dan berkembang pesat di Indonesia (Rahmi, 2017). Pada tahun 2018, nilai ekspor ikan komet mencapai US\$ 1.678, tahun 2019 US\$ 7.339, dan pada tahun 2020 mencapai US\$ 3.211 (KKP, 2021). Ikan ini banyak dibudidayakan dan disukai banyak orang dikarenakan keunikan bentuk tubuhnya, warna yang cerah, dan dapat dipelihara dalam wadah kecil baik berupa akuarium maupun kolam (Hafiz *et al.*, 2020). Menurut Panjaitan (2015), permintaan pasar terhadap ikan komet terus meningkat dengan kisaran harga yang stabil.

Kualitas warna merupakan indikator utama dalam menentukan nilai ekonomis ikan komet. Ikan komet yang memiliki warna cerah memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Kendala yang dihadapi oleh pembudidaya dan peminat ikan hias adalah menurunnya kualitas warna ikan yang dipelihara dalam kurun waktu lama (Lestari, 2019). Oleh karena itu dalam kegiatan budidaya ikan komet, faktor kuantitas tidak selalu menjadi objek utama melainkan juga faktor kualitas. Lingkungan media yang sesuai dapat mendukung peningkatan kualitas warna, pertumbuhan, dan kelulushidupan ikan komet.

Stimulasi media untuk meningkatkan kecerahan, laju pertumbuhan, dan kelulushidupan ikan hias adalah dengan memeliharanya pada kondisi cahaya yang tepat (Priosembo *et al.*, 2020). Penggunaan cahaya LED dalam pemeliharaan ikan hias dengan kombinasi panjang gelombang cahaya yang tepat dapat membuat kualitas warna ikan hias menjadi lebih baik karena mampu menghasilkan konsentrasi pigmen yang lebih tinggi pada sel kromatofor (Virgiawan *et al.*, 2020). Percobaan tentang pengaruh LED dengan jenis cahaya berbeda dalam peningkatan kualitas warna, laju pertumbuhan, dan kelulushidupan ikan komet belum banyak dilakukan. Adapun telah dilakukan penelitian oleh Aras *et al.* (2016) menggunakan LED hijau, merah, putih, dan biru guna mengamati kondisi pertumbuhan serta kondisi warna ikan Botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker). Percobaan yang telah dilakukan memberikan hasil bahwa LED merah mampu meningkatkan kecerahan ikan yang ditandai dengan meningkatnya jumlah sel kromatofor, sedangkan lampu LED hijau memberikan laju pertumbuhan harian ikan botia tertinggi. Penggunaan lampu LED dengan intensitas yang tepat diduga dapat mempengaruhi kualitas warna serta pertumbuhan ikan komet. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh warna cahaya LED yang berbeda terhadap ikan komet

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama 45 hari pada tanggal 10 Februari – 25 April 2022 bertempat di Dinas Perikanan Kota Mataram, Lombok, Nusa Tenggara Barat.

### 2.2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah pendekatan eksperimental dengan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan terdiri atas 5 perlakuan cahaya dan 3 ulangan. Adapun perlakuan yang diterapkan yaitu perlakuan A (cahaya ruangan), B (LED putih), C (LED biru), D (LED hijau), dan E (LED merah).

### 2.3. Prosedur Penelitian

#### 2.3.1. Persiapan Wadah dan Ikan Uji

Wadah yang digunakan yaitu akuarium dengan ukuran 30 x 30 x 30 cm sejumlah 15 buah dilengkapi instalasi aerator. Setelah itu dimasukkan air dengan ketinggian 25 cm sehingga volume air 22,5 liter, dan dipasang lampu LED tempel di samping kaca akuarium. Ikan komet kemudian dimasukkan dengan kepadatan 1 ekor/1,5 L sehingga total ikan komet dalam 1 wadah, yaitu 15 ekor. Sebelum ditebar, ikan uji diadaptasikan di akuarium stok selama 3 hari. Tiap akuarium ditutup menggunakan plastik hitam untuk mencegah keluarnya cahaya perlakuan, sedangkan perlakuan kontrol tetap terpapar cahaya ruangan. Media pemeliharaan diberi cahaya selama 12 jam, yang dimulai pada pukul 07.00 – 18.00 WITA dan dilengkapi dengan *automatic timer*.

#### 2.3.2. Pengukuran Intensitas Lampu LED

Pengukuran intensitas cahaya LED dilakukan setelah pemasangan instalasi listrik dan lampu LED. Alat yang digunakan yaitu lux meter dengan cara mengarahkan sensor lux meter di atas permukaan air. Pengukuran dilakukan di awal pemeliharaan Adapun hasil pengukuran intensitas cahaya lampu LED disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas Cahaya Lampu LED

Perlakuan	Intensitas Cahaya (lux)
A (Cahaya Ruangan)	150 – 450
B (LED Putih)	550
C (LED Biru)	250
D (LED Hijau)	170
E (LED Merah)	125

### 2.3.3. Persiapan Tempat Foto

Pada pengambilan foto kualitas warna dilakukan dalam ruang tertutup yang dilengkapi meja dan pada bagian atas diberikan lapis dari triplek berwarna putih sebagai wadah untuk menaruh ikan yang akan difoto. Selain itu dilengkapi lampu putih sebagai cahaya ruangan.

### 2.3.4. Pemeliharaan dan Pengontrolan

Pemberian pakan dan pengontrolan kualitas air rutin dilakukan selama pemeliharaan, dimana ikan yang dipelihara diberi pakan dengan frekuensi 3 kali sehari atasu pada pagi, siang, dan sore hari dengan metode *Ad Satiation*. Pengontrolan kualitas air dilakukan dengan cara penyiponan sebanyak 70% dan dilakukan rutin setiap 3 hari sekali agar feses ikan dan sisa pakan yang belum termakan tidak mempengaruhi kualitas air wadah pemeliharaan.

## 2.4. Parameter Uji

### 2.4.1. Tingkah Laku Ikan

Pengamatan tingkah laku ikan komet yang akan diamati meliputi cara ikan mengenali pakan, reflek ikan, cara berenang. Pengamatan ini dilakukan setiap hari. Adapun kriteria tingkah laku ikan komet yang diamati adalah sebagai berikut

Tabel 2. Tingkah Laku Ikan Komet yang Diamati

Respons Tingkah Laku yang Diamati	Deskripsi Respons
Respons mengenali pakan	Ikan mendekati pakan yang diberikan
Respons reflek ikan	Ikan menjauh saat dinding akuarium ditepuk-tepuk
Respon berenang	Ikan terlihat aktif di akuarium
Respon bergerombol	Ikan berenang secara berkelompok/gerombol di akuarium

Respons tingkah laku tersebut akan diberi skoring berupa tanda sebagai berikut (Aras *et al.* 2016) :

- (-) : tidak ada respons (<20% dari jumlah ikan uji)
- (+) : respons rendah (20 – 50% dari jumlah ikan uji)
- (++) : respons sedang (50-70% dari jumlah ikan uji)
- (+++): respons tinggi (>70% dari jumlah ikan uji)

### 2.4.2. Kualitas Warna

Pengamatan kualitas warna ikan komet dilakukan dengan 2 metode yaitu metode skoring pada kertas TCF (*toca colour finder*) yang diberi skala 1-30 lalu mencocokkan warna tubuh yang mendekati. Pengamatan dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan untuk melihat peningkatan warna yang terjadi. Metode selanjutnya yaitu dengan menganalisis keragaan warna secara visual pada punggung, sirip dada, dan sirip ekor menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CS6 pada akhir pemeliharaan.

### 2.4.3. Pertumbuhan

Pertumbuhan yang dianalisis yaitu berat mutlak (g), panjang mutlak (cm), berat spesifik (%), dan panjang spesifik (%). Berat mutlak dihitung menggunakan rumus dalam Muchlisin *et al.* (2016) sebagai berikut :

$$W_m = W_t - W_o$$

Keterangan:

$W_m$  = Pertumbuhan berat mutlak (g)

$W_t$  = Berat akhir (g)

$W_o$  = Berat awal (g)

Panjang mutlak ini dianalisis dengan rumus Zonneveld *et al.* dalam Harkitianto (2016), sebagai berikut:

$$L_m = L_t - L_o$$

Keterangan:

$L_m$  = Pertumbuhan panjang mutlak (cm)

$L_t$  = Panjang akhir (cm)

$L_o$  = Panjang awal (cm)

Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan Effendi *dalam* Angriani *et al.* (2020) dengan persamaan sebagai berikut:

$$SGR = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (% / hari)  
 W<sub>t</sub> = Ln bobot rata-rata ikan pada akhir kegiatan (g/ekor)  
 W<sub>o</sub> = Ln bobot rata-rata ikan pada awal kegiatan (g/ekor)  
 t = Waktu (lama pemeliharaan)

Laju pertumbuhan spesifik berdasarkan Effendi (2002) *dalam* Angriani *et al.* (2020) dengan persamaan sebagai berikut:

$$SGR = \frac{\ln L_t - \ln L_o}{t} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (% / hari)  
 L<sub>t</sub> = Ln panjang rata-rata ikan pada akhir kegiatan (cm/ekor)  
 L<sub>o</sub> = Ln panjang rata-rata ikan pada awal kegiatan (cm/ekor)  
 t = Waktu (lama pemeliharaan)

#### 2.4.4. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak pakan yang dikonsumsi dan untuk mengetahui kemampuan ikan mengkonsumsi dan mencerna pakan dari total pakan yang diberikan. Efisiensi Pakan (EP) dihitung berdasarkan rumus berikut (Takeuchi *dalam* Wijianto *et al.* 2021) :

$$EP = \frac{(W_t + D) - W_o}{F} \times 100\%$$

Keterangan :

EP = Efisiensi Pakan (%)  
 F = Berat pakan yang diberikan (g)  
 W<sub>t</sub> = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)  
 W<sub>o</sub> = Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)  
 D = Bobot ikan mati (g)

#### 2.4.5. Kelangsungan Hidup

Pengamatan kelangsungan hidup dihitung pada awal dan akhir pemeliharaan. Tingkat kelangsungan hidup berdasarkan Muchlisin *et al.* (2016) dengan persamaan sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan:

S = Kelangsungan hidup (%)  
 N<sub>t</sub> = Jumlah ikan pada saat panen (ekor)  
 N<sub>o</sub> = Jumlah ikan pada awal penebaran (ekor)

#### 2.4.6. Kualitas Air

Salah satu parameter pendukung yang diamati dalam penelitian ini yaitu kualitas air. Adapun beberapa parameter kualitas air diukur sebagai parameter pendukung selama penelitian berupa suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut. Alat yang digunakan berupa termometer, pH meter dan DO meter. Kualitas air diukur setiap 9 hari sekali.

### 2.6 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan uji statistik parametrik berupa analisis sidik ragam (ANOVA) dengan program SPSS 26 dan diuji lanjut dengan uji Tukey dengan selang kepercayaan 95% terhadap data keragaan warna secara visual, pertumbuhan, efisiensi pakan, dan kelangsungan hidup. Uji statistik non parametrik menggunakan uji Kruskal-Wallis dan dilanjutkan uji *Post Hoc* untuk menganalisis kualitas warna dengan skoring *toca colour finder*. Data parameter tingkah laku dan kualitas air dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Tingkah Laku

Hasil pengamatan tingkah laku ikan komet selama 45 hari pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Respons Tingkah Laku Ikan Komet *C. auratus*

Hari Ke-	Perlakuan	Respon Tingkah Laku			
		Mengenali Pakan	Reflek Ikan	Berenang	Bergerombol
1 - 5	A	+	++	+++	+++
	B	+	++	+++	+++
	C	+	++	+++	+++
	D	+	++	+++	+++
	E	+	++	+++	+++
6 - 15	A	++	+++	+++	+++
	B	++	+++	+++	+++
	C	++	+++	+++	+++
	D	++	+++	+++	+++
	E	++	+++	+++	+++
16 - 45	A	+++	+++	+++	+++
	B	+++	+++	+++	+++
	C	+++	+++	+++	+++
	D	+++	+++	+++	+++
	E	+++	+++	+++	+++

Keterangan: A: (kontrol) cahaya ruang; B: LED putih; C: LED biru; D: LED hijau; E: LED merah. (-) tidak ada respon; (+): respons rendah; (++) : respons sedang; (+++): respons tinggi

Berdasarkan Tabel 2, diketahui bahwa ikan komet menunjukkan respon rendah berupa mengenali pakan dari hari ke-1 sampai hari ke-5. Namun, respon terhadap mengenali pakan meningkat dari hari ke-6 hingga hari ke-10, mencapai respon sedang. Respon terhadap mengenali pakan tinggi pada semua perlakuan dari hari ke-16 sampai hari ke-45. Dari hari ke-1 sampai hari ke-5, respon refleksi ikan sangat rendah. Kemudian mendapat respon yang tinggi dari hari ke-6 hingga ke-45. Respon ikan komet tinggi di semua perlakuan untuk respon berenang dan bergerombol dari awal pemeliharaan hingga 45 hari pemeliharaan.

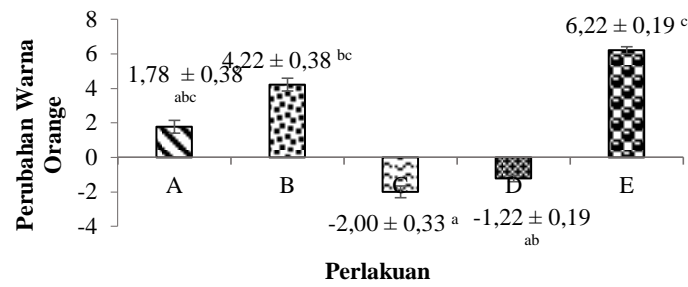
Tingginya respon mengenali pakan pada hari ke-16 hingga ke-45 diduga karena pada tahapan ini ikan komet sudah dapat beradaptasi dengan baik terhadap lingkungannya, begitu juga dengan respon reflek ikan yang menjadi tinggi pada hari ke-6 hingga ke-45. Menurut Firdaus (2018), ikan yang sudah beradaptasi dengan baik pada lingkungannya akan menunjukkan respon makan yang tinggi. Adaptasi pada lingkungan ini seperti adaptasi terhadap perubahan salinitas, suhu, dan jumlah oksigen. Respon berenang dan respon bergerombol tidak memiliki perbedaan dari awal pemeliharaan hingga akhir pemeliharaan. Hasil penelitian Aras *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pada hari pertama hingga kesepuluh ikan botia memiliki respon rendah dalam mengenali pakan. Kemudian pada hari ke-11 hingga ke-20 terjadi peningkatan respon mengenali pakan. Sedangkan hari ke-21 hingga ke-56 ikan botia memiliki respon pakan yang tinggi. Untuk respon reflek ikan, berenang, bergerombol dari awal hingga akhir pemeliharaan memiliki respon yang tinggi karena ikan komet termasuk jenis ikan yang aktif dan bergerombol.

Perlakuan cahaya yang diberikan tidak ada perbedaan respon tingkah laku antara tiap perlakuan. Hal ini diduga bahwa ikan komet dapat dipelihara dalam intensitas cahaya apapun, artinya selama ada cahaya maka respon yang diberikan tetap sama pada semua perlakuan, karena ikan komet termasuk ke dalam ikan yang bersifat phototaxis positif. Hal ini sesuai dengan pendapat Erlangga *et al.* (2017) yang memaparkan bahwa ikan komet termasuk ikan yang bersifat phototaxis positif (mendekati cahaya). Menurut Hajriana (2017), ikan yang peka dengan kondisi terang cenderung bergerak aktif dan memiliki respon makan tinggi khususnya pada siang hari. Hasil penelitian Harini (2019), menunjukkan bahwa pada perlakuan wadah gelap (hitam) ikan komet menjadi kurang aktif dan berdiam di dasar wadah, selain itu ikan komet kurang merespon makanan yang diberikan.

### 3.2. Kualitas Warna

Perubahan skala warna TCF (*Toca Colour Finder*) dapat dilihat pada Gambar 1. Pengukuran dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan kemudian diperoleh nilai perubahan skor warna TCF (*Toca Color Finder*). Berdasarkan hasil uji Kruskal-Wallis menunjukkan bahwa penggunaan LED dengan warna berbeda memiliki pengaruh nyata terhadap peningkatan kualitas warna ikan komet ( $p < 0,05$ ). Kemudian dilakukan uji lanjut Post Hoc ( $p < 0,05$ ). Hasil uji skoring warna diperoleh bahwa perlakuan E (merah), berbeda nyata dengan perlakuan C (LED biru) dan D (LED hijau), tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (cahaya ruangan) dan B (LED putih). Kecerahan ikan terbaik ditemukan pada perlakuan E (merah) dengan nilai peningkatan skor TCF sebesar 6,22.

Keragaan warna secara visual dianalisis menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CS6 pada akhir pemeliharaan. Perhitungan keragaan warna dilakukan pada tiga titik yaitu bagian punggung, sirip dada, dan sirip ekor. Hasil analisis keragaan warna disajikan pada Tabel 4.



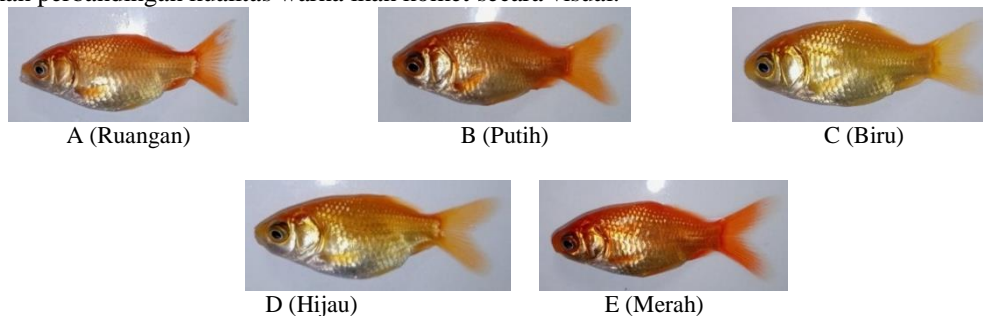
Gambar 1. Perubahan Warna Orange Pada Badan Ikan Komet

Tabel 4. Hasil Analisis Keragaan Warna Ikan Komet *C. auratus* dengan Aplikasi Adobe Photoshop CS6

Perlakuan	Keragaan Warna Visual (%)		
	Punggung	Sirip Dada	Sirip Ekor
A	68.65±1.77 <sup>b</sup>	59.71±6.90 <sup>ab</sup>	64.70±1.79 <sup>cd</sup>
B	68.53±3.01 <sup>b</sup>	55.02±8.24 <sup>ab</sup>	58.02±0.88 <sup>bc</sup>
C	55.94±4.42 <sup>a</sup>	45.86±0.45 <sup>a</sup>	45.97±5.77 <sup>a</sup>
D	58.06±0.43 <sup>a</sup>	47.75±1.23 <sup>a</sup>	52.76±3.42 <sup>ab</sup>
E	80.80±2.32 <sup>c</sup>	64.91±5.92 <sup>b</sup>	71.18±1.24 <sup>d</sup>

Keterangan : Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Tukey;  $p < 0.05$ ). Nilai yang ditampilkan merupakan hasil rata-rata dan simpangan baku. A: (kontrol) cahaya ruang; B: LED putih; C: LED biru; D: LED hijau; E: LED merah

Hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan warna cahaya LED berpengaruh nyata terhadap keragaan warna secara visual. Kemudian perlakuan cahaya LED dilakukan uji lanjut Tukey ( $p < 0.05$ ). Nilai keragaan warna punggung pada perlakuan E (merah) terdapat perbedaan yang nyata dengan semua perlakuan. Sedangkan nilai keragaan warna sirip dada pada perlakuan E (merah) memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan C (biru) dan D (hijau), tetapi perlakuan B (putih), A (ruangan), dan E (merah) tidak saling berpengaruh nyata. Nilai keragaan warna sirip ekor pada perlakuan E (merah) memberikan pengaruh nyata terhadap perlakuan C (biru), D (hijau), dan B (putih), tetapi perlakuan E (merah) dan A (ruangan) tidak saling berpengaruh nyata. Nilai keragaan warna secara visual pada punggung, sirip dada, dan sirip ekor yang terbaik diperoleh pada perlakuan E (LED merah) yaitu sebesar 80.80%, 64.91%, dan 71.18%. Gambar 2 menunjukkan perbandingan kualitas warna ikan komet secara visual.



Gambar 2. Hasil Pengamatan Kualitas Warna Ikan Komet Secara Visual dari Setiap Perlakuan Warna Cahaya LED

Perlakuan warna cahaya LED memberikan hasil yang berbeda-beda terhadap kecerahan ikan tiap perlakuan. Hasil yang berbeda ini diduga karena ikan memiliki tingkat penyerapan yang berbeda-beda terhadap spektrum warna. Hal ini diperkuat oleh Zulfikar *et al.* (2018) yang memaparkan bahwa ikan memiliki kemampuan dalam membedakan warna. Kemampuan tersebut terjadi karena terdapat pigmen pada mata ikan, sehingga ikan yang dipelihara di tempat yang terang akan berbeda dengan ikan yang dipelihara pada tempat dengan kondisi gelap. Menurut Novita *et al.* (2019), setiap spesies ikan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam merespon rangsangan dari warna cahaya yang diterimanya. Responsivitas ikan terhadap rangsangan cahaya memiliki dua jenis yaitu respon primer dan respon sekunder. Respon primer dapat disebut sebagai respon non-visual, yang berarti bahwa kromatofor merespons secara langsung, sedangkan respons sekunder aktif secara visual melalui penglihatan yang didorong oleh sistem saraf.

Perlakuan LED merah memberikan hasil yang terbaik terhadap kecerahan ikan. Hal ini diduga bahwa LED merah mempengaruhi pergerakan sel pigmen atau sel kromatofor pada ikan komet. Menurut Kusumawati (2011), salah satu kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi pola migrasi pigmen ikan adalah cahaya. Pergerakan sel kromatofora sebagai respon terhadap spektrum cahaya dapat menyebabkan perubahan warna pada ikan. Saat terpapar intensitas cahaya merah terjadi aglomerasi atau akumulasi sel pigmen, sedangkan pada intensitas cahaya hijau cenderung tersebar (dispersi) (Novita *et al.* 2019). Ikan komet yang berwarna orange

merupakan ikan berpigmen eritrofor dan xantofor (Priosembodo *et al.* 2020). Menurut Karakatsouli *et al.* (2010), jenis lampu yang paling efektif untuk ikan yang memiliki sel pigmen eritrofor dan xanthophor adalah lampu merah. Hal ini ditegaskan oleh Adha (2016), yang menyatakan bahwa ikan dengan pigmen eritrofor dan xantofor kurang efektif bila disimpan di bawah intensitas cahaya alami, LED putih dan biru, karena menimbulkan respons kromatofor terdispersi.

Ikan dapat membuat warna yang berbeda karena perubahan sel pigmen dalam tubuhnya. Kondisi lingkungan yang sesuai menyebabkan melanofor menyebar pada permukaan epidermis kulit dan menghasilkan ikan dengan warna yang cemerlang. Pergerakan butiran sel pigmen mengakibatkan penyerapan cahaya yang optimal oleh sel tersebut sehingga kualitas warna ikan meningkat. Sedangkan apabila butiran sel pigmen hanya mengumpul di dekat nukleus (inti sel) dapat menyebabkan penurunan kualitas warna (Kusumawati, 2011). Perubahan sel pigmen dapat disebabkan oleh pengaturan hormon pituitary dan adrenalin yang disekresikan oleh otak. Warna ikan yang memucat mengindikasikan bahwa ikan mengalami stress karena tidak sesuainya kondisi cahaya yang diberikan (Rahmawati *et al.*, 2016). Warna ikan dapat berubah tergantung pada kondisi lingkungan yang berbeda, aktivitas seksual atau penyakit. Faktor-faktor ini dapat dengan cepat mengontrol penyerapan dan refleksi sel pigmen, yang pada gilirannya mempengaruhi warna ikan. (Roberts & Ellis, 2012).

Menurut Audina *et al.* (2017), warna dan tingkat kecerahan perairan mempengaruhi kecerahan sisik pada ikan. Tingkat kecerahan yang tinggi secara otomatis menunjukkan penetrasi cahaya yang terjadi secara optimal sehingga akan dengan mudah meningkatkan kecerahan sisik ikan. Kecerdahan perairan untuk setiap spesies ikan berbeda-beda. Terdapat spesies yang memanfaatkan cahaya dengan intensitas tinggi dan terdapat spesies yang memanfaatkan cahaya dengan intensitas rendah (Uthayasiva *et al.*, 2014). Menurut Novita *et al.* (2019), warna yang ditimbulkan oleh paparan cahaya lampu LED hanya bersifat sementara.

Hasil penelitian Priosembodo *et al.* (2020) menunjukkan bahwa pemberian pencahayaan lampu LED merah menghasilkan kualitas warna terbaik pada perubahan warna merah pada badan, kepala, dan ekor ikan sumatra (*Puntius tetrazona*). Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan Aras *et al.* (2016) menyatakan bahwa parameter kualitas warna terbaik diperoleh pada perlakuan LED merah terhadap larva ikan botia (*Chromobotia macracanthus*). Penelitian serupa yang dilakukan Tha (2016) juga menyatakan bahwa perlakuan LED merah memberikan kualitas warna terbaik pada ikan koi jenis kohaku (*Cyprinus carpio* L.).

### 3.3. Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan ikan komet (*Carassius auratus*) yang dipelihara dengan warna cahaya LED berbeda dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Data Parameter Pertumbuhan Ikan Komet *C. auratus*

Parameter	Perlakuan Warna LED				
	A	B	C	D	E
Berat Mutlak (g)	1.77±0.62 <sup>a</sup>	1.77±0.48 <sup>a</sup>	2.62±0.47 <sup>a</sup>	2.26±0.33 <sup>a</sup>	2.07±0.80 <sup>a</sup>
Panjang Mutlak (cm)	0.88±0.21 <sup>a</sup>	0.84±0.23 <sup>a</sup>	1.32±0.20 <sup>a</sup>	1.35±0.14 <sup>a</sup>	1.16±0.51 <sup>a</sup>
Berat Spesifik (%)	2.16±0.63 <sup>a</sup>	2.00±0.34 <sup>a</sup>	2.41±0.36 <sup>a</sup>	2.56±0.48 <sup>a</sup>	2.27±0.53 <sup>a</sup>
Panjang Spesifik (%)	0.59±0.12 <sup>a</sup>	0.55±0.14 <sup>a</sup>	0.77±0.13 <sup>a</sup>	0.82±0.07 <sup>a</sup>	0.72±0.31 <sup>a</sup>

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata (uji lanjut Tukey;  $p < 0.05$ ). Nilai yang ditampilkan merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. A: (kontrol) cahaya ruang; B: LED putih; C: LED biru; D: LED hijau; E: LED merah

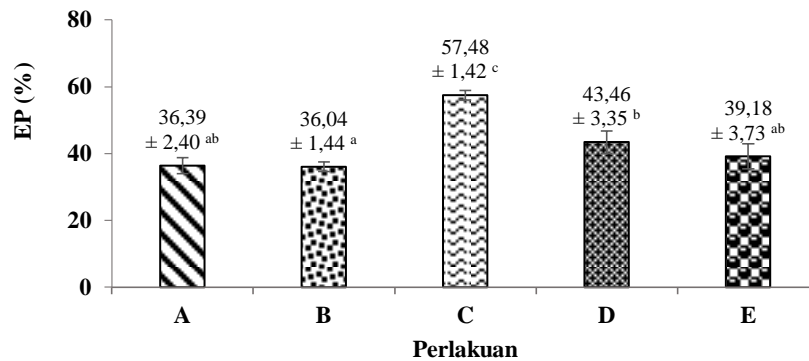
Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan warna cahaya LED tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat mutlak dan panjang mutlak maupun pertumbuhan berat spesifik dan panjang spesifik ikan komet ( $p > 0.05$ ). Hasil yang tidak berbeda nyata ini diduga karena perlakuan cahaya LED tidak memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Secara umum pertumbuhan ikan disebabkan oleh pakan yang dikonsumsi oleh ikan. Setiap perlakuan warna cahaya pada penelitian ini diduga memberikan respon yang sama terhadap kemampuan ikan dalam melihat pakan, selama ada cahaya maka ikan komet akan tetap merespon pada pakan yang diberikan, karena ikan komet termasuk ke dalam ikan yang bersifat phototaxis positif. Hal ini diperkuat oleh Erlangga *et al.* (2017) yang memaparkan bahwa ikan komet termasuk ikan yang bersifat phototaxis positif (mendekati cahaya). Ikan yang peka terhadap kondisi terang cenderung bergerak dengan aktif dan memiliki respon makan tinggi (Hajriana, 2017). Oleh karena itu nilai pertumbuhan pada semua perlakuan tidak ada perbedaan yang signifikan.

Faktor internal ikan seperti kemampuan mencerna dan memanfaatkan pakan juga dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan ikan (Jalila, 2021). Hidayat *et al.* (2013) juga menambahkan bahwa faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan ikan adalah genetik, kekebalan ikan terhadap penyakit dan kemampuan ikan dalam memanfaatkan pakan, sedangkan faktor eksternal adalah sifat fisik, kimia dan biologi perairan. Faktor pakan dan lingkungan seperti temperatur juga dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan. Menurut temuan studi berbagai ahli, hanya cahaya dengan panjang gelombang antara 400 hingga 750 nanometer yang dapat dideteksi oleh mata ikan. Meskipun hasil yang diperoleh tidak berbeda secara statistik, perlakuan warna cahaya lingkungan dengan campuran intensitas memiliki nilai yang bervariasi (Zulfikar, 2018). Hasil penelitian Aras *et al.* (2016)

menyebutkan bahwa spektrum cahaya LED tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan harian ikan botia. Penelitian serupa yang dilakukan oleh Karakatsouli (2008) menunjukkan bahwa efek spektrum cahaya tidak memiliki pengaruh nyata terhadap berat mutlak, panjang mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik pada ikan trout pelangi.

### 3.4. Efisiensi Pakan

Efisiensi pakan ikan komet selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa penggunaan LED dengan warna berbeda berpengaruh nyata terhadap efisiensi pakan ikan komet ( $p < 0,05$ ). Perlakuan C berbeda nyata dengan semua perlakuan (uji Tukey,  $p < 0,05$ ).



Gambar 3. Nilai Efisiensi Pakan Ikan Komet Selama Pemeliharaan

Nilai efisiensi pakan terbaik terdapat pada perlakuan C (biru) dengan nilai efisiensi pakan 57,48%. Kemudian diikuti perlakuan D yaitu sebesar 43,46%, perlakuan E sebesar 39,18%, perlakuan A sebesar 36,39%, dan nilai terendah pada perlakuan B dengan nilai efisiensi pakan sebesar 36,05%. Pada penelitian ini diduga LED biru merupakan warna cahaya yang terbaik untuk menghasilkan nilai efisiensi pakan tertinggi pada ikan komet sehingga asupan nutrisi pakan dapat optimal. Hal ini sejalan dengan Arash *et al.* (2016) yang memaparkan bahwa cahaya dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan dan juga laju konsumsi pakan. Ikan komet telah beradaptasi dengan spektrum cahaya biru sehingga memudahkan ikan dalam melihat pakan. Menurut Tha (2016), menegaskan bahwa mata ikan dapat membedakan warna dan memiliki struktur yang mirip dengan mata manusia, yang berarti ikan cenderung hanya menyukai warna-warna tertentu pada lingkungannya. Organ yang bertanggung jawab pada kemampuan ikan terhadap rangsangan cahaya adalah kon dan rod yang merupakan sel reseptor yang terletak pada mata ikan. Sel kon bertugas melihat dalam cahaya terang, sedangkan sel rod bertugas melihat dalam kondisi redup atau gelap.

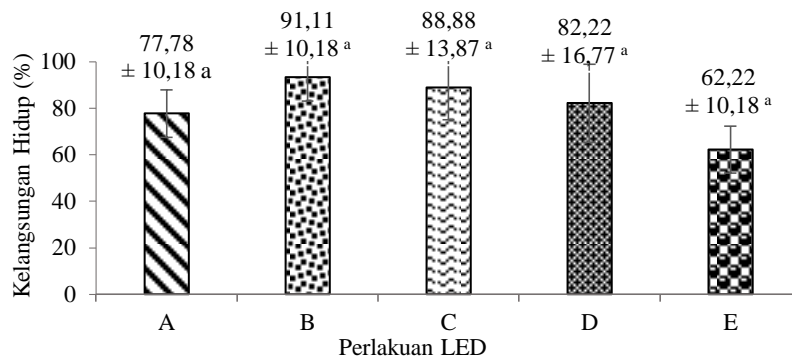
Kurangnya efisiensi pakan pada perlakuan B (putih) diduga akibat stress lingkungan dan kemampuan ikan dalam melihat pakan. Menurut Zulfikar (2018), warna wadah mempengaruhi pemantulan cahaya yang nantinya akan mempengaruhi penglihatan ikan terhadap kekontrasan antara pakan dan latar. Selanjutnya, Nurhidayat (2017) menyatakan bahwa warna putih memberikan cahaya netral dengan luminositas yang sangat tinggi, dan mata akan menerima semua spektrum warna yang dipancarkan, sehingga warna yang dihasilkan bisa berubah-ubah. Warna yang berubah tersebut kemudian mengakibatkan pembiasan cahaya pada penglihatan ikan, sehingga kekontrasan pakan memburuk dan menyebabkan ikan kurang tertarik terhadap pakan yang dilihat. Kondisi ini mempengaruhi penglihatan ikan menjadi kabur dan tidak fokus pada satu jenis warna yang kemudian hal tersebut menyebabkan stress karena mata menerima terlalu banyak cahaya. Ikan yang mengalami stress memiliki tingkat metabolisme yang lebih cepat dan kebutuhan energi yang lebih tinggi.

Hasil penelitian Elsbaay (2013) menunjukkan bahwa penggunaan spektrum warna biru menghasilkan nilai konversi pakan yang terbaik sebesar  $1,04 \pm 0,01$  pada ikan nila. Hasil penelitian Aras *et al.* (2016) menunjukkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED hijau memberikan nilai efisiensi pakan terbaik dan penyerapan nutrisi pakan yang optimal pada ikan botia.

### 3.5. Kelangsungan Hidup

Kelangsungan hidup ikan komet selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 4. Selama pemeliharaan ikan komet mengalami kematian karena banyak faktor. Penggunaan LED dengan warna berbeda tidak memberi pengaruh nyata secara signifikan untuk kelangsungan hidup ikan komet, menurut hasil analisis varian (ANOVA) ( $p > 0,05$ ). Hal ini diduga karena keadaan fisiologis ikan komet tidak terpengaruh secara signifikan oleh penggunaan berbagai warna LED, sehingga ikan komet dapat dipelihara dalam kondisi warna cahaya yang berbeda. Novita *et al.* (2019) melaporkan bahwa perlakuan spektrum cahaya LED tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan benih ikan badut. Penelitian serupa yang dilakukan Aras *et al.* (2016) juga melaporkan bahwa perlakuan spektrum LED tidak berpengaruh nyata terhadap kelangsungan hidup ikan botia.





Gambar 4. Tingkat Kelangsungan Hidup Ikan Komet *C. auratus*

Kematian ikan selama penelitian diduga disebabkan oleh ikan mengalami stress akibat pengambilan gambar, pengambilan data panjang dan berat setiap 9 hari sekali, yang menyebabkan ikan harus menyesuaikan kembali dengan lingkungan. Selain itu kematian ikan juga disebabkan oleh masalah teknis dimana kadang terjadi pemutusan listrik yang mengakibatkan sistem aerasi juga tidak berjalan lancar. Kelangsungan hidup yang tinggi diduga karena lingkungan media pemeliharaan yang mendukung keberlangsungan hidup ikan.

Menurut Karimah (2018), kelangsungan hidup yang tinggi juga didukung oleh adanya sirkulasi air karena mampu menaikkan nilai oksigen terlarut yang ada dalam media pemeliharaan. Stres adalah penyebab utama kematian ikan, dan setiap ikan memiliki sistem kekebalan yang unik. Kapasitas ikan untuk menyesuaikan diri dengan perubahan lingkungan, seperti variasi suhu, salinitas, pH, dan konsentrasi oksigen terlarut dalam air, merupakan faktor lain yang mempengaruhi kematian ikan. Menurut Wihardi *et al.* (2014) menyatakan bahwa variabel biotik dan abiotik masing-masing merupakan dua faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup. Faktor abiotik berasal dari luar, seperti ketersediaan pakan dan kualitas air media pemeliharaan, sedangkan faktor biotik diperoleh dari kondisi internal ikan, seperti umur dan kemampuan beradaptasi dengan lingkungan. Utomo *et al.* (2017) menambahkan bahwa perubahan lingkungan yang melampaui batas toleransi suatu hewan dalam jangka waktu tertentu dapat menyebabkan ikan mati cepat atau lambat.

### 3.6. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut yang diukur selama 9 hari sekali. Data pengukuran kualitas air disajikan dalam Tabel 6. Data ini adalah rata-rata kisaran kualitas air pada semua perlakuan selama penelitian.

Tabel 6. Data Parameter Kualitas Air

Parameter	Perlakuan Warna LED				
	A	B	C	D	E
Suhu (°C)	25.70 – 29.20	25.80 – 28.90	25.90 – 28.90	26.00 – 29.00	25.80 – 28.50
pH	7.29 – 8.60	7.88 – 8.50	7.77 – 8.50	7.81 – 8.50	7.75 – 8.60
Oksigen Terlarut (mg/L)	8.00 – 12.20	8.20 - 12.20	8.30 – 12.10	8.50 – 12.10	8.40 – 12.00

Berdasarkan Tabel 6 dapat diketahui kualitas air media pemeliharaan ikan komet. Suhu media pemeliharaan ikan komet berkisar antara 25,70 – 29,20 °C. Nilai tersebut masih dalam kisaran yang normal untuk ikan. Ikan komet dapat mentolerir suhu perairan berkisar antara 20- 30°C (Prastiwi, 2017). Nilai pH pada media pemeliharaan berkisar antara 7,29 – 8,50. Kisaran tersebut masih dapat dikatakan ditolerir oleh ikan komet walaupun terlihat lebih basa. Nilai pH yang sesuai untuk ikan komet hidup dan tumbuh dengan baik yaitu kisaran 7-8,5 (Riantono *et al.* 2019). Oksigen terlarut (DO) pada media pemeliharaan berkisar antara 8,00 – 12,20 mg/l, dimana kisaran ini masih normal. Konsentrasi oksigen minimum yang masih dapat diterima untuk kehidupan normal ikan adalah 5 ppm (Ghufuran & Kordi, 2010). Nilai tersebut masih dalam kisaran kisaran optimum karena pemeliharaan pengadaan oksigen tetap tercukupi dengan adanya sistem aerasi pada media pemeliharaan.

Kualitas air yang baik pada media pemeliharaan ikan menyebabkan ikan tersebut dapat tumbuh dengan baik (Firmansyah *et al.* 2021). Kualitas air yang buruk dapat mengakibatkan pertumbuhan ikan terhambat karena mempengaruhi proses metabolisme. Membersihkan atau memisahkan media pemeliharaan dari sisa limbah dan pakan selama masa pemeliharaan akan membantu mencegah penurunan kualitas air (Hafiz, 2020).

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan warna cahaya LED berpengaruh nyata terhadap kualitas warna dan efisiensi pakan ikan komet, tetapi tidak berbeda nyata pada tingkah laku,

pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan komet. Perlakuan E (LED merah) menghasilkan kualitas warna terbaik berdasarkan skoring *Toca Color Finder* dengan nilai 6,22 dan keragaan warna secara visual pada punggung, sirip dada, dan sirip ekor dengan nilai 80.80%, 64.91%, dan 71.18%. Sedangkan perlakuan C (LED biru) memberikan nilai efisiensi pakan terbaik pada ikan komet dengan nilai 57,48%.

## 5. Saran

Perlakuan LED merah memberikan pengaruh terbaik dalam meningkatkan kecerahan ikan komet (*Carassius auratus*) sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan berupa kombinasi antara perlakuan cahaya LED merah dengan lama paparan cahaya (fotoperiode) yang berbeda untuk meningkatkan kecerahan ikan.

## 6. Referensi

- Adha, A. (2016). *Efektivitas Paparan Spektrum Cahaya LED Terhadap Pertumbuhan dan Kualitas Warna Ikan Rainbow Boesemani Melanotaenia boesemani*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Angriani, R., Halid, I., & Baso, H.S. (2020). Analisis Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Salin (*Oreochromis niloticus*, Linn) dengan Dosis Pakan yang Berbeda. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 21 (1), 1–9. <http://dx.doi.org/10.55113/fwj.v1i2.583>
- Aras, A.K., Nirmala, K., Soelistyowati, D.T., & Sudarto. (2016). Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(1), 45–55. <https://doi.org/10.32491/jii.v16i1.48>
- Audina, M., Yanti, A.H., & Setyawati, T.R. (2017). Tingkat Kecerahan Sisik Bagian Pangkal Caput, Dorsal dan Pangkal Caudal Ikan *Barbodes lateristriga* yang Ditemukan di Sungai Mentuka Kabupaten Sekadau. *Jurnal Protobiont*, 6(3), 98–101. <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v6i2.20821>
- Uthayasiva, M., Haq, M.A., & Kumar, T.T. (2014). Significance of Light Intensity to Enhance the Colour of Marine Ornamental Fish *Amphiprion clarkii* (Bennett, 1830) in captivity. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 1(4), 14–18.
- Elsbaay, A. (2013). Effects of Photoperiod and Different Artificial Light Colors on Nile Tilapia Growth Rate. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 3(3), 05–12. <https://doi.org/10.9790/2380-0330512>
- Erlangga, Erzaneti, R., & Mawardi. (2017). Perubahan Respon Pakan pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) dengan Rangsangan Cahaya Warna Lampu. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*, 45(2) : 12-18. <http://dx.doi.org/10.31258/terubuk.45.2.12-18>
- Firdaus M.W., Fitri, A.D.P., & Jayanto, B.B. (2018). Analisis Adaptasi Perubahan Salinitas dan Survival Rate Ikan Koan (*Ctenopharygodon idella*) sebagai Alternatif Umpan Hidup pada Pole and Line. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(2), 19-28.
- Firmansyah, W., Cokrowati, N., & Scabra, A.R. (2021). The Effect of Different Size Recirculation Systems on the Quality of Water in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Culture. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 26(2): 85–93.
- Ghufuran, M.H.K., & Kordi, K. (2010). *Nikmat Rasanya, Nikmat Untungnya-Pintar Budidaya Ikan di Tambak Secara Intensif*. Yogyakarta: Andi Offset. Lily Publisher.
- Hafiz, M., Dian, M., Haris, R.B.K., Pramesthy, T.D., & Mulyani, R. (2020). Analisis Fotoperiode Terhadap Kecerahan Warna, Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Komet (*Carassius auratus*). *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 15(1), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00146>
- Hajriana. (2017). *Pengaruh Warna Cahaya Lampu Yang Berbeda Terhadap Tingkah Laku dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. Skripsi. Universitas Muhammadiyah, Makassar.
- Harini, D. G., Mulyadi, & Tang, U.M. (2019). Pengaruh Warna Wadah Pemeliharaan yang Berbeda Terhadap Tingkah Laku dan Kualitas Warna Ikan Komet (*Carrasius auratus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Kelautan Univeristas Riau*, 1–12.
- Harkitiyanto, D.E., Satyantini, W.H., & Prayogo. (2016). Pengaruh Pemberian Hormon IGF-I ( Insulin-Like Growth Factor-I) Recombinant Mouse Terhadap Pertumbuhan Ikan Gurame (*Osphronemus Gouramy*). *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 45–56. <https://doi.org/10.20473/jipk.v8i1.11190>
- Hidayat, D., Sasanti, A.D., & Yulisman. (2013). Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, dan Efisiensi Pakan Ikan Gabus (*Channa striata*) yang Diberi Pakan Berbahan Baku Tepung Keong Mas (*Pomacea* sp). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(2) : 161-172. <https://doi.org/10.36706/jari.v1i2.1736>
- Jalila, R. S., Cokrowati, N., & Scabra, A. R. (2021). Pengaruh Perbedaan Warna Wadah pada Performa Produksi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Media Akuakultur Indonesia*, 1(2), 83-37.
- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S. E., Panopoulos, G., Papoutsoglou, E. S., Chadio, S., & Kalogiannis, D. (2008). Effects of Light Spectrum on Growth and Stress Response of Rainbow Trout *Oncorhynchus Mykiss* Reared Under Recirculating System Conditions. *Journal Aquacultural Engineering*, 38(1), 36–42. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2007.10.006>

- Karakatsouli, N., Papoutsoglou, S.E., Sotiropoulos, N., & Stigen, M.T. (2010). Effect of Light Spectrum, Rearing Density and Light Intensity on Growth Performance of Scaled and Mirror Common Carp *Cyprinus carpio* Reared Under Recirculating System Conditions. *Journal Aquaculture Engineering*, 42 (3) : 121-127. <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2010.01.001>
- Karimah, U., Istyanto, S., & Pinandoyo. (2018). Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1), 128-135.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2021). *Statistik Ekspor Hasil Perikanan Tahun 2016-2020*. Direktorat Jenderal Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan. Jakarta : Kementerian Kelautan dan Perikanan. <https://bit.ly/3Kf2HcL>
- Kusumawati, D. (2011). *Kajian Gen Pengkode Pola Pigmen dan Profil Protein pada Ikan Badut Hitam (Amphiprion percula)*. Thesis. Universitas Brawijaya.
- Lestari, V., Sari, P.S., & Kurniawan, A. (2019). Efektivitas Beberapa Sumber B-Karoten yang Dicampurkan pada Pakan Terhadap Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Mas Koki *Carassius auratus* . *Journal of Aquatropica Asia*, 4(1), 10–15.
- Muchlisin, Z.A., Afrido, F., Murda, T., & Fadli, N. (2016). The Effectiveness of Experimental Diet with Varying Levels of Papain on The Growth Performance, Survival Rate and Feed Utilization of Keureling Fish (*Tor tambra*). *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 8(2), 172. <https://doi.org/10.15294/biosaintifika.v8i2.5777>
- Nurhidayat, Koswawati, R., & Ardi, I. 2017. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Cardinal Tetra *Paracheirodon axelrodi* pada Warna Wadah Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Limnotek Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 24(1), 15-25.
- Novita, R. D., Nirmala, K., Supriyono, E., & Ardi, I. (2019). The Effectiveness of LED Light Spectrum Exposure on Growth and Color Performance of Orange Clownfish, *Amphiprion percula* (Lacépède, 1802) Juvenile. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1), 127–141. <https://doi.org/10.32491/jii.v19i1.410>
- Panjaitan, W. (2015). Pengaruh Konsentrasi Tepung *Spirulina platensis* pada Pakan Terhadap Peningkatan Warna Ikan Komet (*Carassius auratus*). *Skripsi*. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Prastiwi, S.D. (2017). *Pengaruh Suhu yang Berbeda Terhadap Perkembangan Embrio Ikan Komet Shubunkin ( Carassius auratus)*. *Skripsi*. Universitas Brawijaya, Malang. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/6383/>
- Priosembodo, S., Irawan, H., & Putra, W.K.A. (2020). Manipulasi Warna Cahaya Led yang Berbeda Terhadap Perubahan Warna Merah Ikan Sumatra *Puntius tetrazona*. *Intek Akuakultur*, 4(1), 74–83. <https://doi.org/10.31629/intek.v4i1.2031>
- Rahmawati, R., Cindelar, S., & Kusri, E. (2016). Keragaan Pertumbuhan dan Warna Ikan *Wild Betta* sp. dengan Rekayasa Intensitas Cahaya dan Warna Latar. *Jurnal Riset Akuakultur*, 11(2), 155-162. <http://doi.org/10.15578/jra.11.2.2016.153-162>
- Rahmi, Nur, I. S., & Hidayat, R. (2017). Efektivitas Rendaman Serbuk Biji Pepaya (*Carica papaya L*) Terhadap Tingkat Infeksi Jamur *Saprolegnia* sp dan Daya Tetas Telur Ikan Komet (*Carassius auratus*). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Riantono, F., Kismiyati, K., & Sulmartiwi, L. (2019). Perubahan Hematologi Ikan Mas Komet (*Carassius auratus*) Akibat Infestasi *Argulus japonicus* Jantan dan *Argulus japonicus* Betina. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 5(2), 70. <https://doi.org/10.20473/jafh.v5i2.11325>
- Roberts, R.J., & Ellis, A.E. (2012). *Fish Pathology 4th ed : The Anatomy and Physiology of Teleost*. Robert RJ Editor.
- Tha, R.A.A. (2016). *Kinerja Pertumbuhan dan Kualitas Warna Benih Ikan Koi Jenis Kohaku (Cyprinus Carpio L.) dengan Paparan Spektrum Lampu Led yang Berbeda*. *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan. Universitas Pertanian Bogor, Bogor.
- Utomo, B.S., Ayi, Y., Indah, R., & Iskandar. (2017). Pengaruh Perbedaan Warna Cahaya Lampu Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 8(2) : 76-82.
- Virgiawan, S. Y., Samidjan, I., & Hastuti, S. (2020). Pengaruh Cahaya dengan Panjang Gelombang yang Berbeda Terhadap Kualitas Warna Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) dengan Sistem Resirkulasi. *Sains Akuakultur Tropis*, 4(2), 119–128. <https://doi.org/10.14710/sat.v4i2.6420>
- Wihardi, Y., Yusanti, I.A., & Haris, R.B.K. (2014). Feminisasi pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dengan Perendaman Ekstrak Daun-Tangkai Buah Terung Cepoka (*Solanum torvum*) pada Lama Waktu Perendaman Berbeda. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan*, 9(1), 23–28. <http://dx.doi.org/10.31851/jipbp.v9i1.338>
- Wijianto, Nirmala, K., & Yuni, P.A. (2021). Efektivitas Paparan Spektrum Lampu Led Terhadap Kinerja Pertumbuhan dan Kualitas Warna Ikan Yellow Phantom (*Hyphessobrycon roseus*). *Manfish Journal*, 1(3), 203–213.
- Zulfikar, Erlangga, M., & Erlangga (2018). Pengaruh Warna Wadah Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Badut (*Amphiprion ocellaris*). *Jurnal Acta Aquatica*, 5(2), 88–92. <https://doi.org/10.29103/aa.v5i2.847>