



**Jurnal Sains Akuakultur Tropis**  
Departemen Akuakultur  
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50275  
Telp. (024) 7474698, Fax.: (024) 7474698  
Email: [sainsakuakulturtropis@gmail.com](mailto:sainsakuakulturtropis@gmail.com), [sainsakuakulturtropis@undip.ac.id](mailto:sainsakuakulturtropis@undip.ac.id)

## **PENGARUH TEPUNG *Spirulina* sp. DALAM PAKAN KOMERSIAL TERHADAP KECERAHAN IKAN ZEBRA (*Danio rerio*)**

*Effect of Spirulina sp. Flour in Commercial Feed on Brightness of Zebrafish (Danio rerio)*

**Femidila Mita Dewantari, Diana Chilmawati<sup>\*</sup>, Subandiyono Subandiyono**

Departemen Akuakultur, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Telp/Fax: (024)7474698  
<sup>\*</sup> *Corresponding author:* [dianachilmawati@yahoo.com](mailto:dianachilmawati@yahoo.com)

### **Abstrak**

Ikan zebra (*Danio rerio*) merupakan salah satu ikan hias yang banyak disukai karena keindahan warna tubuhnya. Warna pada ikan disebabkan karena adanya sel pigmen (kromatofor) yang ada di kulit bagian dermis. Salah satu cara meningkatkan kecerahan warna pada ikan ialah dengan penambahan tepung *Spirulina* dalam pakan. Tepung *Spirulina* yang memiliki kandungan fikosianin sekitar 20% dari berat keringnya dimana dapat membantu dalam meningkatkan warna biru pada ikan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan warna ikan zebra dan menentukan dosis tepung *Spirulina* sp. yang memberikan kecerahan warna ikan zebra terbaik. Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari di Laboratorium Karantina Ikan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dan rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan tersebut yaitu dosis tepung *Spirulina* masing-masing A (0%), B (2%), C (4%), D (6%), dan E (8%). Ikan uji yang digunakan ialah ikan zebra dengan panjang  $2,87 \pm 0,20$  cm. Wadah penelitian menggunakan toples plastik volume 10L sebanyak 20 buah dengan padat tebar 10 ekor/toples. Variabel yang diamati meliputi nilai hue, sel kromatofor, TKP, pertumbuhan berat relatif, pertumbuhan panjang, RGR, dan SR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap tingkat kecerahan warna (selisih nilai hue) dan TKP, namun tidak berpengaruh ( $P > 0,05$ ) terhadap pertumbuhan berat relatif, pertumbuhan panjang relatif, RGR, dan SR. Penambahan tepung *Spirulina* 4% memberikan tingkat kecerahan ikan zebra terbaik dimana selisih nilai hue sebesar  $6,50 \pm 2,60^\circ$ . Kualitas perairan selama penelitian masih layak untuk pemeliharaan ikan zebra (*Danio rerio*).

**Kata kunci:** ikan zebra, fikosianin, *Spirulina*, sel kromatofor

### **Abstract**

Zebra fish (*Danio rerio*) is one of the ornamental fish that is much loved because of the beauty of its body color. Color in fish is caused by the presence of pigment cells (chromatophores) in the skin of the dermis. One way to increase the brightness of color in fish is by adding *Spirulina* flour in feed. *Spirulina* flour which has a phycocyanin content of about 20% of its dry weight which can help in increasing the blue color in fish. The purpose of this study was to analyze the effect of *Spirulina* sp. flour in commercial feed on the brightness of zebrafish color and determine the dose of *Spirulina* sp. flour that gives the best brightness of zebrafish color. This research was conducted for 40 days at the Fish Quarantine Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Science, Diponegoro University, Semarang. This study used an experimental method and a completely randomized design (RAL) consisting of 5 treatments and 4 replicates. The treatments were the dosage of *Spirulina* flour A (0%), B (2%), C (4%), D (6%), and E (8%), respectively. The test fish used was zebra fish with a length of  $2,87 \pm 0,20$  cm. The research container used 10L plastic jars as many as 20 pieces with a stocking density of 10 fish/jar. Variables observed included hue value, chromatophore cells, TKP, relative weight growth, length growth, RGR, and SR. The results showed that the addition of *Spirulina* sp. flour in commercial feed had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the level of color brightness

(difference in hue value) and TKP, but had no effect ( $P>0.05$ ) on relative weight growth, relative length growth, RGR, and SR. The results showed that the addition of *Spirulina* sp. flour in commercial feed had a significant effect ( $P<0.05$ ) on the level of color brightness (difference in hue value) and TKP, but had no effect ( $P>0.05$ ) on relative weight growth, relative length growth, RGR, and SR. The addition of 4% *Spirulina* flour gave the best brightness level of zebrafish where the difference in hue value was  $6,50\pm 2,60^\circ$ . Water quality during the study was still suitable for zebrafish (*Danio rerio*) maintenance.

**Keywords:** chromatophore cells, phycocyanin, *Spirulina*, zebrafish

## PENDAHULUAN

Ikan hias dapat menarik perhatian dikarenakan warna tubuhnya yang menarik dan mencolok. Apabila warna semakin cerah, maka nilai jualnya pun semakin tinggi (Wijaya *et al.*, 2021). Salah satu jenis ikan hias tersebut ialah ikan zebra (*Danio rerio*). Ikan zebra ialah ikan yang berasal dari Nepal, Pakistan, dan Bangladesh (Pratama, 2021). Ikan zebra menjadi daya tarik tersendiri bagi pecinta ikan hias karena memiliki keindahan warna pada tubuhnya yang ditutupi oleh garis-garis horizontal berwarna biru kehitaman. Ikan zebra juga merupakan salah satu hewan yang dimanfaatkan di bidang riset, pengujian, dan pendidikan. Menurut Karimah (2021), ikan zebra ialah salah satu jenis atau spesies ikan yang paling banyak digunakan di laboratorium seluruh dunia.

Ikan zebra memiliki ukuran tubuh kurang lebih sekitar 2-5 cm. Warna pada tubuh ikan zebra putih keemasan. Sedangkan garis-garis horizontal pada tubuh ikan zebra berwarna hitam kebiruan. Menurut Akbar *et al.* (2021), ikan zebra berukuran kecil yaitu maksimal 5 cm dengan daya tarik yang terletak pada garis-garis horizontal putih perak dan biru di badan sampai ke siripnya. Perbedaan bentuk tubuh ikan zebra jantan dan betina yaitu pada bagian bawah perut. Pada ikan zebra jantan tubuhnya cenderung kurus, bentuk tubuh torpedo, dan pada bagian bawah perut dan sirip terdapat warna emas. Sedangkan pada ikan zebra betina yaitu tubuhnya cenderung gemuk, bagian bawah perut tidak terdapat warna emas, dan ikan zebra betina akan lebih gemuk dan besar saat perutnya berisi telur-telur. Menurut Spence *et al.* (2008), ikan zebra jantan memiliki warna yang sama, meskipun ikan zebra jantan cenderung memiliki sirip dubur yang lebih besar dengan warna yang cenderung lebih kuning.

Salah satu yang menjadi daya tarik dari ikan zebra ialah warna pada tubuh. Sehingga berpengaruh terhadap harga jual ikan zebra. Total perdagangan ikan zebra mencapai lebih dari 1,04 miliar ekor pada tahun 2013 (Kementerian Perikanan dan Ilmu Kelautan, 2014). Pemberian pakan yang mengandung suplemen perlu dilakukan karena dapat memperbaiki dan meningkatkan kualitas warna dari ikan. Salah satu suplemen yang ditambahkan pada pakan ialah karotenoid. Sumber karotenoid dapat berasal dari *Spirulina*, karena *Spirulina* memiliki kandungan *phycocyanin*, *chlrophyll-a*, dan karoten (Hadijah *et al.*, 2020).

*Spirulina* memiliki kandungan protein kandungan protein sekitar 40-60%, vitamin A, mineral 3-7% dan beta-karoten (Rosid *et al.*, 2019). *Spirulina platensis* memiliki kandungan fikosianin yang mana akan menghasilkan pigmen biru. Fikosianin merupakan pigmen yang dapat digunakan untuk pewarna alami dengan warna biru (Rahmawati *et al.*, 2017). Maka dari itu, manipulasi pakan dilakukan karena merupakan salah satu strategi yang mampu meningkatkan kecerahan warna pada ikan (Madiara *et al.*, 2019). Penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan komersial diharapkan dapat meningkatkan kecerahan warna pada ikan zebra. Oleh karena itu, dibutuhkan dosis yang tepat pada tepung *Spirulina* sp. yang akan dicampur dengan pakan komersial. Sehingga akan menghasilkan ikan zebra yang memiliki kecerahan warna serta kualitas yang baik.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Karantina Ikan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang. Bahan yang digunakan yaitu ikan zebra yang memiliki panjang  $2,87\pm 0,20$  cm. Tepung *Spirulina* sp. menggunakan produk Polaris. Putih telur atau albumin digunakan sebagai perekat. Air tawar sebagai media pemeliharaan. Pakan komersial menggunakan pelet dari produk PF 500 yang disesuaikan dengan bukaan mulut ikan. Alat yang digunakan antara lain toples plastik dengan volume 10L sebanyak 20 buah sebagai wadah pemeliharaan ikan zebra. *Water Quality Checker* (WQC) Lutron untuk mengukur kandungan DO dan suhu. pH meter yang berfungsi untuk mengukur pH. Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat ikan zebra dan pakan. Aerator dan batu aerasi digunakan untuk menyuplai oksigen. Kertas label untuk memberi label pada setiap perlakuan. Milimeter block untuk mengukur panjang tubuh ikan. Tisu untuk mengeringkan wadah yang sudah disterilkan. Serok atau seser digunakan untuk menangkap ikan. Selang sipon untuk membuang kotoran didasar wadah pemeliharaan. Alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan. Kamera handphone sebagai alat dokumentasi. *Software Adobe Photoshop* CS6 digunakan untuk mengukur tingkat kecerahan warna ikan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan ini mengacu pada penelitian Amin *et al.* (2019) dengan 4 perlakuan dan 3 pengulangan dengan dosis 2%, 4%, 6%, 8% tepung *Spirulina*. Pada rancangan penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 4 pengulangan dengan dosis 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Adapun perlakuan yang digunakan adalah:

Perlakuan A: tepung *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan komersial dengan dosis 0%.

- Perlakuan B: tepung *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan komersial dengan dosis 2%.
- Perlakuan C: tepung *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan komersial dengan dosis 4%.
- Perlakuan D: tepung *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan komersial dengan dosis 6%.
- Perlakuan E: tepung *Spirulina* yang ditambahkan ke dalam pakan komersial dengan dosis 8%.

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis. Tahap persiapan dilakukan dengan mempersiapkan wadah pemeliharaan berjumlah 20 dengan volume 10L dan ikan uji dengan padat tebar 10 ekor/volume, pakan uji ditimbang sesuai dengan dosis masing-masing perlakuan. Tahap pelaksanaan meliputi pemberian pakan dengan frekuensi sehari dua kali pada pagi hari pukul 09.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 WIB. Tepung *Spirulina* yang telah ditimbang sesuai dosis masing-masing dimasukkan kedalam *sprayer* dan tambahkan air sebanyak 0,75 ml (15 ml/5 gram pakan) dan putih telur sebanyak 0,25 ml (5 ml/5 gram pakan). Kemudian aduk tepung *Spirulina*, air, dan putih telur sampai rata. Jika sudah merata, semprotkan pada pakan komersial (5 gram) yang telah diletakkan pada wadah, selanjutnya campur pakan dan tepung *Spirulina*. Setelah itu keringkan pakan di suhu ruang atau diangin-anginkan. Tahap analisis dilakukan dengan mencatat dan menghitung data yang diperoleh selama penelitian berupa selisih nilai *hue*, sel kromatofor, total konsumsi pakan (TKP), pertumbuhan berat relatif, pertumbuhan panjang relatif, laju pertumbuhan relatif (RGR), kelulushidupan (SR), dan kualitas air.

#### Selisih Nilai Hue

Pengukuran warna tubuh ikan zebra dilakukan setiap 10 hari sekali menggunakan *software Adobe Photoshop CS6*. Adapun langkah-langkah pengukuran sebagai berikut: buka *Adobe Photosop* pada laptop, pilih *open* kemudian pilih foto ikan uji yang digunakan. Setting nilai *hue* dengan memilih *Set Foreground Color* pada *tool* disebelah kiri bawah. Nilai *hue* diukur dengan mengarahkan kursor pada bagian tubuh ikan yang akan diukur menggunakan *Eyedrop tool*. Nilai *hue* ikan zebra dapat dilihat di *Set Foreground Color* pada *tool* sebelah kanan dengan simbol  $H(^{\circ})$ .

#### Sel Kromatofor

Pengamatan sel kromatofor dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan. Bagian yang diamati ialah lapisan dermis. Metodologi yang digunakan yaitu teknik histologi dengan menggunakan pewarna *hematoksilin* dan *eosin* yang kemudian diamati di mikroskop (Satria *et al.*, 2022). Sampel ikan dipotong pada bagian punggung dengan ketebalan 0,6  $\mu\text{m}$  (Haq *et al.*, 2022). Pengamatan pada sel kromatofor diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x0,65. Hasil pengamatan sel kromatofor dilakukan secara deskriptif dan dibandingkan dengan referensi.

#### Total Konsumsi Pakan

Pengukuran total konsumsi pakan dapat dihitung menggunakan rumus Asriyanti *et al.* (2018) yaitu:

$$TKP = F1 + F2 \dots + Fn$$

dimana:

- TKP : Tingkat konsumsi pakan
- F1 : Jumlah pakan hari pertama (g)
- F2 : Jumlah pakan kedua (g)
- Fn : Jumlah pakan ke n (g)

#### Pertumbuhan Berat Relatif

Pengukuran pertumbuhan berat dihitung dengan rumus Effendie (1979) yaitu:

$$W_m = W_t - W_0$$

dimana:

- $W_m$  : Pertumbuhan berat mutlak(g)
- $W_t$  : Berat biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)
- $W_0$  : Berat biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)

#### Pertumbuhan Panjang Relatif

Pengukuran Pertumbuhan panjang relatif dihitung berdasarkan rumus Effendie (1979) yaitu:

$$P_m = P_t - P_0$$

dimana:

- $P_m$  : Pertambahan panjang ikan mutlak (cm)
- $P_t$  : Panjang Ikan pada waktu ke-t (cm)
- $P_0$  : Panjang ikan pada waktu ke-0 (cm)

#### Laju Pertumbuhan Relatif

Pengukuran laju pertumbuhan relatif dapat dihitung menggunakan rumus Kosim *et al.* (2016) yaitu:

$$RGR = \frac{(W_t - W_0)}{(W_0 \times t)} \times 100\%$$

dimana:

- RGR : Laju pertumbuhan relatif (%/hari)  
 Wt : Bobot biomassa ikan uji pada akhir penelitian (g)  
 W0 : Bobot biomassa ikan uji pada awal penelitian (g)  
 t : Lama penelitian (hari)

**Kelulushidupan**

Pengukuran kelulushidupan ikan uji dapat dihitung menggunakan rumus Satria *et al.* (2022) yaitu:

$$SR = \frac{Nt}{N0} \times 100\%$$

dimana:

- SR : Kelulushidupan (%)  
 Nt : Jumlah ikan saat akhir pemeliharaan  
 N0 : Jumlah ikan pada saat awal tebar

**Kualitas Air**

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan menggunakan *Water Quality Checker* (WQC) Lutron. Parameter kualitas air yang diukur yaitu suhu, DO, dan pH. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali sehari yaitu pagi hari pukul 08.00 WIB dan sore hari pukul 16.00 WIB.

**Analisis Data**

Analisis data variabel yang diperoleh akan diuji menggunakan *software* SPSS versi 26. Data akan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila dalam analisis sidik ragam (ANOVA) berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ), maka dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan. Data sel kromatofor dan kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan referensi.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil**

**a. Selisih Nilai Hue**

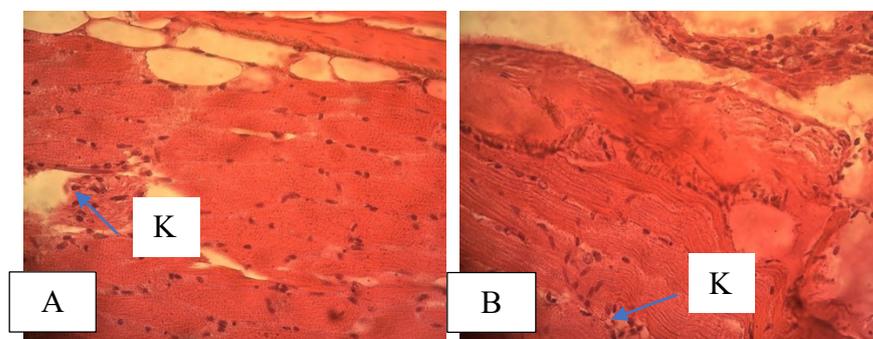
Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data selisih nilai *hue* ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Tabel 1.

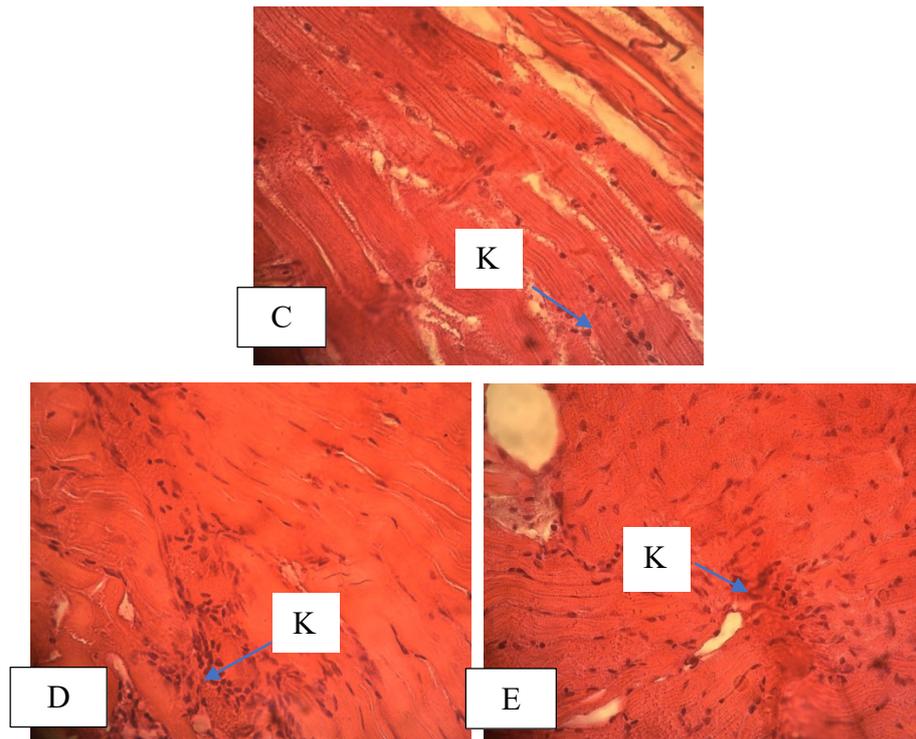
Tabel 1. Tabel Selisih Nilai *Hue* Ikan Zebra

Perlakuan	Nilai <i>Hue</i> Hari ke-					Selisih Hue (°)
	0	10	20	30	40	
A	238,38±10,21 <sup>a</sup>	223,50±17,10 <sup>a</sup>	230,13±10,33 <sup>a</sup>	224,00±14,10 <sup>a</sup>	240,38±11,59 <sup>a</sup>	2,00±2,38 <sup>a</sup>
B	240,75±6,25 <sup>a</sup>	224,75±6,67 <sup>a</sup>	225,50±11,10 <sup>a</sup>	226,25±14,22 <sup>a</sup>	243,25±7,07 <sup>a</sup>	2,50±1,47 <sup>ab</sup>
C	232,50±5,29 <sup>a</sup>	226,50±20,09 <sup>a</sup>	213,63±13,74 <sup>a</sup>	229,50±9,96 <sup>a</sup>	239,00±5,45 <sup>a</sup>	6,50±2,61 <sup>b</sup>
D	239,50±5,15 <sup>a</sup>	233,25±15,71 <sup>a</sup>	225,63±8,83 <sup>a</sup>	227,63±14,34 <sup>a</sup>	242,13±6,13 <sup>a</sup>	2,63±1,75 <sup>a</sup>
E	236,75±6,56 <sup>a</sup>	227,50±15,00 <sup>a</sup>	231,00±13,95 <sup>a</sup>	234,38±10,60 <sup>a</sup>	239,75±5,26 <sup>a</sup>	3,00±1,41 <sup>a</sup>

**b. Sel Kromatofor**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh hasil histologi sel kromatofor pada lapisan dermis ikan zebra yang disajikan pada Gambar 1. (A) Dosis 0%, (B) Dosis 2%, (C) Dosis 3%, (D) Dosis 4%, dan (E) Dosis 6%, (K) Kromatofor.

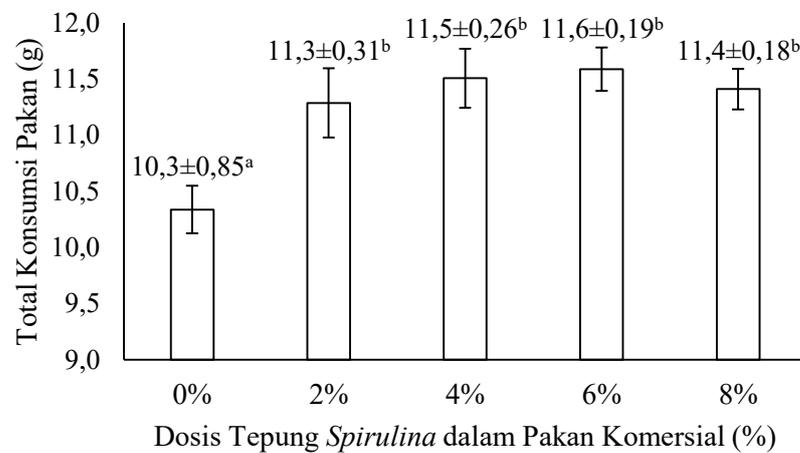




Gambar 1. Kepadatan Sel Kromatofor pada Berbagai Perlakuan.

**c. Total Konsumsi Pakan**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data total konsumsi pakan ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Gambar 2.

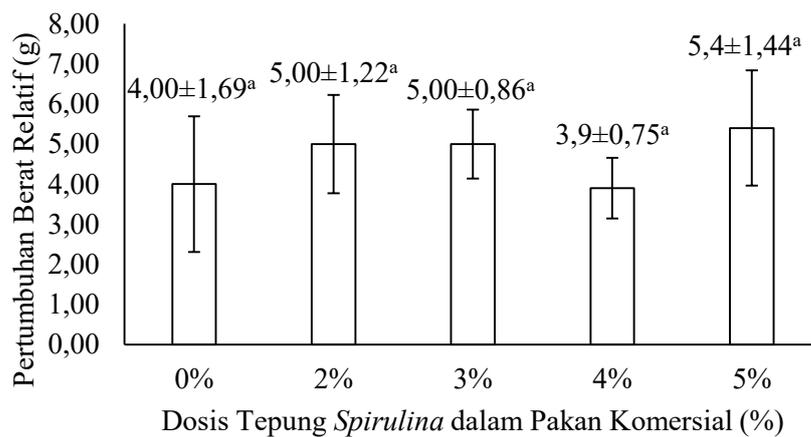


Gambar 2. Histogram Tingkat Konsumsi Pakan Ikan Zebra

Berdasarkan histogram pada Gambar 2 menunjukkan nilai total konsumsi pakan (TKP) diperoleh yaitu perlakuan D sebesar 11,6±0,19 g, lalu perlakuan C sebesar 11,5±0,26 g, perlakuan E sebesar 11,4±0,18 g, perlakuan B sebesar 11,3±0,31 g, dan perlakuan A sebesar 10,3±0,21 g. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ).

**d. Pertumbuhan Berat Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data pertumbuhan berat relatif ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pertumbuhan Berat Relatif Ikan Zebra

Berdasarkan histogram pada Gambar 3 diperoleh nilai pertumbuhan berat relatif yaitu perlakuan A sebesar 4,00±1,69 g, perlakuan B sebesar 5,00±1,22 g, perlakuan C sebesar 5,00±0,86 g, perlakuan D sebesar 3,9±0,75 g, dan perlakuan E sebesar 5,4±1,44 g. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra tidak memberikan pengaruh nyata ( $P>0,05$ ).

**e. Pertumbuhan Panjang Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data pertumbuhan panjang relatif ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Tabel 2.

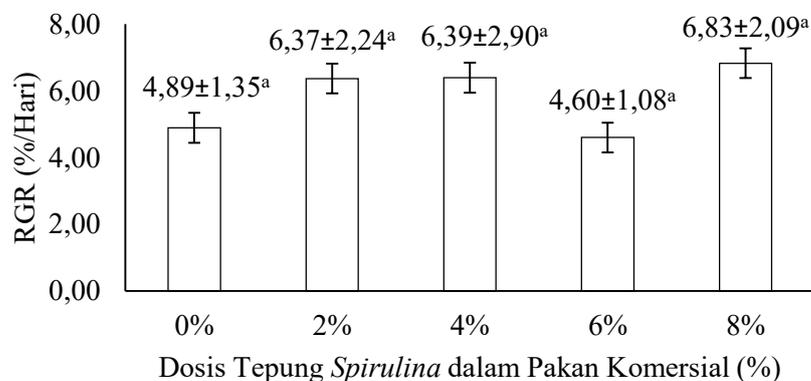
Tabel 2. Pertumbuhan Panjang Relatif Ikan Zebra

Perlakuan	Ulangan				Jumlah	Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3	4			
A	0,2	0,0	0,3	0,1	0,6	0,15	0,13
B	0,1	0,2	0,1	0,1	0,5	0,13	0,05
C	0,1	0,0	0,2	0,2	0,5	0,13	0,10
D	0,1	0,2	0,2	0,3	0,8	0,20	0,08
E	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,18	0,05

Berdasarkan histogram pada Tabel 2 diperoleh nilai pertumbuhan panjang relatif pada perlakuan A sebesar 0,15±0,13 cm, perlakuan B sebesar 0,13±0,05 cm, perlakuan C sebesar 0,13±0,10 cm, perlakuan D sebesar 0,20±0,08 cm, dan perlakuan E sebesar 0,18±0,05 cm. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra tidak memberikan pengaruh nyata ( $P>0,05$ ).

**f. Laju Pertumbuhan Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data laju pertumbuhan relatif ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Gambar 4.

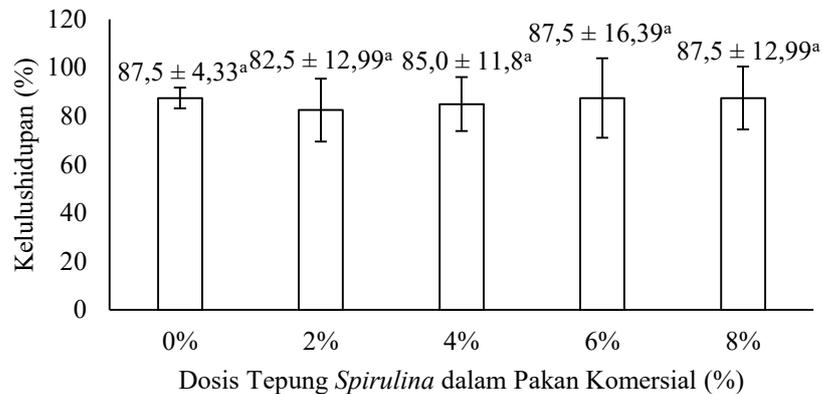


Gambar 4. Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Zebra

Berdasarkan histogram pada Gambar 4 diperoleh nilai laju pertumbuhan relatif (RGR) perlakuan A sebesar  $4,89 \pm 1,35\%$ /hari, perlakuan B sebesar  $6,37 \pm 2,24\%$ /hari, perlakuan C sebesar  $6,39 \pm 2,90\%$ /hari, perlakuan D sebesar  $4,60 \pm 1,08\%$ /hari, dan perlakuan E sebesar  $6,83 \pm 2,09\%$ /hari. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra tidak memberikan pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ).

**g. Kelulushidupan**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data kelulushidupan ikan zebra yang diberi tepung *Spirulina* dengan dosis yang berbeda pada pakan komersial yang disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kelulushidupan Ikan Zebra

Berdasarkan histogram pada Gambar 5 diperoleh nilai kelulushidupan yaitu perlakuan A sebesar  $87,50 \pm 4,33\%$ , perlakuan B sebesar  $82,50 \pm 12,99\%$ , perlakuan C sebesar  $85,0 \pm 11,8\%$ , perlakuan D sebesar  $87,50 \pm 16,39\%$ , dan perlakuan E sebesar  $87,50 \pm 12,99\%$ . Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial terhadap kecerahan ikan zebra tidak memberikan pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ).

**h. Kualitas Air**

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh data pengukuran kualitas air berupa suhu, DO, dan pH yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kualitas Air Ikan Zebra Selama Penelitian

Parameter	Nilai	Pustaka (Kelayakan)
Suhu (°C)	27,9 - 28,5	27 - 30 <sup>a</sup>
pH	7,88 - 8,03	7 - 8 <sup>b</sup>
DO (mg/L)	5,9 - 6,1	6,5 - 7,2 <sup>c</sup>

**Keterangan:** <sup>a</sup>SNI (2013),  
<sup>b</sup>Hammer (2020),  
<sup>c</sup>SNI (2013).

**PEMBAHASAN**

**a. Selisih Nilai Hue**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap selisih nilai *hue* ikan zebra. Hasil selisih nilai *hue* selama penelitian yaitu perlakuan C sebesar  $6,50 \pm 2,60^\circ$ , perlakuan E sebesar  $3,00 \pm 1,41^\circ$ , perlakuan D sebesar  $2,63 \pm 1,75^\circ$ , perlakuan B sebesar  $2,50 \pm 1,47^\circ$ , dan perlakuan A sebesar  $2,00 \pm 2,38^\circ$ . Menurut Rahmawati *et al.* (2016), adanya perubahan (delta) nilai *hue* di akhir penelitian yang dihasilkan cenderung menghasilkan perubahan warna dengan nilai positif artinya warna semakin kebiruan, dan apabila nilainya negatif maka warna cenderung kehijauan. Calado *et al.* (2017), menyatakan bahwa pakan yang telah dicampur dengan *Spirulina* dapat meningkatkan warna pada ikan badut dan cichlid. Selain itu, pada ikan koi showa juga menunjukkan adanya kecerahan warna yang lebih baik dan keseluruhan pada pakan yang mengandung *Spirulina*. Penyebaran sel pigmen juga akan berpengaruh pada kecerahan warna pada ikan.

Hal ini diperkuat oleh penelitian Amin *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa peningkatan warna ikan platy yang terbaik terjadi pada kandungan tepung *Spirulina* 4%. Pada penelitian Sari *et al.* (2014), yang menyatakan bahwa hasil pengukuran nilai *hue* ikan nemo selama 28 hari pemeliharaan mengalami penurunan terus menerus yang berarti warna ikan semakin bagus. Penurunan nilai *hue* paling tinggi pada ikan yang diberi

makanan pelet dan nauplius *Artemia* (perlakuan C) sebesar  $9,51^0$  dan perubahan paling rendah pada pemberian makanan pelet dan udang rebon (perlakuan A) sebesar  $2,77^0$ . Peningkatan kecerahan warna menunjukkan bahwa karotenoid atau pigmen warna dalam pakan mampu meningkatkan kecerahan warna ikan nemo. Faktor yang mempengaruhi kecerahan warna pada ikan yaitu faktor genetik, pakan yang mengandung pigmen warna dan sinar matahari. Hal ini diperkuat oleh Indarti *et al.* (2012), yang menyatakan bahwa peningkatan warna dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi umur, ukuran, genetik, jenis kelamin, dan kemampuan ikan menyerap kandungan nutrisi dalam pakan. Sedangkan faktor eksternal meliputi kualitas air, cahaya, pakan bernutrisi tinggi dan mengandung  $\beta$ -karoten. Menurut Islachuddin *et al.* (2023), perbedaan nilai *hue* disebabkan karena kandungan  $\beta$ -karoten pada masing-masing tepung yang ditambahkan ke dalam pakan. Menurut Fariyah *et al.* (2014), kandungan fikosianin dalam 100 gram *Spirulina powder* ialah sebesar 15,6 gram atau 15,6%.

Hasil pengukuran selisih nilai *hue* menunjukkan tepung *Spirulina* dosis 4% dapat meningkatkan kecerahan ikan zebra. Hal ini karena kebutuhan fikosianin dalam tepung *Spirulina* sp. untuk meningkatkan kecerahan ikan zebra telah terpenuhi. Hal ini diperkuat oleh penelitian Amin *et al.* (2019), yang menyatakan bahwa peningkatan warna ikan platy yang terbaik terjadi pada perlakuan C dengan kandungan tepung *Spirulina* 4%. Hal ini membuktikan bahwa pakan yang mengandung tepung *Spirulina* sp. dosis 4% sudah mencukupi kebutuhan ikan platy akan karotenoid dalam pakan. Perlakuan A (kontrol) merupakan perlakuan yang hasil perubahannya warnanya paling rendah. Nilai *hue* rendah disebabkan karena dalam pakan tidak terkandung fikosianin. Pada perlakuan A masih mengalami perubahan warna meskipun nilainya kecil. Warna ikan zebra juga dapat dipengaruhi oleh hormon dan sistem saraf. Hal ini diperkuat oleh Malini dan Agustin (2018), menyatakan kelenjar pituitary menghasilkan *Melanin Dispersing Hormone* (MDH) yang mempengaruhi pemudaran warna dan *Melanin Aggregating Hormone* (MAH) yang mempengaruhi pemunculan warna.

#### **b. Sel Kromatofor**

Sel kromatofor berperan penting dalam membantu kecerahan warna pada ikan. Semakin banyak dan menyebarnya sel kromatofor maka warna yang dihasilkan semakin baik (Virgiawan *et al.*, 2020). Perubahan sel kromatofor dipengaruhi oleh dua faktor perubahan yaitu perubahan morfologis dan fisiologis. Menurut Malini dan Agustin (2018), perubahan morfologis berpengaruh dalam penambahan jumlah sel kromatofor dan penurunan jumlah sel kromatofor. Sedangkan perubahan fisiologis disebabkan karena aktivitas pergerakan sel pigmen kromatofor serta jumlah dan letak pergerakan sel kromatofor akan mempengaruhi tingkat kecerahan warna ikan (Indarti *et al.*, 2012). Hal ini juga diperkuat oleh Islachuddin *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa sel kromatofor memiliki peran dalam meningkatkan warna pada ikan. Selain itu, kandungan karotenoid pada tepung *Spirulina* mempengaruhi jumlah sel kromatofor pada ikan. Menurut Andriani *et al.* (2018), kandungan karotenoid dalam tepung *Spirulina* dapat meningkatkan jumlah sel kromatofor. Sel kromatofor ialah sel pigmen berbentuk bulat yang berada menyebar diseluruh lapisan kulit ikan.

Berdasarkan hasil histologi sel kromatofor didapatkan sel kromatofor perlakuan A relatif rendah dan menyebar daripada perlakuan B. Pada perlakuan B sel kromatofor terlihat relatif tinggi dan menyebar daripada perlakuan A dan C. Sel kromatofor perlakuan C relatif lebih rendah dan menyebar daripada perlakuan A. Sel kromatofor perlakuan D menumpuk pada satu titik dan relatif banyak. Sel kromatofor perlakuan E relatif lebih tinggi dan menyebar. Letak sel kromatofor mempengaruhi warna pada ikan. Hal ini diperkuat oleh Dahlia (2014), yang menyatakan bahwa kromatofor dapat menyebar ke seluruh sel dan menumpuk di satu titik. Apabila kromatofor menyebar ke seluruh sel maka warna akan terlihat jelas tergantung pada butir pigmen, sebaliknya apabila kromatofor menumpuk di satu titik maka warna akan terlihat pudar. Perubahan warna dipengaruhi oleh suhu, cahaya, dan lain-lain yang dikendalikan oleh sistem saraf dan hormon. Menurut Malini dan Agustin, (2018), pigmen yang menyebar didalam sel menyebabkan sel menyerap sinar dengan optimal sehingga terjadi peningkatan warna sisik menjadi lebih terang dan jelas, sedangkan pigmen yang berkumpul di dekat nukleus menyebabkan terjadinya penurunan warna sisik menjadi gelap dan memudar.

Menurut Indarti *et al.* (2012), karotenoid yang larut dalam lemak dicerna bagian usus oleh enzim lipase pankreatik dan garam empedu. Enzim lipase pankreatik menghidrolisis trigliserid menjadi monogliserid dan asam lemak. Garam empedu sebagai pengemulsi lemak sehingga membentuk *micelle* (partikel lemak berukuran kecil) mengandung asam lemak, monogliserid, dan kolesterol. Karotenoid dalam sitoplasma sel mukosa usus halus dipecah menjadi retinol lalu diserap bersamaan dengan asam lemak secara difusi pasif oleh dinding sel. Retinol dan *micelle* masuk ke saluran darah dan ditransportasikan menuju ke hati. Retinol bergabung dengan asam palmitat dan disimpan dalam bentuk retinil-palmitat. Apabila dibutuhkan oleh sel-sel tubuh, retinil palmitat akan diikat protein pengikat retinol (PPR) yang disintesis di hati kemudian ditransfer ke sel-sel jaringan dan terserap dalam tubuh.

#### **c. Total Konsumsi Pakan**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pemberian tepung *Spirulina* dalam pakan komersial memberikan pengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap total konsumsi pakan ikan zebra. Adapun hasil total konsumsi

pakan yang diperoleh sebagai berikut yaitu perlakuan D sebesar  $11,6\pm 0,19$  g, perlakuan C sebesar  $11,5\pm 0,26$  g, perlakuan E sebesar  $11,4\pm 0,18$  g, perlakuan B sebesar  $11,3\pm 0,31$  g, dan perlakuan A sebesar  $10,3\pm 0,21$  g. Menurut Satria *et al.* (2022), menyatakan bahwa total konsumsi pakan ialah satu faktor yang berperan penting untuk mengetahui tinggi rendahnya pakan yang dikonsumsi ikan. Apabila total konsumsi pakan pada ikan rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan kurang optimal bahkan kematian ikan. Menurut Chilmawati *et al.* (2018), menyatakan bahwa ikan yang memakan pakan dengan kandungan protein tinggi maka pertumbuhannya juga akan tinggi.

Total konsumsi pakan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis pakan, kondisi ikan, dan kondisi lingkungan. Penambahan tepung *Spirulina* diduga memberikan bau yang dapat merangsang ikan untuk memakan pakan. Hal ini dibuktikan dengan total konsumsi pakan yang diberikan tambahan tepung *Spirulina* lebih besar dari pada yang tidak diberi tepung. Menurut Winarti *et al.* (2017), tinggi rendahnya total konsumsi pakan pada ikan dipengaruhi beberapa faktor seperti bau, rasa, ukuran, dan warna. Adanya perbedaan tingkat konsumsi pakan dapat dipengaruhi oleh kandungan pakan serta palatabilitas pakan yang diberikan (Asriyanti *et al.*, 2018). *Spirulina* sp. digunakan sebagai suplemen pada pakan ikan karena *Spirulina* sp. merupakan salah satu sumber makanan berkelanjutan yang sangat menjanjikan (Chilmawati *et al.*, 2023). Selain itu, kesehatan ikan juga berpengaruh pada nafsu makan ikan. Apabila ikan stress maka nilai total konsumsi pakan akan menurun sehingga berakibat pada pertumbuhan yang ikut menurun serta kelulushidupan menurun. Menurut Ridwantara *et al.* (2019), menyatakan bahwa kualitas air seperti suhu memiliki peran dalam proses metabolisme tubuh.

#### **d. Pertumbuhan Berat Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pemberian tepung *Spirulina* dalam pakan komersial tidak memberikan pengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap pertumbuhan berat relatif ikan zebra. Hasil pertumbuhan berat relatif yang diperoleh sebagai berikut yaitu perlakuan A sebesar  $4,00\pm 1,69$  g, perlakuan B sebesar  $5,00\pm 1,22$  g, perlakuan C sebesar  $5,00\pm 0,86$  g, perlakuan D sebesar  $3,9\pm 0,75$  g, dan perlakuan E sebesar  $5,4\pm 1,44$  g. Pertumbuhan berat relatif ikan zebra mengalami peningkatan tetapi diuji dengan analisis ragam (ANOVA) tidak berpengaruh nyata. Menurut Ismail *et al.* (2020), tidak semua pakan yang dimakan ikan digunakan untuk pertumbuhan. Sebagian besar energi dari pakan digunakan untuk pemeliharaan tubuh. Sisa energi dari pakan digunakan untuk pertumbuhan, aktivitas, dan reproduksi.

Pertumbuhan didefinisikan sebagai proses bertambahnya panjang dan berat suatu organisme dalam satuan waktu. Menurut Mulqan *et al.* (2017), pertumbuhan dipengaruhi beberapa faktor seperti faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi sifat keturunan, ketahanan terhadap penyakit dan kemampuan dalam memanfaatkan makanan. Sedangkan faktor eksternal meliputi sifat fisika, kimia, dan biologi perairan. Menurut Merlin *et al.* (2017), nutrisi yang disimpan dalam tubuh akan dikonversikan menjadi energi yang digunakan ikan untuk proses metabolisme seperti pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian tubuh, dan pergantian sel-sel yang rusak.

#### **e. Pertumbuhan Panjang Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa pemberian tepung *Spirulina* dalam pakan komersial tidak memberikan pengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap pertumbuhan panjang relatif ikan zebra. Hasil pertumbuhan panjang relatif yang diperoleh sebagai berikut yaitu perlakuan A sebesar  $0,15\pm 0,13$  cm, perlakuan B sebesar  $0,13\pm 0,05$  cm, perlakuan C sebesar  $0,13\pm 0,10$  cm, perlakuan D sebesar  $0,20\pm 0,08$  cm, dan perlakuan E sebesar  $0,18\pm 0,05$  cm. Pertumbuhan panjang relatif ikan zebra mengalami peningkatan tetapi diuji analisis ragam tidak memberikan pengaruh nyata. Menurut Simbolon *et al.* (2021), penambahan panjang tidak nyata disebabkan karena kandungan nutrisi yang terdapat dalam pakan yang dikonsumsi ikan. Pertumbuhan ikan yang baik dipengaruhi oleh pemberian pakan yang benar, memiliki kandungan nutrisi yang baik dalam pakan selama pemeliharaan.

Adanya perbedaan pertumbuhan panjang diduga karena adanya perbedaan dosis tepung *Spirulina* sp. yang digunakan pada masing-masing pakan. Sehingga nutrisi yang terkandung dalam pakan juga berbeda-beda. Menurut Niode *et al.* (2017), nutrisi ialah aspek penting dalam budidaya ikan. Komponen nutrisi yang berperan penting dan terkandung dalam pakan antara lain protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Nutrisi berpengaruh besar dalam kesehatan, pertumbuhan, dan kesehatan ikan.

#### **f. Laju Pertumbuhan Relatif**

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial tidak memberikan pengaruh nyata ( $P>0,05$ ) terhadap laju pertumbuhan relatif ikan zebra. Hasil laju pertumbuhan relatif yang diperoleh sebagai berikut yaitu perlakuan A sebesar  $4,89\pm 1,35\%$ /hari, perlakuan B sebesar  $6,37\pm 2,24\%$ /hari, perlakuan C sebesar  $6,39\pm 2,90\%$ /hari, perlakuan D sebesar  $4,60\pm 1,08\%$ /hari, dan perlakuan E sebesar  $6,83\pm 2,09\%$ /hari. Menurut Chilmawati *et al.* (2018), laju pertumbuhan digunakan untuk menghitung presentase pertumbuhan berat ikan. Pada perlakuan D pertumbuhan ikan zebra mengalami

penurunan kemudian pada perlakuan E mengalami peningkatan. Ketika dilakukan uji analisis ragam (ANOVA) tidak memberikan pengaruh nyata.

Pertumbuhan dapat terjadi karena beberapa faktor yang mempengaruhi. Menurut Manganang (2019), pertumbuhan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal seperti pakan, sifat keturunan, kualitas air. Faktor utama yang berpengaruh terhadap pertumbuhan ialah makanan dan kualitas air. Protein yang terkandung dalam pakan berpengaruh terhadap pertumbuhan karena protein berguna untuk membentuk jaringan baru dan menggantikan jaringan yang rusak. Protein yang terkandung dalam pakan berupa pelet yang diberikan pada ikan zebra sebesar 40%. Menurut Andriani *et al.* (2018), tepung *Spirulina* yang ditambahkan pada pakan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot ikan komet. Hal tersebut diduga karena pakan yang diberikan pada setiap perlakuan tidak memiliki kandungan protein yang berbeda untuk mencukupi kebutuhan pertumbuhan ikan melainkan sebagai peningkat intensitas warna ikan.

#### g. Kelulushidupan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan komersial tidak memberikan pengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap kelulushidupan ikan zebra. Hasil kelulushidupan yang diperoleh sebagai berikut yaitu perlakuan A sebesar  $87,50 \pm 4,33\%$ , perlakuan B sebesar  $82,50 \pm 12,99\%$ , perlakuan C sebesar  $85,0 \pm 11,18\%$ , perlakuan D sebesar  $87,50 \pm 16,39\%$ , dan perlakuan E sebesar  $87,50 \pm 12,99\%$ . Tingkat kelulushidupan ikan selama penelitian hanya mencapai 80% disebabkan karena pada awal penelitian dan menjelang akhir penelitian ikan mati. Hal ini diduga saat awal penelitian ikan masih memerlukan proses adaptasi dengan lingkungan dan menjelang akhir penelitian diduga karena ikan terserang parasit dan stress. Hal ini diperkuat oleh Winarti *et al.* (2017), kematian ikan pada awal penelitian karena masih mengalami proses adaptasi dengan lingkungannya. Menurut Nasir dan Khalil (2016), ikan mati selama pemeliharaan karena terjadinya pemupukan sisa pakan dan feses serta stress karena ditangkap untuk pengukuran berat dan panjang.

Tingkat kelulushidupan dipengaruhi oleh faktor pakan, keturunan, kualitas air, parasit. Shoimah *et al.* (2022), menyatakan bahwa kelulushidupan dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal meliputi umur, genetika, kemampuan untuk memanfaatkan makanan dan ketahanan terhadap penyakit. Faktor eksternal meliputi sifat fisika dan kimia air, ruang gerak, ketersediaan makanan baik dari segi kualitas dan kuantitas. Selain itu, perlu adanya *biosecurity* yang berfungsi untuk mengurangi potensi kematian ikan. Menurut Widiatoro (2020), menyatakan bahwa *biosecurity* berfungsi untuk mencegah masuk atau menyebarnya patogen dan inang pembawa penyakit.

#### h. Kualitas Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari didapatkan suhu  $27,9 - 28,5^{\circ}\text{C}$ , pH berkisar 7–8, dan oksigen terlarut (DO) berkisar  $5,9 - 6,1 \text{ mg/l}$ . Berdasarkan data kualitas air yang diperoleh menunjukkan bahwa kualitas air selama penelitian optimal untuk menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan zebra. Kualitas air merupakan salah satu faktor penunjang dalam keberhasilan pemeliharaan dan kesehatan ikan. Menurut Fitriadi *et al.* (2014), air sebagai media hidup ikan yang harus memenuhi syarat baik kualitas dan kuantitas. Tujuan pengelolaan kualitas air ialah untuk mengurangi resiko kegagalan produksi budidaya yang berpengaruh pada hasil akhir produksi.

Kisaran suhu yang baik untuk ikan zebra ialah  $27-30^{\circ}$  (SNI, 2013). Menurut Hammer (2020), tingkat nilai pH 7–8 sesuai dengan kisaran nilai pH alami untuk ikan zebra. Kisaran DO yang layak sesuai SNI (2013) ialah berkisar  $6,2-7,6 \text{ mg/L}$ . Suhu air memiliki peran penting dalam kehidupan ikan karena suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan pemijahan ikan. Suhu berpengaruh dalam proses fisiologis dan kimiawi ikan, dan apabila suhu mengalami perubahan secara drastis maka akan menyebabkan ikan stress (Nurrahma, 2018). Adapun menurut Bayu dan Fasya (2022), fungsi dari pH itu sendiri ialah sebagai sistem penyangga keseimbangan senyawa kimia di perairan. Kandungan oksigen terlarut rendah akan diikuti meningkatnya kadar amonia dan karbondioksida dalam air sehingga mengakibatkan proses nitrifikasi terhambat dan berdampak pada kelulushidupan ikan (Suminto *et al.*, 2018).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap kecerahan warna (selisih nilai *hue*) dan total konsumsi pakan (TKP), namun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan berat relatif, pertumbuhan panjang relatif, laju pertumbuhan relatif (RGR), dan kelulushidupan (SR) ikan zebra.
2. Penambahan tepung *Spirulina* sp. 4% memberikan tingkat kecerahan ikan zebra terbaik dimana diperoleh selisih nilai *hue* sebesar  $6,50 \pm 2,60^{\circ}$ . Kualitas perairan selama penelitian masih layak untuk pemeliharaan ikan zebra (*Danio rerio*).

## Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan dapat disarankan sebagai berikut:

1. Disarankan menggunakan tepung *Spirulina* sp. dengan dosis 4% dalam pakan komersial untuk meningkatkan kecerahan warna (selisih nilai *hue*).
2. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dilakukan penelitian dengan penambahan tepung *Spirulina* sp. dan ikan yang berbeda agar memperoleh hasil penelitian yang baik dan penelitian ini dapat dijadikan alternatif untuk pemeliharaan ikan zebra dengan penambahan tepung *Spirulina* sp. yang sesuai sehingga memperoleh hasil yang terbaik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih atas bantuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Indonesia yang telah mendukung penelitian ini sebagai penyandang dana dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, E. 2021. Pengaruh Pemberian Pakan Alami yang Berbeda terhadap Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Larva Ikan Zebra Pink (*Danio rerio*). *Jurnal Akuakultur Sebatin.*, 2(2): 65-72.
- Amin, F., El-Rahimi, S. A., dan Mellisa, S. 2019. Pengaruh Penambahan Spirulina Pada Pakan Terhadap Intensitas Warna Ikan Platy Mickey Mouse (*Xiphophorus maculatus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah.*, 4(3): 152-160.
- Andriani, Y., Alamsyah, A., dan Lili, W. 2018. Effect of Dietary Supplementation of Spirulina Platensis and Carrot Meal to Enhance Color Brightness of Oranda Goldfish (*Carassius Auratus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 8(1): 1-9.
- Andriani, Y., Maesaroh, T. R. S., Yustiati, A., Iskandar, I., dan Zidni, I. 2018. Kualitas Warna Benih Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Oranda pada Berbagai Tingkat Pemberian Tepung *Spirulina platensis*. *Chimica et Natura Acta.*, 6(2): 49-55.
- Asriyanti, I. N., J. Hutabarat, dan V. E. Hendrawati. 2018. Pengaruh Penggunaan Tepung *Lemna* Sp. Terfermentasi Pada Pakan Buatan Terhadap Tingkat Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan.*, 7(1) : 783 – 798.
- Bayu, A. S., dan Fasya, A. H. 2022. Performa Kualitas Telur Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Pemberian Pakan Induk yang Berbeda pada Media Terkontrol. *Fisheries Of Wallacea Journal.*, 3(2): 81-90.
- Calado, R., Olivotto, I., Oliver, M. P., dan Holt, G. J. 2017. *Marine Ornamental Species Aquaculture*. Hoboken, NJ, USA: Wiley Blackwell.
- Chilmawati, D., F. Swastawati., I. Wijayanti., Ambaryanto., dan B. Cahyono. 2018. Penggunaan Probiotik Guna Peningkatan Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, Tingkat Kelulushidupan dan Nilai Nutrisi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*). *Saintek Perikanan.*, 13(2):119-125.
- Chilmawati, D., Suminto, Anggini P.W., Maulana R., Putra P.C.P., Elisabet N., Subandiyono, Susanto E., Yuniarti T., Nurhayati D., Falasifah. 2023. The Effect of Washing Seed Cells on the Growth Patterns and Quantity of Spirulina platensis Cell Culture. *AAFL Bioflux.*, 16(6): 3325-3330.
- Dahlia, D. 2014. Pengaruh Pigmen dalam Pakan terhadap Konsentrasi dan Distribusi Kromatofor pada Jaringan Kulit Juvenil Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Galung Tropika.*, 3(3): 179-185.
- Effendie, M.I. 1979. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor.
- Fariyah, S., Yulianto, B., dan Yudiati, E. 2014. Penentuan Kandungan Pigmen Fikobiliprotein Ekstrak *Spirulina platensis* dengan Teknik Ekstraksi Berbeda dan Uji Toksisitas Metode BSLT. *Journal of Marine Research.*, 3(2): 140-146.
- Fitriadi, M. W., F. Basuki dan R. A. Nugrogo. 2014. Pengaruh Pemberian Recombinant Growth Hormone (rGH) Melalui Metode Oral Dengan Interval Waktu Yang Berbeda Terhadap Kelulushidupan Dan Pertumbuhan Larva Ikan Gurame Var Bastard (*Osphronemus gouramy* Lac, 1801). *Journal of Aquaculture Management and Technology.*, 3(2): 77-85.
- Hadijah, H., Junaidi, M., dan Dewi Putri Lestari, D. P. L. 2020. Pemberian Tepung Spirulina *platensis* pada Pakan terhadap Kecerahan Warna Ikan Badut (*Amphiprionocellaris*). *Jurnal Perikanan.*, 10(1): 41-49.
- Hammer, H. S. 2020. Water Quality for Zebrafish Culture. In *The zebrafish in biomedical research*. USA: University of Pittsburgh.
- Haq, I. A., Nirmala, K., Hastuti, Y. P., dan Supriyono, E. 2022. Kualitas Warna, Respons Tingkah Laku, dan Kadar Glukosa Darah Ikan Guppy, *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) dengan Penambahan Daun

- Ketapang (*Terminalia catappa*) pada Media Pemeliharaan. *Jurnal Iktiologi Indonesia.*, 22(1): 49-64.
- Indarti, S., Muhaemin, M., dan Hudaidah, S. 2012. *Modified Toca Colour Finder* (M-TCF) Dan Kromatofor sebagai Penduga Tingkat Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carassius Auratus Auratus*) yang Diberi Pakan dengan Proporsi Tepung Kepala Udang (TKU) yang Berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan.*, 1(1): 9-16.
- Islachuddin, M., Chilmawati, D., dan Samidjan, I. 2023. Effect of Flour Addition Carrot, Spirulina, and Pumpkin Infeed on Color Brightness and Performance Growth of Koi Fish Seeds (*Cyprinus carpio*). *Journal of Biology and Nature.*, 15(2): 32-40.
- Ismail, A., Abdullah, N., dan Muchdar, F. 2020. Pengaruh Penggunaan Tepung *Spirulina* sp pada Pakan terhadap Kecerahan Warna Ikan Betok Ambon (*Chrysiptera cyanea*). *Hemyscyllium.*, 1(1): 23-34.
- Karimah, U. 2021. Pengadaan Awal Fasilitas Pemeliharaan dan Upaya Perolehan Filial 1 (F1) Ikan Zebra (*Danio rerio*) sebagai Hewan Laboratorium. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi.*, 9(1): 142-153.
- Kosim, M., Rachmawati, D., dan Samidjan, I. 2016. Pengaruh Penambahan Enzim Fitase dalam Pakan Buatan terhadap Laju Pertumbuhan Relatif, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Kelulushidupan Lele Sangkuriang (*Clarias Gariepinus*). *Journal Of Aquaculture Management And Technology.*, 5(2): 26-34.
- Lembang, M. S., dan Rahman, R. 2022. Proses Pembenihan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Dengan Metode Pemijahan Semi Buatan di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar (BPBAT) Mandiangin. *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan.*, 13(1): 1-7.
- Madiara, F., Darsiani., Takril., N. I. S. Arbit. 2019. Peningkatan Kualitas Warna pada Ikan Maskoki karena Penambahan Tepung Labu Kuning terhadap Pakan Buatan. *Jurnal Ilmiah Samudera Akuatika.*, 3(1): 17-22.
- Malini, D. M., dan Agustin, R. 2018. Pengaruh Penambahan Tepung *Spirulina fusiformis* pada Pakan terhadap Tingkat Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Pro-Life.*, 5(2): 579-588.
- Manganang, Y. A. P., N. I. Mose. 2019. Jumlah Konsumsi Pakan, Efisiensi dan Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) yang Diberi Pakan Buatan Berbahan Tepung Lemna minor Fermentasi. *Jurnal MIPA.*, 8 (3):116 – 121.
- Merlin, N. P. U., dan Samidjan, I. 2017. Penambahan Tepung Bunga Marigold (*Tagetes erecta*) pada Pakan Buatan untuk Meningkatkan Kecerahan Warna Ikan Rainbow (*Melanotaenia pearcox*). *Journal of Aquaculture Management and Technology.*, 6(3): 214-223.
- Mulqan, M., Rahimi, E., Afdhal, S., dan Dewiyanti, I. 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Gesit (*Oreochromis niloticus*) pada Sistem Akuaponik dengan Jenis Tanaman yang Berbeda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah.*, 2(1): 183-193.
- Nasir, M., dan Khalil, M. 2016. Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Filter Alami terhadap Pertumbuhan, Sintasan dan Kualitas Air dalam Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal.*, 3(1): 33-39.
- Niode, A. R., Nasriani, N., dan Irdja, A. M. 2017. Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada Pakan Buatan yang Berbeda. *Akademika.*, 6(2): 99-112.
- Nurrahma., Mulyadi dan U.M. Tang. 2018. Color Brightness Enhancement in Komet Fish (*Carassius auratus*) By Giving Different Carrot Flour Doses. *Jurnal Perikanan dan Kelautan.*, 5(1): 2-10.
- Pratama, A. R. 2021. Pemberian Pakan Alami Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Zebra (*Branchydanio rerio*)., 4(1): 1-7.
- Rahmawati, R., Cindelaras, S., dan Kusrini, E. 2016. Keragaan Pertumbuhan dan Warna Ikan Wild Betta (*Betta* sp.) dengan Rekayasa Intensitas Cahaya dan Warna Latar. *Jurnal Riset Akuakultur.*, 11(2). 153-162.
- Rahmawati, S. I., Hidayatullah, S., dan Suprayatmi, M. 2017. Ekstraksi fikosianin dari *Spirulina plantesis* sebagai Biopigmen dan Antioksidan. *Jurnal Pertanian.*, 8(1): 36-45.
- Ridwantara, D., Buwono, I. D., Suryana, A. A. H., Lili, W., dan Suryadi, I. B. B. 2019. Uji Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Mas Mantap (*Cyprinus carpio*) pada Rentang Suhu yang Berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan.*, (1): 46-54.
- Rosid, M. M., Yusanti, I. A., dan Mutiara, D. 2019. Tingkat Pertumbuhan dan Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carassius auratus*) dengan Penambahan Konsentrasi Tepung *Spirulina* sp pada Pakan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perikanan dan Budidaya Perairan.*, 14(1): 37-45.
- Sari, O. V., Hendrarto, B., dan Soedarsono, P. 2014. Pengaruh Variasi Jenis Makanan terhadap Ikan Karang Nemo (*Amphiprion ocellaris* Cuvier, 1830) Ditinjau dari Perubahan Warna, Pertumbuhan dan Tingkat Kelulushidupan. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES).*, 3(3): 134-143.

- Satria, M. R. D., Chilmawati, D., Hastuti, S., dan Subandiyono, S. 2022. Pengaruh *Spirulina platensis* pada Pakan terhadap Kecerahan Warna, Pertumbuhan, Efisiensi Pakan, dan Kelulushidupan Ikan Rainbow Boesemani (*Melanotaenia boesemani*). Jurnal Sains Akuakultur Tropis., 6(1): 10-23.
- Shoimah, F., Hastuti, S., dan Yuniarti, T. 2022. Efektivitas Perendaman Induk Ikan Rainbow Boesemani (*Melanotaenia Boesemani*) dalam Media Pemijahan yang Mengandung Ekstrak Tepung Testis Sapi terhadap Jantenisasi Benih. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture.*, 4(2): 98-108.
- Simbolon, S. M., Mulyani, C., dan Febri, S. P. 2021. Efektivitas Penambahan Ekstrak Buah Pepaya pada Pakan terhadap Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Kelautan dan Perikanan Indonesia.*, 1(1): 1-9.
- Spence, R., Gerlach, G., Lawrence, C., dan Smith, C. 2008. The Behaviour and Ecology of the Zebrafish, *Danio rerio*. *Biological reviews.*, 83(1): 13-34.
- Suminto.,T. Sulistiowati., B.A.Wibowo, dan D.Chilmawati. 2018. Pengaruh Tepung Telur Ayam Afkir pada Pakan Buatan yang Berprobiotik terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Saintek Perikanan.*, 13(2): 111-118.
- Virgiawan, S. A., I. Samidjan, S. Hastuti. 2020. Pengaruh Cahaya dengan Panjang Gelombang yang Berbeda terhadap Kualitas Warna Ikan Botia (*Chromobotia macracanthus bleeker*) dengan Sistem Resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis.* 4(2): 119-128.
- Widiantoro,W. 2020. Derajat Kelangsungan Hidup dan Kesehatan Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) pada Dua Wilayah (Tempat) Pembesaran yang Berbeda. *Jurnal Aquafish Saintek.*, 1(1):35-38.
- Wijaya, B. P. W., Setyowati, D. N. A., dan Lestari, D. P. 2021. Pengaruh Penambahan Ekstrak Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*) pada Pakan Buatan terhadap Kecerahan Warna Ikan Cupang (*Betta sp.*). *Journal of Fish Nutrition.*, 1(2): 81-92.
- Winarti, Subandiyono, A. Sudaryono. 2017. Pemanfaatan Fermentasi Tepung *Lemna* sp. dalam Pakan Buatan terhadap Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur.*, 1(2): 88-94.