



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, sainsakuakulturtropis@undip.ac.id

**EFEK PENAMBAHAN TEPUNG *Spirulina* sp. DALAM PAKAN BUATAN
TERHADAP KECERAHAN WARNA DAN PERFORMA PERTUMBUHAN
IKAN CUPANG *HALFMOON* (*Betta splendens*)**

*Effect of Adding Spirulina sp. Flour in Artificial Feed on Color Brightness and Growth
Performance of Betta Fish Halfmoon (Betta splendens)*

Sa'idunafi', Diana Chilmawati*), Tristiana Yuniarti

Departemen Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, 50275, Indonesia, Telp/Fax.+6224 7474698

*Corresponding author: dianachilmawati@yahoo.com

Abstrak

Ikan cupang halfmoon (*Betta splendens*) memiliki nilai ekonomis tinggi di pasaran. Variasi warna dan bentuk sirip yang beragam menjadi daya tarik ikan cupang. Warna dalam ikan disebabkan oleh adanya faktor sel kromatofor yang terdapat pada bagian dermis (kulit). Salah satu langkah untuk mendapatkan warna cerah merata dengan memberikan penambahan sumber pigmen kedalam pakan. Salah satu sumber pigmen yaitu tepung spirulina. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh tepung spirulina terhadap warna tubuh ikan cupang halfmoon (*Betta splendens*). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Karantina Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang pada bulan Agustus – Oktober 2023. Penelitian menggunakan metode eksperimen, rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dan 4 kali ulangan. Perlakuan yang diterapkan adalah penambahan tepung spirulina dalam pakan buatan dengan dosis A (0%), B (2%), C (4%), dan D (6%) dalam pakan. Ikan uji yang digunakan adalah ikan cupang jenis halfmoon dengan ukuran panjang rata-rata 5,19±0,29 cm dengan padat tebar 4 ekor/1,2 l. Pemeliharaan ikan cupang dilakukan selama 40 hari dengan metode pemberian pakan at satiation. Pengukuran kecerahan warna menggunakan software *Adobe Photoshop CS6*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina dalam pakan komersial memberikan pengaruh nyata ($P<0,05$) terhadap tingkat kecerahan warna, bobot mutlak, panjang mutlak, TKP, dan RGR, namun tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap kelulushidupan. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan dosis terbaik penambahan tepung spirulina yaitu pada dosis 6% yang menghasilkan selisih nilai hue sebesar (16±1,03), bobot mutlak (0,49±0,10) gram, panjang mutlak (0,33±0,10) cm, TKP (1,70±0,14) gram, dan RGR (0,98±0,31%/hari).

Kata kunci: ikan cupang, kecerahan warna, nilai hue, spirulina

Abstract

Halfmoon betta fish (Betta splendens) have high economic value on the market. The variety of colors and fin shapes is what attracts Betta fish. The color in fish is caused by the presence of chromatophore cell factors found in the dermis (skin). One step to get an even bright color is by adding a source of pigment to the feed. One source of pigment is spirulina flour. The aim of this research was to analyze the effect of spirulina flour on the body color of halfmoon betta fish (Betta splendens). This

research was carried out at the Fish Quarantine Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Diponegoro University, Semarang in August – October 2023. This research used an experimental method, a completely randomized design (RAL) consisting of 4 treatments and 4 replications. The treatment applied was the addition of spirulina flour in artificial feed at doses A (0%), B (2%), C (4%), and D (6%). The test fish used were halfmoon betta fish with an average length of 5.19 ± 0.29 cm with a stocking density of 4 fish/1,2 l. Betta fish are reared for 40 days using the at satiation feeding method. Color brightness measurements using Adobe Photoshop CS6 software. The results showed that the addition of spirulina flour to commercial feed had a significant effect ($P < 0,05$) on color brightness, absolute weight, absolute length, TKP and RGR, but had no significant effect ($P > 0,05$) on survival. Based on results, it was found that the best dose for adding spirulina flour was at a dose of 6% which resulted in a difference in hue value of $(16 \pm 1,03)$, absolute weight (0.49 ± 0.10) grams, absolute length (0.33 ± 0.10) cm, TKP (1.70 ± 0.14) grams, and RGR $(0.98 \pm 0.31\%/day)$.

Keywords: betta fish, color brightness, hue, spirulina

PENDAHULUAN

Ikan cupang *halfmoon* (*Betta splendens*) merupakan salah satu ikan hias yang memiliki banyak penggemar, karena corak warna yang menarik dan bentuk sirip ekor yang indah (Ansar, 2021). Ikan cupang memiliki nilai ekonomis tinggi di pasaran. Semakin cerah warna yang dihasilkan ikan cupang menjadikan harga jual ikan tersebut semakin mahal. Ikan cupang memiliki berbagai corak dan pola warna yang unik dibandingkan dengan ikan lain. Salah satu yang menjadi ciri khas keindahan ikan cupang yaitu saat memamerkan ekornya. Bentuk ekor cupang sangat bervariasi, dimana ada yang memiliki bentuk bulan sabit, mahkota, bulat, dan slayer (Linayati *et al.*, 2021). Ikan cupang jenis *halfmoon* merupakan jenis ikan cupang hias yang memiliki ekor dan sirip yang terlihat seperti menyatu membentuk setengah lingkaran. Warna yang dimiliki ikan cupang *halfmoon* sangat beragam mulai dari warna kuning, merah menyala, dan lainnya. Perpaduan warna dan ekor yang cantik menjadikan jenis ikan ini banyak penggemarnya (Muhajir *et al.*, 2021).

Warna yang kurang cerah pada usia dewasa dapat menurunkan nilai ekonomis ikan cupang. Menurut Melati *et al.*, (2017) warna yang cerah merupakan salah satu daya tarik utama ikan hias dalam penentuan nilainya. Warna cerah pada ikan terjadi karena adanya sel pigmen (kromatofor) yang terletak pada lapisan epidermis. Tingkat kecerahan warna pada ikan tergantung pada jumlah dan letak pergerakan kromatofor (Rosid *et al.*, 2019). Untuk mendapatkan warna cerah merata pada ikan cupang dapat dilakukan dengan penambahan bahan yang mengandung sumber pigmen ke dalam pakan. Salah satu bahan yang mengandung pigmen warna dan dapat ditambahkan dalam pakan adalah spirulina. Jenis pewarna alami yang terkandung pada spirulina adalah fikosianin, klorofil-a, dan karotenoid. Fikosianin merupakan pigmen yang dapat digunakan untuk pewarna alami dengan warna biru. Pigmen ini mudah larut pada pelarut polar seperti air (Rahmawati *et al.*, 2017).

Timbulnya warna ikan hias tidak disebabkan oleh ikan yang memproduksi/mensintesis pigmen warna dalam tubuhnya. Zat pigmen warna harus ditambahkan dalam pakan untuk mempertahankan dan meningkatkan performa warna pada ikan hias. Bahan yang mengandung pigmen warna diantaranya adalah tepung spirulina. Adanya suplementasi pigmen dalam pakan bertujuan untuk mempertahankan dan meningkatkan performa warna ikan. Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan pengaruh tepung spirulina untuk memunculkan/mencerahkan warna biru dalam ikan dan menentukan dosis yg memberikan tingkat kecerahan warna dan performa pertumbuhan terbaik. Dosis 6% merupakan dosis terbaik penambahan tepung spirulina yang terdapat pada penelitian ini.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan cupang *halfmoon* (*Betta splendens*) dengan ukuran panjang $5,19 \pm 0,29$ cm dengan warna biru. Pakan yang digunakan dalam penelitian yaitu pakan merk PF-500 “MS Prima Feed”, tepung spirulina merk “Spiruganik”, dan putih telur. Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium toples bervolume 5 liter dengan padat penebaran 4 ekor/toples. Persiapan ikan uji dengan cara pengadaptasian ikan terhadap lingkungan dan pakan dilakukan hingga ikan dapat menyesuaikan diri. Kemudian ikan uji ditempatkan pada wadah perlakuan secara acak.

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Masing – masing perlakuan adalah sebagai berikut :

A : Perlakuan penambahan 0% tepung *Spirulina* sp. dalam pakan

- B : Perlakuan penambahan 2% tepung *Spirulina* sp. dalam pakan
- C : Perlakuan penambahan 4% tepung *Spirulina* sp. dalam pakan
- D : Perlakuan penambahan 6% tepung *Spirulina* sp. dalam pakan

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini berupa pelet komersil merek PF-500 "MS Prima Feed" yang diberi tepung *Spirulina* sp. dengan merek Spiruganik produksi Polaris sesuai perlakuan. Tahap awal dalam persiapan pakan uji adalah menimbang pelet komersil yang akan digunakan pada tiap perlakuan dan diletakkan pada nampan. Tepung spirulina ditimbang sesuai dengan dosis perlakuan, kemudian ditambahkan putih telur sebanyak 5%/kg pakan dengan air 15%/kg pakan dan dimasukkan dalam sprayer. Campuran tepung spirulina, air, dan putih telur disemprotkan pada pelet dalam nampan dan diaduk secara merata. Pakan diangin-anginkan hingga kering dan disimpan dalam toples plastik.

Tahapan pelaksanaan penelitian penimbangan bobot dan panjang awal. Pemberian pakan dilakukan dengan metode *at sation* sebanyak 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan cara penyiponan dilakukan setiap 3 hari sekali untuk menghilangkan feses ikan, pergantian air dilakukan setiap satu minggu sekali. Pengukuran parameter kualitas air suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap pagi dan sore hari. Sampling bobot dan panjang ikan uji dilakukan diawal dan diakhir penelitian, sedangkan kelulushidupan dilakukan pada akhir penelitian. Sampling warna ikan dilakukan setiap 10 hari sekali. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 40 hari.

Pengumpulan data

Variabel yang diukur meliputi nilai hue, jumlah sel kromatofor, total konsumsi pakan (TKP), pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan relatif (RGR), kelulushidupan (SR), dan kualitas air.

Nilai hue

Pengukuran warna tubuh ikan cupang *halfmoon* dilakukan setiap 10 hari dengan menggunakan *software Adobe Photoshop CS6*. Metode pengukuran warna tubuh ikan dapat diketahui dari nilai *hue* yang terdapat di *software* tersebut dengan langkah-langkah pengukuran seperti dibawah ini: Pertama, ikan cupang diletakkan ke dalam akuarium yang sudah terisi air. Ikan cupang kemudian difoto dengan kamera dan dimasukkan ke dalam *software Adobe Photoshop CS6* (Yaeni *et al.*, 2017). Pengukuran nilai *hue* dilakukan setiap dilakukan setiap 10 hari sekali selama 40 hari untuk mengetahui perubahan warnanya. Kemudian hasil pengambilan gambar sampel ikan diaplikasikan ke dalam *software Adobe Photoshop* untuk dianalisis. Penghitungan nilai *hue* adalah sudut dari 0 sampai 360 derajat. Nilai *hue* yang tertera 0 adalah merah, 60 derajat adalah kuning, 120 derajat adalah hijau, 180 derajat adalah cyan, 240 derajat adalah biru dan 300 derajat adalah magenta (Rulaningngtyas, 2015).

Uji Kromatofor

Perhitungan jumlah sel kromatofor dilakukan pada akhir pemeliharaan. Bagian yang diamati yaitu bagian dermis (kulit) dari ikan. Metode yang digunakan berupa teknik histologi dengan pewarnaan hematoxilin-eosin. Setelah tahap histologi selesai, preparat diamati dengan menggunakan mikroskop perbesaran 4x10 dan 10x10. Pengamatan jumlah sel kromatofor dengan cara menghitung jumlah titik hitam (sel kromatofor) yang terdapat dalam preparat yang diamati (Rahman *et al.*, 2021).

Total Konsumsi Pakan

Menurut Pereira *et al.*, (2007), total konsumsi pakan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$TKP = F_1 + F_2 + \dots + F_n$$

Keterangan :

- TKP = total konsumsi pakan (g)
- F₁ = jumlah pakan pada hari pertama (g)
- F₂ = jumlah pakan pada hari kedua (g)
- F_n = jumlah pakan pada hari ke-n (g)

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Menurut Effendie (2002), pertumbuhan bobot mutlak dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W_m = W_t - W_0$$

Keterangan :

- W_m = pertumbuhan bobot mutlak (g)
- W_t = bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)
- W₀ = bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Menurut Effendie (1997), pertumbuhan panjang mutlak dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$L_m = L_t - L_0$$

Keterangan :

- Lm = pertumbuhan panjang mutlak (cm)
 Lt = panjang rata-rata ikan pada akhir penelitian (cm)
 L0 = panjang rata-rata ikan pada awal penelitian (cm)

Laju Pertumbuhan Relatif

Menurut Shreck dan Peter (1990), laju pertumbuhan relatif / *Relative Growth Rate* (RGR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan:

- RGR = Laju pertumbuhan spesifik (%)
 Wt = Bobot ikan pada akhir penelitian (g)
 W0 = Bobot ikan pada awal penelitian (g)
 t = Lama penelitian (hari)

Kelulushidupan

Menurut Effendie (1979), menyatakan bahwa kelulushidupan merupakan persentase kelulushidupan kultivan yang dapat dihitung sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- SR = Kelangsungan hidup (%)
 Nt = Jumlah ikan saat akhir penelitian (ekor)
 N0 = Jumlah ikan awal penelitian (ekor)

Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diamati dalam penelitian ini meliputi suhu, derajat keasaman (pH), dan oksigen terlarut (DO). Pengukuran kualitas air dilakukan 2 kali yaitu pagi hari pada pukul 08.00 WIB dan sore hari pada pukul 16.00 WIB. Pengukuran kualitas air meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut dilakukan setiap hari.

Analisis Data

Hasil data yang diperoleh setelah penelitian selesai diantaranya adalah, peningkatan kecerahan warna, penambahan bobot mutlak, penambahan panjang mutlak, laju pertumbuhan relatif, kelulushidupan, dan kualitas air. Pengaruh penambahan tepung spirulina dalam pakan terhadap peningkatan kecerahan warna ikan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) untuk mengetahui perlakuan yang diterapkan berpengaruh atau tidak. Sebelum melakukan analisis ragam data dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas untuk mengetahui bahwa data yang didapatkan bersifat normal dan homogen, untuk dilakukan uji lebih lanjut yaitu analisa ragam. Apabila dalam analisis ragam diperoleh berpengaruh nyata (P<0,05) kemudian dilakukan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) dengan selang kepercayaan 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Nilai Hue

Berdasarkan pengambilan data peningkatan warna (nilai *hue*) ikan cupang selama 40 hari pemeliharaan diperoleh nilai hue dari tiap perlakuan. Perubahan warna pada ikan cupang selama pemeliharaan dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil selisih nilai *hue* dapat dilihat melalui Tabel 1.

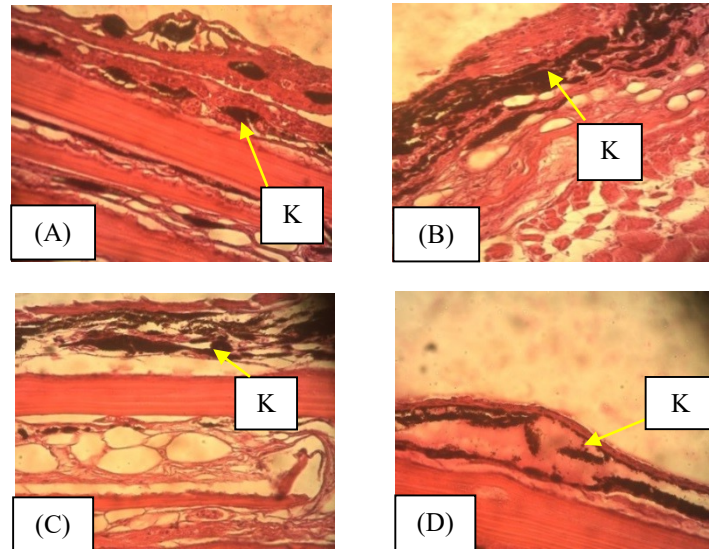
Tabel 1. Selisih Nilai *Hue* Ikan Cupang

| Perlakuan | Nilai Hue hari ke | | | | | Selisih Hue |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | |
| A | 210±12,43 ^a | 214±11,78 ^a | 217±11,77 ^a | 220±11,42 ^a | 223±11,31 ^a | 13±1,54 ^a |
| B | 207±10,44 ^a | 210±10,19 ^a | 213±10,12 ^a | 216±10,22 ^a | 220±10,63 ^a | 13±1,71 ^a |
| C | 213±13,93 ^a | 216±14,26 ^a | 217±14,94 ^a | 221±14,20 ^a | 226±14,45 ^a | 13±0,96 ^a |
| D | 196±12,55 ^a | 201±10,38 ^a | 205±11,67 ^a | 209±12,51 ^a | 212±11,93 ^a | 16±1,03 ^b |

Hasil dari perhitungan nilai hue adalah sebagai berikut : perlakuan A dengan nilai sebesar 13±1,54°, perlakuan B dengan nilai sebesar 13±1,71° perlakuan C nilai sebesar 13±0,96°, perlakuan D dengan nilai sebesar 16±1,03°.

Jumlah Sel Kromatofor

Berdasarkan pengambilan data jumlah sel kromatofor pada akhir penelitian, diperoleh data sel kromatofor. Hasil histologi jaringan ikan cupang dapat dilihat pada Gambar 1.

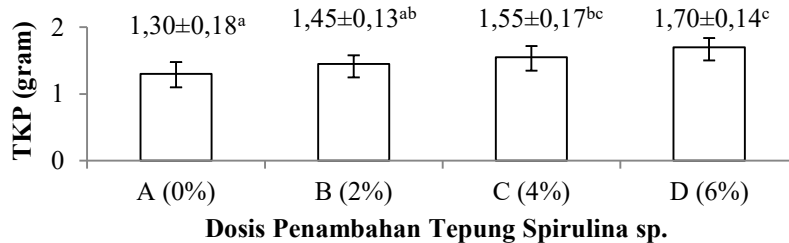


Gambar 1. Histologi kromatofor (sel) : perlakuan A, perlakuan B, perlakuan C, dan perlakuan D. (keterangan : K artinya kromatofor).

Hasil pengecekan sel kromatofor menunjukkan bahwa terdapat kromatofor pada semua perlakuan. Sel kromatofor dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas warna ikan cupang. Hasil jumlah sel kromatofor menunjukkan bahwa perlakuan A sel yang didapatkan cenderung sedikit, sedangkan pada perlakuan B, C, dan D menyebar dengan banyak.

Total Konsumsi Pakan

Hasil total konsumsi pakan ikan cupang *halfmoon (Betta splendens)* dapat dilihat melalui histogram pada Gambar 2.

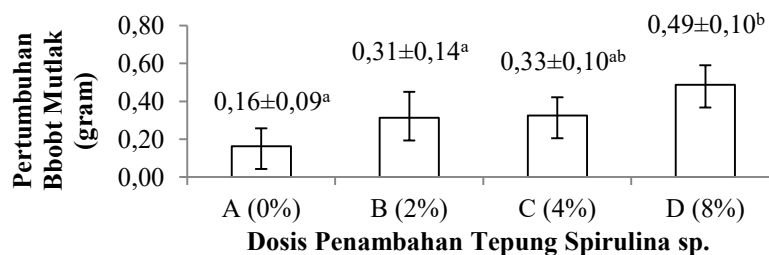


Gambar 2. Histogram Total Konsumsi Pakan (gram)

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan nilai total konsumsi pakan pada perlakuan D sebesar 1,70 g, diikuti perlakuan C sebesar 1,55 g, kemudian perlakuan B sebesar 1,45 g, dan perlakuan A sebesar 1,30 g. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan berpengaruh nyata ($P<0,05$).

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, diperoleh data pertumbuhan bobot yang didata pada awal dan akhir penelitian. Data pertumbuhan bobot mutlak tersaji pada Gambar 3.

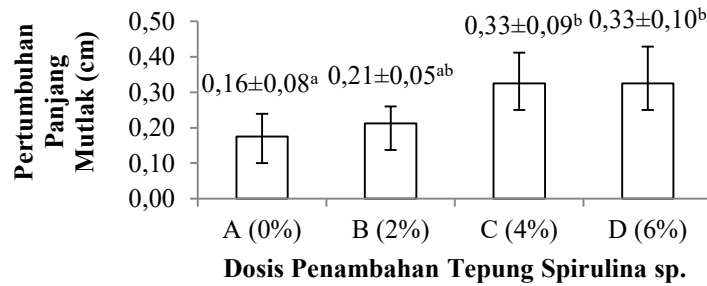


Gambar 3. Histogram Pertumbuhan Bobot Mutlak (gram)

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan nilai pertumbuhan bobot mutlak berturut-turut sebagai berikut : perlakuan D sebesar 0,49 g, diikuti perlakuan C sebesar 0,33 g, kemudian perlakuan B sebesar 0,31 g dan perlakuan A sebesar 0,16 g. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan berpengaruh nyata ($P<0,05$).

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, diperoleh data pertumbuhan panjang ikan cupang yang dihitung pada akhir penelitian. Hasil pertumbuhan panjang tersaji pada Gambar 4.

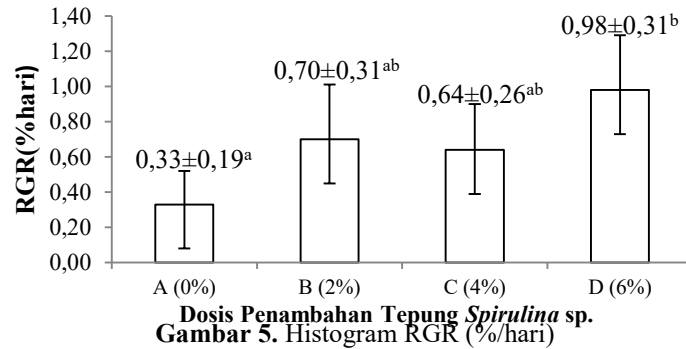


Dosis Penambahan Tepung Spirulina sp.
Gambar 4. Histogram Pertumbuhan Panjang Mutlak (cm)

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan nilai pertumbuhan panjang mutlak berturut-turut sebagai berikut : perlakuan D sebesar 0,33 cm, diikuti perlakuan C sebesar 0,33 cm, kemudian perlakuan B sebesar 0,21 cm dan pada perlakuan A sebesar 0,16 cm. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$).

Laju Pertumbuhan Relatif

Data laju pertumbuhan relatif didapatkan dari perhitungan yang dilakukan pada akhir penelitian. Nilai rata-rata hasil penelitian laju pertumbuhan relatif dapat dilihat melalui histogram pada Gambar 5.



Dosis Penambahan Tepung Spirulina sp.
Gambar 5. Histogram RGR (%/hari)

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan nilai laju pertumbuhan relatif berturut-turut sebagai berikut : pada perlakuan D sebesar 0,98%, diikuti perlakuan C sebesar 0,64% kemudian perlakuan B sebesar 0,70%, dan perlakuan A sebesar 0,33%. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan berpengaruh nyata ($P < 0,05$).

Kelulushidupan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, diperoleh data kelulushidupan ikan cupang yang dihitung pada akhir penelitian. Nilai kelulushidupan tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kelulushidupan

| Ulangan | Perlakuan (%) | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| | A | B | C | D |
| 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 4 | 100 | 100 | 75 | 100 |
| Rerata±SD | 100±0,00 ^a | 100±0,00 ^a | 93,75±12,50 ^a | 100±0,00 ^a |

Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai kelulushidupan ikan cupang adalah 98,43%. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$).

Kualitas Air

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, bahwa diperoleh data kualitas air pemeliharaan ikan cupang yang tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kualitas Air

| Parameter | Nilai | Pustaka (Kelayakan) |
|-----------|-----------|---------------------|
| Suhu (°C) | 24,2-30,9 | 24-32 ^a |
| pH | 6,45-7,91 | 6-8 ^a |
| DO (mg/L) | 4,6-8,7 | >3 ^b |

Keterangan : ^a Boyd (2015)
^b BSN (2013)

Pembahasan

Nilai Hue

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kecerahan warna ikan cupang selama penelitian. Nilai selisih hue tertinggi yaitu pada perlakuan perlakuan D (6%) sebesar $16 \pm 1,03$. Perlakuan D (6%) menunjukkan selisih nilai hue tertinggi yang menandakan bahwa terjadi kenaikan tingkat warna tertinggi di perlakuan ini. Semakin meningkatnya nilai hue maka semakin bagus warna biru dari ikan cupang, sebaliknya jika terjadi penurunan nilai hue maka terjadi penurunan kualitas warna biru. Warna biru yang muncul pada ikan dapat dipengaruhi oleh fikosianin yang merupakan salah satu pigmen yang terdapat dalam spirulina. Menurut Purnamayati, *et al.*, (2016) fikosianin berpotensi sebagai pewarna biru alami, karena dapat menghasilkan warna biru yang cerah. Penyebaran sel pigmen akan mempengaruhi meningkatnya warna ikan.

Peningkatan kecerahan warna dapat dipengaruhi dua faktor, yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal merupakan faktor yang berasal dari dalam tubuh ikan seperti ukuran tubuh, umur, jenis kelamin, dan kemampuan ikan untuk menyerap kandungan nutrisi dalam pakan yang diberikan. Faktor eksternal berasal dari luar tubuh ikan, beberapa faktornya yaitu kualitas air, cahaya, dan pakan yang mempunyai gizi tinggi dan kandungan pigmen warna (Syarifudin *et al.*, 2016). Munculnya warna pada ikan dapat disebabkan dari input pigmen dalam pakannya selama masa pemeliharaan. Penambahan sumber peningkat warna dalam pakan akan mendorong peningkatan pigmen warna pada tubuh ikan, atau setidaknya mampu mempertahankan pigmen warna pada tubuh selama masa pemeliharaan (Yaeni *et al.*, 2017).

Jumlah Sel Kromatofor

Hasil pengamatan jumlah sel kromatofor menunjukkan adanya sel kromatofor pada perlakuan. Hal ini diperkuat oleh Virgiawan *et al.*, (2020), bahwa semakin banyak dan menyebar sel kromatofor, warna yang dihasilkan juga semakin baik. Sel kromatofor adalah sel pigmen memiliki bentuk yang bulat dan terletak menyebar di seluruh lapisan sel epidermis kulit ikan. Kromatofor memberikan warna yang berbeda-beda dan hanya satu warna ditemukan dalam satu kromatofor. Butiran pigmen yang tersebar di dalam sel menyebabkan sel menyerap sinar dengan sempurna sehingga terjadi peningkatan warna sisik yang menyebabkan warna sisik pada ikan menjadi lebih terang dan jelas, sedangkan butiran pigmen yang berkumpul di dekat nukleus menyebabkan penurunan warna sisik sehingga warna ikan terlihat lebih gelap dan memudar (Amin *et al.*, 2019). Variasi warna dalam tubuh ikan dihasilkan dari perubahan pigmen yang diperoleh dari pakan. Perubahan warna tersebut diakibatkan oleh aktivitas pergerakan butiran pigmen atau kromatofor. Penyerapan pigmen dalam sel-sel jaringan mempengaruhi kromatofor dalam lapisan epidermis ikan. Kromatofor yang terdapat di kulit memungkinkan ikan untuk mengubah warna (Syarifudin *et al.*, 2016). Banyaknya warna yang beragam pada ikan merupakan gabungan dari warna-warna tersebut yang dikontrol oleh sistem saraf dan hormonal. Kromatofor memiliki kemampuan berubah untuk menyesuaikan dengan lingkungan dan aktifitas seksual (Rahman *et al.*, 2021).

Intensitas warna pada ikan dapat meningkat sejalan dengan meningkatnya kandungan pigmen pada makanan. Pigmentasi pada ikan dikendalikan oleh sistem saraf dan dua zat kimia yang dihasilkan oleh saraf, yaitu (1) epinefrin (adrenalin) merupakan neurohormon yang dikeluarkan oleh organisme ketika terkejut atau takut sehingga menyebabkan butiran pigmen berkumpul di tengah sel dan menyebabkan hewan tersebut kehilangan warna, (2) asetilkolin adalah zat kimia yang dikeluarkan sel saraf menuju otot, sehingga menyebabkan melanin menyebar dan mengakibatkan warna tubuh organisme menjadi gelap (Indarti *et al.*, 2012). Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan dan mempertahankan warna pada ikan adalah dengan penambahan bahan alternatif yang mengandung pigmen dalam pakan. Penambahan bahan pakan pembawa pigmen dalam pakan dapat meningkatkan konsentrasi dan distribusi kromatofor pada jaringan kulit yang pada akhirnya akan meningkatkan kecerahan warna (Habmarani *et al.*, 2023).

Total Konsumsi Pakan

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total konsumsi pakan ikan cupang. Nilai total konsumsi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan D (6%), hal ini dikarenakan kandungan protein yang terdapat pada tepung spirulina lebih banyak dibanding perlakuan lainnya. Menurut Suminto *et al.*, (2018), menyatakan bahwa semakin tinggi kadar protein pakan, jumlah pakan yang dikonsumsi juga cenderung semakin tinggi. Semakin banyak tepung spirulina yang ditambahkan pada pakan memberikan total konsumsi pakan yang tinggi, karena protein yang terdapat dalam tepung spirulina tercampur ke dalam pakan. Selain disebabkan penambahan tepung spirulina pada pakan, putih telur yang digunakan untuk mencampur tepung spirulina dengan pakan juga berpengaruh terhadap total konsumsi pakan. Hal ini disebabkan putih telur mengandung protein, sesuai dengan pernyataan Wulandari dan Arief (2022), yang menyatakan bahwa putih telur merupakan sumber protein, sedangkan bagian kuning telur didominasi oleh lemak.

Tingkat konsumsi pakan merupakan salah satu faktor yang penting untuk mengetahui tinggi rendahnya konsumsi ikan pada pakan yang diberikan. Faktor ini menjadi penting sebab berguna untuk menunjang kehidupan dan pertumbuhan pada ikan dibutuhkan pakan yang sesuai kebutuhan. Menurut Suminto *et al.*, (2018), menyatakan bahwa nilai total konsumsi pakan berbanding lurus dengan pertumbuhan ikan. Semakin tinggi nilai total konsumsi pakan maka menyebabkan pertumbuhan ikan semakin tinggi. Pakan yang sesuai kebutuhan dapat meningkatkan konsumsi pakan pada ikan sehingga meningkatkan kelulushidupan dan pertumbuhan, begitu juga sebaliknya rendahnya tingkat konsumsi pakan menyebabkan ikan tumbuh kurang optimal dan juga dapat menyebabkan kematian (Satria *et al.*, 2022). Pakan yang memenuhi nilai gizi akan terlihat pertumbuhan yang dihasilkan. Hal tersebut membuktikan bahwa ikan mampu memanfaatkan pakan yang diberikan untuk pemeliharaan tubuh maupun pertumbuhan (Prasetyo *et al.*, 2020). Selain faktor internal dari ikan yang mempengaruhi tingkat konsumsi pakan, faktor eksternal seperti lingkungan juga berpengaruh. Ikan yang hidup dalam kondisi lingkungan yang buruk mengakibatkan konsumsi pakan cenderung lebih sedikit disebabkan nafsu makan ikan yang kurang (Irawan *et al.*, 2019).

Pertumbuhan Bobot Mutlak

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan penambahan tepung spirulina dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan bobot mutlak ikan cupang. Pertumbuhan bobot mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan D (6%). Pertumbuhan bobot mutlak meningkat seiring bertambahnya dosis tepung spirulina pada pakan. Pertumbuhan bobot mutlak disebabkan oleh kandungan protein pada tepung spirulina yang ditambahkan dan putih telur yang digunakan sebagai perekat tepung spirulina pada pakan. Kandungan protein yang cukup menyebabkan metabolisme untuk proses penyerapan protein pada tubuh ikan dimanfaatkan dengan baik. Kandungan protein yang sesuai dengan kebutuhan ikan akan meningkatkan pertumbuhan pada ikan, karena jumlah protein yang berlebih dapat menyebabkan penimbunan pada saluran pencernaan sehingga ikan perlu mengeluarkan energi yang lebih untuk mensekresikan protein dalam bentuk amonia (Suminto *et al.*, 2018). Rendahnya hasil pertumbuhan pada perlakuan A (0%), diduga karena pakan yang dikonsumsi ikan digunakan untuk metabolisme, berbeda dengan perlakuan D (6%) yang memanfaatkan pakan untuk pertumbuhan. Ikan yang memakan pakan dengan protein tinggi, maka dapat memiliki pertumbuhan yang tinggi (Islachuddin *et al.*, 2023)

Pertumbuhan adalah penambahan ukuran bobot atau panjang dalam jangka waktu tertentu. Pertumbuhan adalah suatu indikator yang baik untuk melihat kondisi kesehatan individu, populasi, dan lingkungan. Pertumbuhan ikan terjadi apabila energi yang disimpan lebih besar dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivitas tubuh (Raya *et al.*, 2013). Protein merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ikan cupang. Kebutuhan terhadap protein dipengaruhi oleh suhu air, ukuran tubuh, kepadatan, serta tingkat oksigen. Ikan omnivora dan herbivora membutuhkan protein yang cukup tinggi untuk meningkatkan pertumbuhan. Kebutuhan protein ikan karnivora lebih tinggi dari ikan omnivora dan herbivora. Ikan menggunakan protein sebagai sumber energi yang utama. Ikan karnivora membutuhkan protein yang lebih banyak daripada ikan herbivora, sedangkan ikan omnivora berada diantara keduanya. Umumnya ikan membutuhkan protein sekitar $20 \pm 60\%$ dan optimum $30 \pm 36\%$ (Nugraha, 2020). Ikan yang mengalami pertumbuhan menandakan bahwa ikan mendapatkan nutrisi yang lengkap dari pakan. Hal ini diperkuat oleh Rahman *et al.*, (2021), kebutuhan protein yang cukup di dalam tubuh ikan menyebabkan ikan mudah untuk menyerap protein, sehingga energi yang berlebih dalam proses penyerapan protein akan digunakan untuk pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan Panjang Mutlak

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina pada pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan panjang ikan cupang. Nilai pertumbuhan panjang mutlak tertinggi terdapat pada perlakuan C (4%) dan D (6%). Pertumbuhan tertinggi terjadi karena dosis tepung spirulina yang ditambahkan pada pakan mengandung protein yang semakin tinggi. Pertumbuhan erat kaitannya dengan ketersediaan protein dalam makanan. Jumlah protein akan mempengaruhi pertumbuhan ikan, karena protein merupakan sumber energi bagi ikan dan protein merupakan nutrisi yang sangat dibutuhkan ikan untuk pertumbuhan (Sari *et al.*, 2014). Kualitas dan kuantitas protein yang diberikan akan mempengaruhi retensi protein tubuh dan selanjutnya pertumbuhan ikan. Apabila protein dalam pakan kurang mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat, sehingga protein dalam jaringan tubuh akan dimanfaatkan untuk mempertahankan fungsi jaringan tubuh yang lebih penting (Soedibya, 2013).

Pakan yang diberikan sesuai protein pada kebutuhan ikan menghasilkan penyerapan nutrisi yang bagus untuk pertumbuhan. Peningkatan pertumbuhan panjang tertinggi pada perlakuan C (4%) dan D (6%) diduga karena kandungan tepung spirulina pada perlakuan tersebut memiliki kadar protein yang mencukupi kebutuhan nutrisi ikan cupang dan mampu menyerap nutrisi dengan baik sehingga tidak ada protein pada pakan yang terbuang. Menurut Mutiarasari (2017), menyatakan bahwa pertambahan panjang dipengaruhi oleh pakan yang diberikan selama pemeliharaan, tidak hanya cukup dan tepat waktu juga pakan tersebut harus memiliki kandungan nutrisi dan gizi yang cukup, bila ikan mengkonsumsi pakan yang kandungan

nutrisinya rendah maka pertumbuhannya terhambat. Pertumbuhan panjang dipengaruhi oleh kebutuhan nutrisi yang dikonsumsi untuk kebutuhan pertumbuhan panjang, ikan yang mengkonsumsi pakan dengan jumlah yang sesuai dan dapat diserap dengan baik untuk proses pertumbuhan akan mengakibatkan energi yang disimpan lebih besar dibandingkan dengan energi yang digunakan untuk aktivitas tubuh sehingga nutrisi yang dihasilkan untuk pertumbuhan ikan menjadi cepat. Secara fisiologis pakan akan berpengaruh kepada pertumbuhan dan perkembangan ikan, inti menghasilkan energi, pergerakan dan reproduksi ikan. Pakan yang dimakan ikan akan terproses kedalam tubuh dan nutrisinya akan diserap serta dimanfaatkan untuk membangun jaringan hingga terjadi efisiensi pakan dan pertumbuhan (Isnawati *et al.*, 2015)

Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan relatif ikan cupang. Laju pertumbuhan relatif tertinggi pada perlakuan D (6%), hal ini dikarenakan kandungan protein yang terdapat pada tepung spirulina lebih banyak dibanding perlakuan lainnya. Menurut Nurmaslakhah *et al.*, (2017) menyatakan bahwa laju pertumbuhan berhubungan dengan pertambahan bobot tubuh ikan yang dihasilkan dari pemanfaatan nutrisi dalam pakan. Tingkat pertumbuhan ikan mengalami peningkatan dikarenakan kebutuhan protein, lemak dan karbohidrat sudah mencukupi dan sesuai dengan kebutuhan ikan untuk melakukan pertumbuhan. Tinggi rendahnya kandungan protein optimum dalam pakan dipengaruhi oleh lemak dan karbohidrat yang cukup. Tanpa karbohidrat dan lemak yang cukup ikan menggantungkan energinya sebagian besar dari protein pakan, yang akan digunakan sebagai sumber energi untuk mencerna makanan dan proses metabolisme (Anggraeni dan Rahmiati 2016).

Kandungan tepung *Spirulina* sp mencukupi kebutuhan nutrisi ikan cupang dan mampu menyerap nutrisi dengan baik sehingga tidak ada protein pada pakan yang terbuang. Protein dibutuhkan untuk pembentukan enzim, hormon dan protein penyusun plasma sebagai sumber energi, sehingga diduga ikan memanfaatkan energi untuk metabolisme sehingga terjadi pertumbuhan. Pakan yang diberikan sesuai pada kebutuhan ikan menghasilkan penyerapan nutrisi yang bagus untuk laju pertumbuhan (Nazhiroh *et al.*, 2019). Pertumbuhan serta perkembangan ikan dipengaruhi oleh nutrisi yang terkandung dalam pakan yang diberikan. Pemberian pakan dengan nutrisi yang sesuai mampu meningkatkan bobot tubuh ikan, dikarenakan ikan mampu memanfaatkan nutrient untuk disimpan dalam tubuh. Pertumbuhan berkaitan dengan penambahan bobot biomassa pada tubuh yang berasal dari pemanfaatan protein dalam pakan (Habmarani *et al.*, 2023).

Ikan yang digunakan dalam penelitian berumur sekitar 2-3 bulan yang merupakan kategori ikan dewasa untuk ikan cupang. Menurut Kiki, *et al.*, (2022), ikan dalam fase larva memerlukan pakan harian yang lebih tinggi untuk pertumbuhan. Ikan pada fase larva atau ikan muda yang sedang tumbuh cepat memiliki laju metabolisme yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan dewasa, sehingga laju pencernaan juga akan menjadi lebih cepat dan konsekuensinya akan memerlukan jumlah makanan yang lebih banyak dan akan menurun seiring dengan meningkatnya umur dan ukuran ikan. Menurut Anggraeni dan Nurlita (2013), laju pertumbuhan menjelaskan bahwa ikan mampu memanfaatkan nutrient makanan untuk disimpan dalam tubuh dan mengkonversinya menjadi energi. Energi ini digunakan oleh ikan untuk metabolisme dasar, pergerakan, produksi organ seksual, perawatan bagian – bagian tubuh serta pergantian sel – sel yang telah rusak dan kelebihannya digunakan untuk pertumbuhan.

Kelulushidupan

Berdasarkan analisis ragam dari kelulushidupan menunjukkan bahwa penambahan tepung spirulina terhadap pakan ikan cupang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kelulushidupan ikan cupang. Kelulushidupan adalah perbandingan antara ikan yang hidup pada akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Dalam kegiatan budidaya, besar atau kecilnya nilai kelulushidupan merupakan penentu keberhasilan usaha (Amin *et al.*, 2019). Hasil dari penelitian menunjukkan nilai kelulushidupan sebesar 98,44%. Menurut Sianturi (2018), tingkat kelangsungan hidup (SR) $\geq 50\%$ tergolong baik, 30-50% sedang, dan $< 30\%$ tidak baik. Nilai kelulushidupan yang tinggi dalam penelitian didapatkan karena nutrisi pakan yang dicampur dengan spirulina mencukupi untuk kebutuhan nutrisi ikan cupang. Hal ini diperkuat oleh Maulidiyanti, *et al.*, (2015), yang menyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup yang tinggi dipengaruhi oleh pemberian tepung Spirulina yang dapat mencukupi kebutuhan gizi untuk memenuhi energi yang digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidup ikan. Kualitas air yang optimal juga dapat mempengaruhi tingkat kelulushidupan pada ikan. Hal ini diperkuat Hardianti *et al.*, (2016), faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelangsungan hidup adalah faktor abiotik dan biotik, yang antara lain berupa kompetitor, kepadatan populasi, umur, dan kemampuan organisme dalam beradaptasi dengan lingkungan (kualitas air). Adapun yang mempengaruhi tinggi rendahnya kelangsungan hidup adalah faktor biotik antara lain kompetitor, kepadatan populasi, umur dan kemampuan organisme beradaptasi terhadap lingkungan (Addini *et al.*, 2017).

Kualitas Air

Kualitas air memiliki peranan penting dalam keberhasilan dari kegiatan budidaya, karena kesesuaian kualitas air akan berpengaruh pada kelangsungan hidup organisme akuatik yang dibudidayakan. Suhu adalah derajat tinggi rendahnya panas pada suatu perairan. Suhu air yang diperoleh pada masa pemeliharaan masih baik dan dapat ditolerir untuk pemeliharaan ikan cupang, ditandai dengan banyaknya ikan cupang yang hidup sampai akhir penelitian. Menurut Shah *et al.* (2017) bahwa suhu dapat mempengaruhi semua aspek fisiologis ikan. Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi ikan dari famili Poeciliidae. Kisaran suhu yang dapat memberikan pertumbuhan yang optimal pada ikan cupang adalah 27-30°C (Melati *et al.*, 2017). Derajat keasaman (pH) memiliki peran penting dalam media pemeliharaan karena berhubungan dengan kemampuan ikan untuk tumbuh dan bereproduksi. Siegers *et al.* (2019) memaparkan bahwa kadar keasaman yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan stres, mudah terserang penyakit, serta produktivitas dan pertumbuhan akan rendah. Menurut Wijayanti *et al.*, (2019) menyatakan bahwa kadar pH yang sesuai dengan pemeliharaan ikan cupang yaitu 6-8,5, namun pertumbuhan optimalnya terjadi pada pH 7-8. Tingkat kematian ikan biasanya terjadi pada air yang memiliki pH 4 (asam) dan 11 (basa). Adanya penyakit ikan pun berhubungan dengan naik turunnya nilai pH, biasanya bakteri akan dapat tumbuh baik pada pH basa, sementara jamur tumbuh dengan baik pada pH asam (Syarifudin *et al.*, 2016). Pada penelitian ini didapatkan kisaran DO yaitu 4,6 – 8,9. Nilai DO menunjukkan jumlah oksigen (O₂) yang tersedia dalam suatu perairan. Semakin tinggi nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang baik untuk pemeliharaan ikan. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar dan kurang layak untuk pemeliharaan ikan. Nilai DO pada kualitas air yang kurang layak untuk pemeliharaan ikan akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan proses pernafasan ikan (Maulidiyanti, 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penambahan tepung spirulina pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap kecerahan warna (selisih nilai *hue* dan jumlah sel kromatofor) dan performa pertumbuhan (total konsumsi pakan pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang mutlak, laju pertumbuhan relatif) dan tidak berpengaruh nyata terhadap kelulushidupan.
2. Penambahan tepung spirulina 6% pada pakan memberikan tingkat kecerahan dan peforma pertumbuhan ikan cupang terbaik dimana diperoleh selisih nilai *hue* tertinggi sebesar (16±1,03)°, bobot mutlak (0,49±0,10) gram, panjang mutlak (0,33±0,10) cm, TKP (1,70±0,14) gram, dan RGR (0,98±0,31%/hari).

Saran

Berdasarkan penelitian dan analisis hasil yang diperoleh di lapangan, penulis dapat memberikan saran

1. Penambahan tepung *Spirulina* sp. dengan dosis 6% pada pakan komersil dapat meningkatkan kecerahan warna ikan cupang.
2. Penggunaan pakan alami dengan campuran spirulina untuk pakan ikan cupang dapat digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil dengan pakan buatan.
3. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk menghitung jumlah dan sebaran sel kromatofor, serta dimungkinkan untuk menggunakan metode lain dalam menghitung kecerahan warna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Indonesia yang telah mendukung penelitian ini sebagai penyandang dana dan juga PT Alga Bioteknologi Indonesia sebagai mitra selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Addini, N., N. A. Pamukas, M. Mulyadi, dan Sukarman. 2017. "Peningkatan Kualitas Warna Dan Pertumbuhan Ikan Albino Tiger Barb (*Puntius tetrazona*) Dengan Pemberian Pakan Yang Mengandung Tepung Udang Rebon." *Berkala Perikanan Terubuk* 45 (3): 44–56. <https://terubuk.ejournal.unri.ac.id/index.php/JT/article/view/5167>.
- Amin, F., S. A .E. Rahimi, dan S. Mellisa. 2019. "Pengaruh Penambahan Spirulina Pada Pakan Terhadap Intensitas Warna Ikan Platy Mickey Mouse (*Xiphophorus maculatus*).” *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah* 4 (3): 152–60.
- Anggraeni, D. N., dan Rahmiati. 2016. "Pemanfaatan Ampas Tahu Sebagai Pakan Ikan Lele (*Clarias batrachus*) Organik.” *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi* 4 (1): 53–57. <https://doi.org/10.24252/bio.v4i1.1469>.
- Anggraeni, N. M., dan N. Abdulgani. 2013. "Pengaruh Pemberian Pakan Alami Dan Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Betutu (*Oxyeleotris marmorata*) Pada Skala Laboratorium.” *Jurnal Sains Dan Seni*

- Pomits* 2 (1): 197–201.
- Ansar, N. 2021. "Penambahan Tepung Wortel Pada Pakan Komersil Untuk Meningkatkan Kecerahan Warna Ikan Cupang (*Betta Sp.*)" *Agrisains* 22 (2): 81–88.
- BSN. 2013. *SNI 7777-2013 Produksi Ikan Cupang Hias (Betta splendens)*. Jakarta: BSN.
- Effendie, M. I. 1979. *Metoda Biologi Perikanan*. Bogor: Yayasan Dewi Sri.
- Effendie, M.I. 1997. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara.
- Effendie, M.I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusatama.
- Habmarani, N., S. N. Lumbessy, dan M. Marzuki. 2023. "Kecerahan Ikan Guppy (*Poecilia reticulata*) Dengan Pemberian Tepung Bunga Marigold (*Tagetas erecta*) Pada Pakan Komersil." *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan* 14 (1): 73–85.
- Hardianti, Q., Rusliadi, dan Mulyadi. 2016. "Effect Of Feeding Made With Different Composition On Growth and Survival Seeds Of Barramundi (*Lates calcarifer*, Bloch)." *UNRI* 20: 1–10.
- Indarti, S., M. Muhaemin, dan S. Hudaidah. 2012. "Modified Toca Colour Finder (M-TCF) Dan Kromatofor Sebagai Penduga Tingkat Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carasius auratus*) Yang Diberi Pakan Dengan Proporsi Tepung Kepala Udang (TKU) Yang Berbeda." *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan* 1 (1): 10–16.
- Irawan, D., S. P. Sari, E. Prasetyono, dan A. Syarif. 2019. "Performa Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hiduo Ikan Seluang (*Rasbora einthovenii*) Pada Perlakuan PH Yang Berbeda." *Journal of Aquatropica Asia* 4 (2): 15–21.
- Islachuddin, M., D. Chilmawati, dan I. Samidjan. 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. <https://doi.org/10.56557/joban/2023/v15i28267>.
- Isnawati, N., R. Sidik, dan G. Mahasri. 2015. "Potensi Serbuk Daun Pepaya Untuk Meningkatkan Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Rasio Efisiensi Protein Dan Laju Pertumbuhan Relatif Pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)." *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan* 7 (2): 121–24.
- Kiki, L., Isriansyah, dan K. Sukarti. 2022. "Penambahan Vitamin B Kompleks Dalam Pakan Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Ikan Komet (*Carassius auratus*)." *Jurnal Sains Dan Teknologi Akuakultur* 8 (2): 175–82.
- Maulidiyanti, L. Santoso, dan S. Hudaidah. 2015. "Pengaruh Pemberian Pakan Alami Daphnia Sp Yang Diperkaya Dengan Tepung Spirulina Terhadap Kelangsungan Hidup Dan Pertumbuhan Larva Ikan Komet (*Carassius auratus*)." *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan* IV (1): 461–70.
- Melati, B., Efrizal, dan R. Rahayu. 2017. "Peningkatan Kualitas Warna Ikan Cupang (*Betta splendens*) Regan, 1910 Melalui Pakan Yang Diperkaya Dengan Tepung Udang Rebon Sebagai Sumber Karotenoid." *Metamorfosa* 4 (2): 231–36. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2017.v04.i02.p15>.
- Muhajir, M. Agustini, dan M. T. Noor. 2021. "Perbedaan Pertumbuhan Berat Mutlak Benih Ikan Cupang Halfmoon (*Betta splendens*) Akibat Pemberian Jenis Pakan Alami Yang Beragam." *Jurnal TECHNO-FISH* 5 (2): 61–75.
- Mutiarasari, A. 2017. "Pengaruh Perbandingan Pemberian Ekstrak Wortel (*Daucus Carota*) Dan Ekstrak Labu Kuning (*Cucurbita moschata* D) Terhadap Warna Kuning Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio* Haematopterus). Skripsi." Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Nazhiroh, N., M. Mulyana, dan F. S. Mumpuni. 2019. "Pengaruh Penambahan Tepung Spirulina Platensis Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Dan Efisiensi Pakan Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)." *Jurnal Mina Sains* 5 (1): 50–57. <https://doi.org/10.30997/jms.v5i1.1773>.
- Nugraha, E. H. 2020. "Pengaruh Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Benih *Clarias gariepinus* Di Kelompok Budidaya Ikan Manunggal Jaya Eulis." *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Sains (JPFS)* 3 (2): 59–67.
- Nurmaslakhah, A., Suminto, dan D. Rachmawati. 2017. "Pemanfaatan Tepung Telur Ayam Afkir Dalam Pakan Buatan Yang Berprobiotik Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)." *Journal of Aquaculture Management and Technology* 6 (4): 49–57.
- Pereira, L., T. Riquelme, dan H. Hosokawa. 2007. "Effect of There Photoperiod Regimes on the Growth and Mortality of the Japanese Abalone (*Haliotis Discus Hanaino*). [Skripsi]." Kochi University.
- Prasetyo, D., H. Handajani, D. Hermawan, dan I. Fuhaira. 2020. "Pengaruh Pengkayaan Daphnia Sp. Menggunakan Astaxanthin Terhadap Kualitas Warna Merah Ikan Cupang Halfmoon (*Betta splendens*, Regan 1910)." *JURNAL SAINS Dan INOVASI PERIKANAN* 4 (1): 32–37. <https://doi.org/10.18331/sfs2019.6.1.1>.
- Purnamayati, L., E. N. Dewi, dan R. A. Kurniasih. 2016. "Karakteristik Fisik Mikrokapsul Fikosianin Spirulina Pada Konsentrasi Bahan Penyalut Yang Berbeda." *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian* 9 (1): 1–8.

- Rahmawati, S. I., S. Hidayatullah, dan M. Suprayatmi. 2017. "Ekstraksi Fikosianin Dari *Spirulina plantesis* Sebagai Biopigmen Dan Antioksidan." *Jurnal Pertanian* 8 (1): 36–45.
- Rayes, R. D., I. W. Sutresna, N Diniarti, dan A. I. Supii. 2013. "Pengaruh Perubahan Salinitas Terhadap Pertumbuhan Dan Sintasan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer* Bloch)." *Jurnal Kelautan* 6 (1): 47–56.
- Sari, O. V., B. Hendrarto, dan P. Soedarsono. 2014. "Pengaruh Variasi Jenis Makanan Terhadap Ikan Karang Nemo (*Amphiprion Ocellaris* Cuvier, 1830) Ditinjau Dari Perubahan Warna, Pertumbuhan Dan Tingkat Kelulushidupan." *Diponegoro Journal of Maquares Management of Aquatic Resources* 3 (3): 134–43.
- Satria, M. R. D., D. Chilmawati, S. Hastuti, dan Subandiyono. 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.
- Shreck, C.B., dan P.B. Moyle. 1990. *Method for Fish Biology*. Bethesda, Maryland: *American Fisheries Society*.
- Sianturi, A. 2018. "Pengaruh Waktu Pemberian Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Dan Kelangsungan Hidup Ikan Lele (*Clarias* Sp.). [Skripsi]." Universitas Sumatra Utara.
- Soedibya, P. H. T. 2013. "Retensi Protein Pada Ikan Nila GIFT (*Oreochromis niloticus*) Yang Diberi Pakan *Azola pinnata* Dengan Diperkaya Mikroba Probiotik." *Jurnal Akuakultur Indonesia* 12 (2): 109–13.
- Suminto, T. Susilowati, 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): 111–18. <https://doi.org/10.14710/ijfst.13.2.111-118>.
- Syaifudin, M. S, L. Sulmartiwi, dan S Andriyono. 2016. "Penambahan Mikroalga Merah *Porphyridium Cruentum* Pada Pakan Terhadap Kecerahan Warna Ikan Cupang (*Betta splendens*)." *Journal of Aquaculture and Fish Health* 6 (1): 41–47.
- Wulandari, Z., dan I. I. Arief. 2022. "Review: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional Dan Manfaat." *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan* 10 (2): 62–68. <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.2.62-68>.
- Yaeni, T., Suminto, dan T. Yuniarti. 2017. "Pemanfaatan Ekstrak Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* Var Ayamurasaki) Dalam Pakan Untuk Performa Warna Tubuh, Pertumbuhan Dan Kelulushidupan Ikan Rainbow (*Melanotaenia praecox*)." *Journal of Aquaculture Management and Technology* 6 (3): 293–302.