



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

**Pengaruh Tepung *Spirulina* (*Arthrospira plantensis*) dalam Pakan terhadap
Kecerahan Warna Koi (*Cyprinus carpio*)**

Teddy Ezranovika Purwanto, Subandiyono Subandiyono*, Diana Chilmawati, Sri Hastuti

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

* Corresponding author: sby.subandiyono@gmail.com

Abstrak

Koi (*Cyprinus carpio*) adalah salah satu ikan hias yang banyak diminati di Indonesia karena warna tubuh yang mencolok dan indah. Warna yang ditampilkan adalah hasil dari kromatofor yang ada pada bagian kulit ikan. Salah satu cara untuk meningkatkan kecerahan warna dari ikan adalah dengan menambahkan suplemen dalam pakan. Contoh suplemen untuk warna ikan adalah karotenoid. *Spirulina* adalah salah satu karotenoid yang memiliki kandungan beta karoten. Beta karoten dapat membantu meningkatkan kecerahan warna jingga dan kuning pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh tepung *Spirulina* dalam pakan terhadap kecerahan warna dan pertumbuhan koi, dan untuk menentukan dosis tepung *Spirulina* terbaik di dalam pakan untuk kecerahan warna dan pertumbuhan koi. Penelitian ini dilaksanakan di Mina Pabilon Farm, Jalan Raya Parakan, Jetis Selatan, Temanggung, pada bulan Januari sampai Februari 2024 selama 40 hari. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yaitu rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut adalah penambahan *Spirulina* dalam pakan uji masing-masing untuk A (0%), B (0,5%), C (1%), dan D (1,5%). Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah kromatofor, laju pertumbuhan relatif (RGR), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan tingkat kelulushidupan (SR). Nilai kualitas air dianalisis secara deskriptif. Ikan uji yang digunakan adalah koi dengan panjang rata-rata 7 ± 1 cm. Wadah penelitian menggunakan ember dengan volume 5,4 liter sebanyak 20 buah dengan padat tebar 1 ekor/liter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tepung *Spirulina* dalam pakan memberikan pengaruh ($P<0,05$) terhadap kecerahan warna ikan namun tidak berpengaruh ($P>0,05$) terhadap laju pertumbuhan relatif, laju pertumbuhan spesifik, dan tingkat kelulushidupan ikan. Tepung *Spirulina* 1 % dan 1,5 % memberikan tingkat kecerahan warna yang lebih baik dibandingkan tepung *Spirulina* 0% pada koi (probabilitas 95%). Dosis tepung *Spirulina* 0 - 1,5% memberikan pengaruh yang sama pada pertumbuhan koi. Kualitas perairan masih layak untuk pemeliharaan koi (*Cyprinus carpio*).

Kata kunci: koi, kecerahan warna, kromatofor, Pertumbuhan, *Spirulina*.

Abstract

Koi fish (*Cyprinus carpio*) are among the most popular ornamental fish in Indonesia due to their vibrant colors, which are produced by chromatophores in their skin, and these colors can be enhanced through dietary supplements like carotenoids. *Spirulina*, a source of carotenoids rich in beta-carotene, is known to enhance the brightness of orange and yellow hues in fish. This study investigated the effects of *Spirulina* powder in feed on koi coloration and growth, aiming to determine the optimal dosage for improvement. Conducted over 40 days at Mina Pabilon Farm in Temanggung from January to February 2024, the experiment used a completely randomized design (CRD) with four treatments (0%, 0.5%, 1%, and 1.5% *Spirulina*) and five replications. Variables measured included the number of chromatophores, relative growth rate (RGR), specific growth rate (SGR), and survival rate (SR), with water quality analyzed descriptively. Results showed that *Spirulina* significantly improved coloration brightness ($P<0.05$), with 1% and 1.5% *Spirulina* producing better results than the control, though it had no significant effect on RGR, SGR, or SR ($P>0.05$). *Spirulina* dosages of 0% to 1.5% yielded similar effects on growth, while water quality remained suitable for koi maintenance.

Key words: koi, color brightness, chromatophores, growth, Spirulina.

PENDAHULUAN

Koi adalah salah satu ikan air tawar dengan nilai ekonomis tinggi di pasar internasional ataupun pasar domestik (Iskandar *et al.*, 2021). Koi memiliki warna yang bermacam-macam pada tubuhnya. Warna ini dapat muncul karena dihasilkan oleh sel pigmen (kromatofor) yang ada pada kulit ikan. Menurut Bachtiar (2002), di dalam dermis ikan mengandung pigmen warna xantofora (kuning) melanofora (hitam), guanofora (putih kemilauan), dan eritrofora (merah). Namun, seringkali warna ikan ini dapat memudar. Menurut Jalila *et al.* (2021), faktor genetika, faktor lingkungan, serta pakan yang diberikan turut mempengaruhi tingkat kecerahan dari koi. Maka diperlukan beberapa tindakan agar warna koi tidak memudar. Salah satu cara meningkatkan kecerahan warna ikan hias adalah dengan menambahkan suplemen pada pakan ikan. Warna pada ikan dapat ditingkatkan dengan menambahkan suplemen seperti karotenoid yang merupakan sel penyusun pigmen warna. *Spirulina* adalah salah satu jenis karotenoid yang dapat ditemukan pada berbagai jenis pangan.

Spirulina termasuk ke dalam kelompok *cyanobacteria* atau alga hijau biru. *Spirulina* terdiri dari sel tunggal berbentuk silindris yang membentuk filamen. Menurut Ali dan Saleh (2012), *Spirulina* mengandung protein sebesar 55 – 70%, karbohidrat 15 – 25%, asam lemak esensial sebesar 18%, vitamin, mineral dan kandungan pigmen seperti fikosianin, karoten dan klorofil a. *Spirulina* memiliki karakteristik dan kandungan nutrisi yang cocok menjadi makanan fungsional. *Spirulina* memiliki kandungan beta karoten, sehingga dapat digunakan sebagai suplemen warna pada ikan. Kandungan karotenoid dalam *Spirulina* dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor, yaitu spesies, kondisi pertumbuhan dan metode dalam pengolahan. Menurut Apriliani *et al.* (2021), suplemen *Spirulina* sangat dibutuhkan oleh ikan, dikarenakan ikan yang tidak dapat mensintesis karotenoid secara mandiri. Menurut Yaeni *et al.* (2017), karotenoid adalah komponen utama yang membentuk pigmen warna pada ikan. Senyawa karotenoid juga yang menghasilkan warna kuning dan merah pada kulit ikan. Dengan demikian penambahan *Spirulina* dalam pakan diharapkan dapat menambah kecerahan warna, sehingga dapat meningkatkan nilai jual koi serta meningkatkan pertumbuhan ikan.

Warna dari ikan koi dapat memudar ataupun hilang. Salah satu cara untuk meningkatkan warna adalah memberikan suplemen pada pakan. Menurut penelitian Malini *et al.* (2018), pemberian tepung *Spirulina* dengan kadar 1% memberikan kecerahan yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu 0%, 3%, dan 5%. Namun, belum ada informasi mengenai perhitungan jumlah kromatofor dan dosis *Spirulina* yang optimal agar kecerahan warna juga optimal. Maka dari itu, penelitian ini penting untuk dilakukan.

MATERI DAN METODE

Materi

Ikan uji yang digunakan adalah koi (*Cyprinus carpio*) dengan stadia benih dan ukuran rata-rata 7±1 cm. Padat penebaran pada penelitian ini adalah 1 ekor per liter. Pakan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan pelet komersial yaitu FF999 yang ditambahkan dengan tepung *Spirulina* sesuai dengan perlakuan. Kandungan nutrisi dalam FF-999 adalah sebagai berikut: protein sebesar 35%, lemak sebesar 2%, serat kasar sebesar 3%, kadar abu sebesar 13%, dan kadar air sebesar 12%. Data kandungan nutrisi didapatkan dari PT Central Proteina Prima. *Spirulina* yang akan digunakan adalah *Spirulina* merek spiruganik. Ikan dipelihara dalam sebuah ember bervolume 5,4 liter sebanyak 20 buah.

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental berupa RAL (Rancangan Acak Lengkap). Rancangan percobaan ini dilakukan dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Analisis rancangan percobaan menggunakan ANOVA (Analysis of Variance) untuk mengetahui adanya perubahan yang signifikan ataupun tidak pada perlakuan. Rancangan percobaan pada penelitian ini adalah disusun sebagai berikut:

- A: Penambahan tepung *Spirulina* pada pakan komersil sebesar 0%
- B: Penambahan tepung *Spirulina* pada pakan komersil sebesar 0,5%
- C: Penambahan tepung *Spirulina* pada pakan komersil sebesar 1%
- D: Penambahan tepung *Spirulina* pada pakan komersil sebesar 1,5%

Prosedur Penelitian

a. Persiapan Wadah

Mula-mula wadah dibersihkan terlebih dahulu agar terhindar dari kontaminasi bakteri ataupun mikroorganisme. Wadah dibersihkan dengan menggunakan air tawar serta dibilas dengan menggunakan sabun. Hal ini didukung oleh pernyataan Taiyeb *et al.* (2023), yang menyatakan bahwa pembersihan wadah dengan menggunakan air bersih agar wadah terbebas dari bakteri dan patogen. Setelah wadah dibersihkan menggunakan air, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari.

b. Persiapan Pakan yang Mengandung Tepung *Spirulina*

Persiapan pakan yaitu pakan komersil dan *Spirulina* dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dicampurkan. Setelah semua bahan siap, Tepung *Spirulina* kemudian dicampurkan dengan pakan komersil sesuai dengan perlakuan dan ditambah dengan perekat pelet (0.3 g/100 g pakan) dalam satu wadah. Adonan kemudian diaduk

sampai rata dan tambahkan air sebesar 15 ml/ 100 g pakan, diaduk kembali dan dicetak serta dikeringkan di bawah sinar matahari selama ± 2 jam.

c. Pemasukan Ikan Uji ke Dalam Wadah Pemeliharaan

Ikan kemudian dilepaskan dari plastik dan dipelihara di wadah pemeliharaan. Pemeliharaan ikan dilakukan di ember bervolume 5,4 liter dengan padat tebar 1 ekor per liter.

d. Pemberian Pakan

Pemberian pakan pada ikan bertujuan agar karotenoid yang terkandung di dalam pakan dapat terserap dengan baik oleh ikan. Pakan yang dikonsumsi oleh ikan akan masuk melalui mulut, yang turun ke lambung dan dilanjutkan ke usus dan berakhir di anus yang merupakan pembuangan bahan sisa. Pemberian pakan pada ikan perlu ditentukan sesuai dengan waktu pengosongan lambung sehingga pakan yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan oleh ikan dengan optimal. Menurut *Zidni et al. (2018)*, laju digesti dipengaruhi oleh suhu dalam air dan pakan yang dikonsumsi, dimana kualitas pakan dapat menyebabkan perbedaan komponen penyusun pakan yang berdampak pada laju digesti. Metode pemberian pakan adalah *at satiation*. Pemberian pakan dilakukan 2 kali, yaitu pada pukul 08:00 dan pukul 16:00.

e. Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran kualitas air dilakukan dengan menggunakan alat pengukur kualitas air (WQC). Pengukuran suhu air menggunakan termometer, pengukuran pH air menggunakan pH meter dan pengukuran DO air menggunakan DO meter. Pengukuran kualitas air dilakukan pada pukul 08:00 WIB dan pada pukul 16:00 WIB.

Variabel Penelitian

a. Jumlah Kromatofor Ikan

Pengamatan uji histologi dilakukan untuk mengamati dan menghitung jumlah kromatofor dalam kulit ikan. Kulit ikan diiris secara vertikal untuk melihat jumlah dan kerapatan kromatofor yang kemudian diletakkan di preparat histologi dan ditetesi oleh pewarnaan Hematoksilin dan Eosin. Sampel ikan dipotong dengan menggunakan mikrotom dengan ketebalan 5 μm (*Cho et al., 2012*). Setelah itu melakukan pengamatan dibawah mikroskop dengan perbesaran 200x. Hasil histologi yang diperoleh kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan referensi.

b. Laju Pertumbuhan Relatif

Rumus untuk menghitung laju pertumbuhan relatif (Relative Growth Rate, RGR) menurut *Siegers et al. (2023)*, adalah sebagai berikut:

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

dimana:

- RGR : laju pertumbuhan relatif (%)
Wt : biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)
W0 : biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)
t : lama pemeliharaan (hari)

c. Laju Pertumbuhan Spesifik

Rumus untuk menghitung laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate*, SGR) menurut *Zonneveld et al. (1991)*, adalah sebagai berikut:

$$\text{SGR} = \frac{\ln W_t - \ln W_0}{t} \times 100\%$$

dimana:

- SGR : Laju Pertumbuhan harian (%/ hari)
Wt : Bobot Ikan pada akhir pemeliharaan (g/ekor)
W0 : Bobot ikan pada awal pemeliharaan (g/ekor)
t : Lama waktu pemeliharaan (hari)

d. Kelulushidupan

Kelulushidupan (*Survival rate*, SR) dihitung untuk mengetahui tingkat kehidupan ikan uji selama penelitian dengan menggunakan rumus *Effendi (2002)*, yaitu:

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

dimana:

- SR : Tingkat kelulushidupan (SR) ikan (%)
Nt : Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)
N0 : Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

e. Kualitas Air

Parameter kualitas air yang diukur adalah oksigen terlarut, suhu, dan pH air. Pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter, pengukuran suhu menggunakan termometer dan pengukuran pH air menggunakan pH meter.

Analisis Data

Analisis data variabel yang diperoleh diuji menggunakan *software* SPSS versi 26. Data yang diperoleh diuji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas menunjukkan data bersifat normal (Fitria, 2012). Data akan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Apabila dalam analisis ragam diperoleh berpengaruh nyata ($P < 0,05$), maka dilakukan uji beda nyata terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan rata-rata antar perlakuan dan uji lanjut polinomial ortogonal untuk menemukan dosis optimal diantara perlakuan. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan dengan referensi.

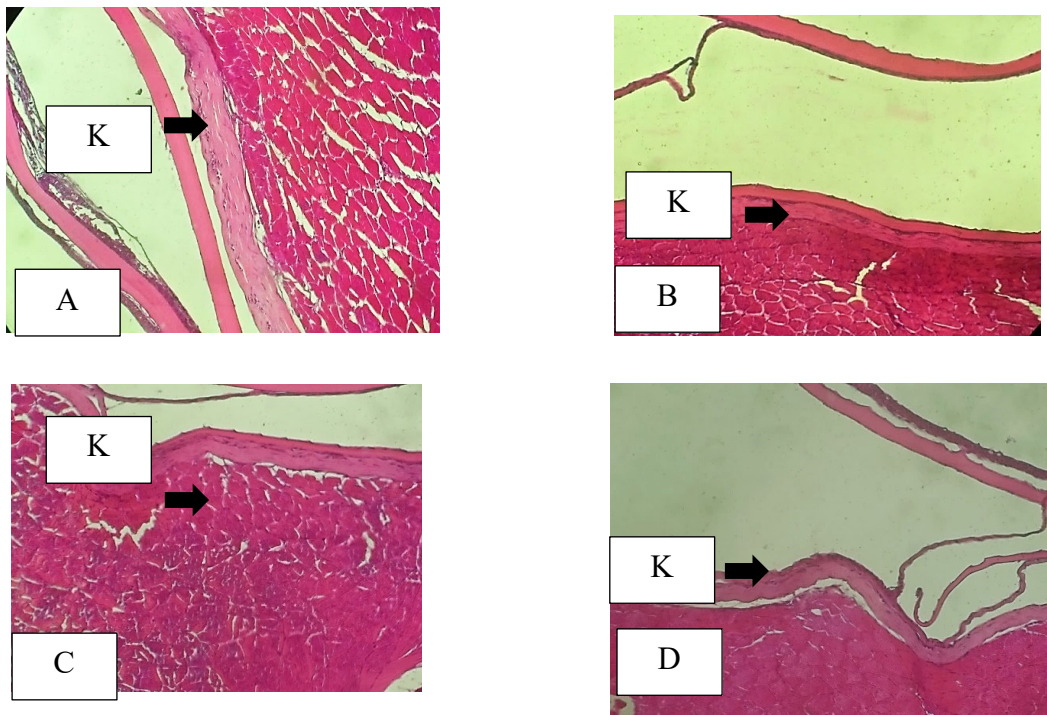
Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 40 hari di Mina Pabilon Farm, Jalan Raya Parakan, Jetis Selatan, Kecamatan Parakan, Temanggung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Jumlah Kromatofor Ikan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan selama 40 hari, didapatkan hasil uji kromatofor pada koi yang diberi pakan dengan dosis tepung *Spirulina* berbeda tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Kromatofor yang Ditemukan pada Berbagai Jenis Perlakuan yang Berbeda

Keterangan:

K: Kromatofor

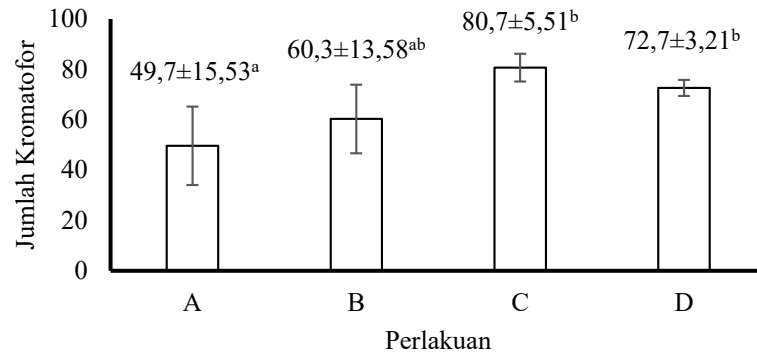
A: Pemberian tepung *Spirulina* dengan kandungan 0%

B: Pemberian tepung *Spirulina* dengan kandungan 0,5%

C: Pemberian tepung *Spirulina* dengan kandungan 1%

D: Pemberian tepung *Spirulina* dengan kandungan 1,5%

Berdasarkan Gambar 1. dapat dilakukan perhitungan jumlah kromatofor pada koi. Grafik data kromatofor dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2. dapat dijabarkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antar perlakuan. Perlakuan A memiliki nilai sebesar $49,7 \pm 15,53$ sel; perlakuan B sebesar $60,3 \pm 13,58$ sel; perlakuan C sebesar $80,7 \pm 5,51$ sel; dan perlakuan D sebesar $72,7 \pm 3,21$ sel. Peningkatan kecerahan warna pada perlakuan C dan D lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A, masing-masing sebesar $80,7 \pm 5,51$ sel dan $72,7 \pm 3,21$ sel serta peningkatan kecerahan warna terendah adalah perlakuan A sebesar $49,7 \pm 15,5$ sel. Data jumlah kromatofor telah diuji secara normalitas dan homogenitas. Hasil uji normalitas dan homogenitas adalah data kromatofor tersebar secara normal dan bersifat homogen, kemudian data diuji dengan ANOVA. Berdasarkan uji ANOVA menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* di dalam pakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah kromatofor ikan koi. Kemudian jika ada perbedaan yang nyata, maka akan dilakukan uji lanjut.

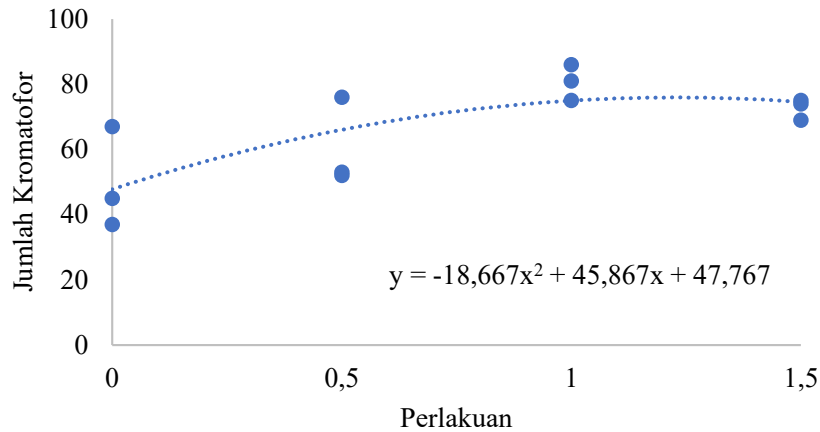


Gambar 2. Hasil Jumlah Kromatofor yang Ditemukan pada Kulit Koi
Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan

Uji lanjut yang digunakan adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perlakuan yang berbeda nyata, dan polinomial ortogonal untuk menentukan dosis tepung *Spirulina* yang optimal untuk menghasilkan jumlah kromatofor optimal. Uji Beda Nyata Terkecil tersaji pada Gambar 3, sedangkan untuk uji polinomial ortogonal tersaji pada Gambar 4.

| (I) VAR00001 | (J) VAR00001 | Mean Difference (I-J) | Sig. | 95% Confidence Interval Lower Bound | Upper Bound |
|-----------------|-----------------|--------------------------|-------------|---|----------------|
| A (0%) | B | 10.66667 | .261 | 30.9964 | 9.6631 |
| | C | 31.00000* | .008 | 51.3298 | -10.6702 |
| | D | 23.00000* | .031 | 43.3298 | -2.6702 |
| B (0,5%) | A | 10.66667 | .261 | -9.6631 | 30.9964 |
| | C | 20.33333* | .050 | 40.6631 | -.0036 |
| | D | 12.33333 | .199 | 32.6631 | 7.9964 |
| C (1%) | A | 31.00000* | .008 | 10.6702 | 51.3298 |
| | B | 20.33333* | .050 | .0036 | 40.6631 |
| | D | 8.00000 | .391 | 12.3298 | 28.3298 |
| D (1,5%) | A | 23.00000* | .031 | 2.6702 | 43.3298 |
| | B | 12.33333 | .199 | -7.9964 | 32.6631 |
| | C | -8.00000 | .391 | 28.3298 | 12.3298 |

Gambar 3. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) Jumlah Kromatofor Koi
Keterangan: Signifikansi < 0,05 berpengaruh nyata

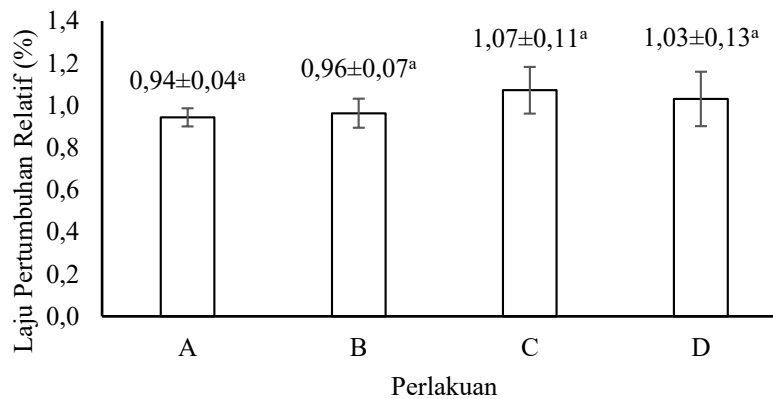


Gambar 4. Uji Polinomial Ortogonal Jumlah Kromatofor Koi

Keterangan: Nilai optimal pemberian Tepung *Spirulina* adalah 1,23% dengan jumlah kromatofor optimal sebesar 73,9 sel.

b. Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, diperoleh data laju pertumbuhan relatif (*Relative Growth Rate, RGR*) pada koi yang tersaji pada Gambar 5. Hasil laju pertumbuhan relatif telah diuji ANOVA yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antar perlakuan. Laju pertumbuhan relatif koi masing-masing adalah A sebesar $0,94 \pm 0,04$ %, perlakuan B sebesar $0,96 \pm 0,07$ %, perlakuan C sebesar $1,07 \pm 0,11$ % dan perlakuan D sebesar $1,03 \pm 0,13$ %. Data pertumbuhan panjang relatif telah diuji normalitas dan homogenitas. Hasil dari uji normalitas dan homogenitas adalah data bersifat normal dan homogen, sehingga data tersebut dilakukan uji ragam atau ANOVA. Hasil uji ANOVA memberikan hasil tidak berpengaruh nyata.

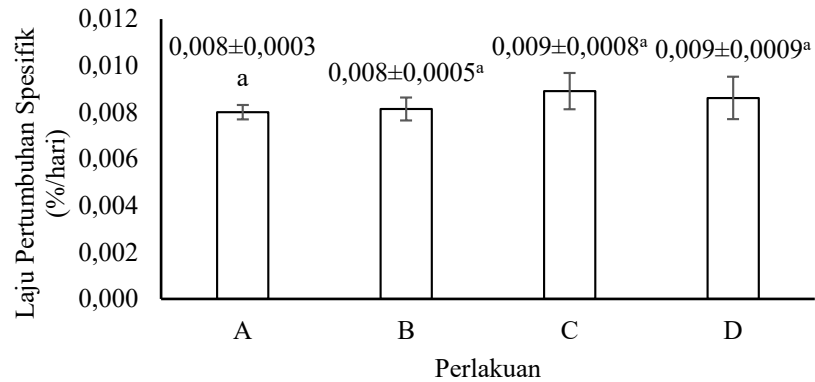


Gambar 5. Laju Pertumbuhan Relatif Koi Pada Perlakuan Berbeda

Keterangan: *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan

c. Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari, didapatkan data laju pertumbuhan spesifik (*Specific Growth Rate, SGR*) pada koi yang tersaji pada Gambar 6.

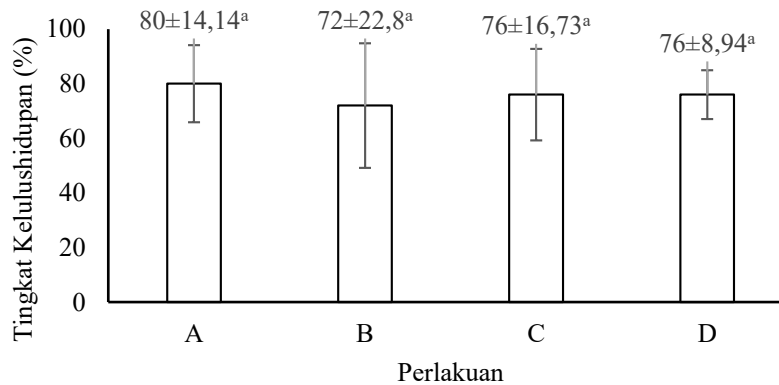


Gambar 6. Laju Pertumbuhan Spesifik koi pada perlakuan berbeda
Keterangan: *Superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan

Gambar 6. menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan. Laju pertumbuhan spesifik koi masing-masing adalah A sebesar 0,008±0,0003 %/hari, perlakuan B sebesar 0,008±0,0005 %/hari, perlakuan C sebesar 0,009±0,0008 %/hari dan perlakuan D sebesar 0,009±0,0009 %/hari. Data pertumbuhan panjang spesifik telah diuji normalitas dan homogenitas. Hasil dari uji normalitas dan homogenitas adalah data bersifat normal dan homogen, sehingga data pertumbuhan panjang spesifik dilakukan uji ANOVA. Berdasarkan hasil uji ANOVA, dapat disimpulkan bahwa pemberian *Spirulina* dalam pakan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik koi.

d. Kelulushidupan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama 40 hari, telah diperoleh data kelulushidupan (*survival rate*, SR) pada koi yang tersaji pada Gambar 7. Data kelulushidupan ikan koi telah diuji normalitas dan homogenitas, dan data tersebut bersifat normal dan homogen. Kemudian setelah diuji normalitas dan homogenitas, data diuji ANOVA untuk melihat ada tidaknya perbedaan yang nyata antar perlakuan. tingkat kelulushidupan koi selama penelitian tidak berpengaruh nyata. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian *Spirulina* dalam pakan terhadap koi tidak berpengaruh nyata pada aspek kelulushidupan koi.



Gambar 7. Kelulushidupan ikan koi pada berbagai perlakuan spirulina dalam pakan

e. Kualitas Air

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan selama 40 hari, telah diperoleh data kualitas air pada koi yang meliputi: suhu, *Dissolved Oxygen* (DO), dan pH. Hasil pengukuran tersaji pada Tabel 1. Hasil pengukuran kualitas air selama 40 hari penelitian menunjukkan bahwa kualitas air selama penelitian masih dalam kisaran yang optimal untuk budidaya koi.

Tabel 1. Kualitas Air Koi Selama Penelitian

| Parameter | Nilai | Standar Kelayakan* |
|-----------|-------------|--------------------|
| Suhu (°C) | 21,5 - 27,2 | 20 - 28 |
| DO (mg/L) | 3,2 - 6,1 | >3 |
| pH | 7,8 - 8,5 | 6,5 - 8 |

Keterangan: * Papiilon dan Efendi (2017).

Pembahasan

a. Jumlah Kromatofor Ikan

Penambahan *Spirulina* dalam pakan memberikan pengaruh terhadap jumlah kromatofor. Pemberian dosis *Spirulina* sebesar 1,2 % dapat menghasilkan jumlah kromatofor optimal sebesar 73,9 sel (Gambar 4). Hasil perhitungan kromatofor pada Gambar 2 menunjukkan bahwa kromatofor paling banyak ditemukan pada perlakuan C dan D. Banyaknya kromatofor yang ditemukan berbanding lurus dengan kepekatan warna ikan. Hal ini didukung oleh pernyataan Noviyanti *et al.* (2015), yang menyatakan bahwa jumlah kromatofor yang berada di dalam kulit dapat mempengaruhi warna ikan tersebut. Jumlah kromatofor yang terdapat pada kulit ikan berpengaruh pada semakin pekatnya warna ikan tersebut.

Pemberian *Spirulina* dengan dosis 1 % dan 1,5 % menghasilkan perubahan kecerahan warna yang lebih baik pada koi dibandingkan dengan pemberian 0 %. Hasil ini selaras dengan penelitian Utomo *et al.* (2006) dan Malini *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa pemberian tepung *Spirulina* pada dosis 1 % memberikan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan 0 %. Hal ini diduga karena pada stadia benih, warna ikan masih dapat berubah. Stadia yang digunakan pada penelitian ini adalah stadia benih. Menurut penelitian Utomo *et al.* (2006) tentang pemberian *Spirulina* terhadap koi, kebutuhan karotenoid pada ikan muda masih sedikit karena perubahan warna pada tubuh ikan yang belum tetap sehingga pemberian *Spirulina* 1% memberikan pengaruh yang efektif dibandingkan 3% dan 5%.

Faktor lain yang mempengaruhi dari kromatofor adalah penambahan suplemen pada pakan. Penambahan suplemen seperti *Spirulina* dapat meningkatkan warna. *Spirulina* mengandung pigmen alami yaitu klorofil dan karotenoid sebagai pembentuk warna pada ikan. Beberapa peneliti mengungkapkan bahwa *Spirulina* adalah mikroalga yang mengandung pigmen beta karoten, dimana beta karoten adalah pigmen yang menyumbangkan warna jingga (Hanani *et al.*, 2020; Agustina dan Efrilia, 2022).

Pemecahan pigmen karotenoid menjadi kromatofor mengikuti proses metabolik tidak langsung dalam tubuh ikan. Menurut Indarti *et al.* (2012), Karotenoid yang larut dalam lemak dicerna dalam bagian usus dengan bantuan enzim lipase pankreatik dan garam empedu. Enzim lipase pankreatik berperan dalam mengurai trigliserida menjadi monogliserida dan asam lemak. Sementara itu, garam empedu berfungsi sebagai agen pengemulsi lemak, membantu membentuk *micelle* yang terdiri dari asam lemak, monogliserida, dan kolesterol. Di dalam sitoplasma sel mukosa usus halus, karotenoid dipecah menjadi retinol, yang kemudian diserap bersama dengan asam lemak melalui dinding sel melalui difusi pasif. Retinol bersama *micelle* masuk ke dalam sistem peredaran darah dan dibawa menuju hati. Di sana, retinol bergabung dengan asam palmitat dan disimpan sebagai retinil-palmitat. Ketika diperlukan oleh sel-sel tubuh, retinil-palmitat akan terikat pada protein pengikat retinol (PPR), yang dihasilkan di hati, dan kemudian ditransportasikan ke sel-sel jaringan untuk diserap dalam tubuh.

b. Laju Pertumbuhan Relatif

Berdasarkan uji ANOVA laju pertumbuhan relatif koi, dapat disimpulkan bahwa penambahan *Spirulina* pada pakan terhadap kecerahan warna ikan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan relatif koi ($P>0,05$). Hasil laju pertumbuhan relatif ikan adalah C sebesar $1,07\pm 0,11$ %, perlakuan D sebesar $1,03\pm 0,13$ %, perlakuan B sebesar $0,96\pm 0,07$ % dan perlakuan A sebesar $0,94\pm 0,04$ %. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat pertumbuhan relatif dari koi. Menurut Kosim *et al.* (2016), beberapa faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan relatif adalah diantaranya, faktor lingkungan dan faktor kandungan dalam pakan.

Pemberian *Spirulina* terhadap koi tidak berpengaruh nyata pada laju pertumbuhan relatif. Hal ini diduga karena pemberian dosis yang tidak memenuhi kebutuhan nutrisi dari ikan sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan antara perlakuan. Menurut Setiawati *et al.* (2013), jika nutrisi yang diserap oleh ikan lebih besar dari kebutuhan serta pemeliharaan tubuh ikan, maka ikan tersebut akan tumbuh. Pemberian dosis 1 % diduga tidak memenuhi kebutuhan nutrisi yang diperlukan koi. Hal ini didukung oleh Rizky *et al.* (2023), dalam penelitian tentang pemberian *Spirulina* terhadap pertumbuhan koi, bahwa laju pertumbuhan akan meningkat signifikan dengan pemberian *Spirulina* sebesar 3 % dari bobot pakan. Selain itu, menurut Ansarifard *et al.* (2018), peningkatan pertumbuhan pada koi yang diberi *Spirulina* pada dosis 7 – 10 % pada pakan.

Selain faktor nutrisi dalam pakan, faktor lingkungan juga ikut mempengaruhi laju pertumbuhan relatif ikan. Pada kondisi lingkungan yang buruk, ikan akan beradaptasi terhadap lingkungan tersebut dalam rangka bertahan hidup. Hal ini bermakna energi yang digunakan untuk pertumbuhan mengalami penurunan dan ikan tumbuh dengan lambat. Hal ini didukung oleh pernyataan Kelabora (2010), yang menyatakan bahwa suhu air yang berbeda signifikan akan menyebabkan gangguan metabolisme pada ikan, sehingga energi yang tersimpan digunakan untuk adaptasi dan mengganggu pertumbuhan ikan. Terlihat pada Tabel 1 bahwa terjadi fluktuasi suhu yang cukup signifikan sehingga mengakibatkan ikan stres dan menggunakan sebagian energi untuk beradaptasi dengan perubahan suhu yang ekstrem. Menurut Watson *et al.* (2004), kualitas air yang tidak optimal juga menyebabkan pengurangan nafsu makan ikan sehingga pertumbuhan menjadi lambat.

c. Laju Pertumbuhan Spesifik

Berdasarkan perhitungan laju pertumbuhan spesifik koi, dapat disimpulkan bahwa penambahan *Spirulina* pada pakan terhadap kecerahan warna ikan tidak berpengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik

koi ($P>0,05$). Hasil laju pertumbuhan spesifik ikan adalah D sebesar $0,009\pm 0,0009$ %/hari, perlakuan C sebesar $0,009\pm 0,0008$ %/hari, perlakuan B sebesar $0,008\pm 0,0005$ %/hari dan perlakuan A sebesar $0,008\pm 0,0003$ %/hari. Laju pertumbuhan spesifik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik internal maupun eksternal. Menurut [Azhari et al. \(2017\)](#), bahwa padat tebar yang tinggi, kekurangan pakan, kualitas air dan stres ikan adalah beberapa faktor yang mempengaruhi laju pertumbuhan spesifik dari ikan.

Uji ragam ANOVA memberikan kesimpulan bahwa pemberian *Spirulina* dalam pakan terhadap kecerahan warna koi tidak berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan spesifik. Laju pertumbuhan tidak berpengaruh nyata diduga karena pemberian kadar *Spirulina* yang rendah sebesar 0 sampai 1,5% sehingga kebutuhan nutrisi koi tidak terpenuhi. Menurut [Prabhath et al. \(2019\)](#), koi yang diberi pakan dengan suplemen *Spirulina* sebesar 4% dari bobot pakan dapat memberikan pengaruh yang signifikan pada laju pertumbuhan koi.

d. Kelulushidupan

Berdasarkan hasil perhitungan kelulushidupan koi selama penelitian, ditemukan bahwa tingkat kelulushidupan antar perlakuan tidak berbeda. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kelulushidupan tinggi. Menurut [Karimah et al. \(2018\)](#), tingkat kelulushidupan ikan dapat tinggi dikarenakan lingkungan yang mendukung untuk kehidupan ikan. Selain itu, kelulushidupan ikan juga dipengaruhi oleh penanganan yang baik. Penanganan yang baik dapat mencegah ikan menjadi stres dan mati. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [Pratama et al. \(2018\)](#), faktor lain yang menyebabkan kematian ikan pada penelitian ini adalah faktor internal seperti daya tahan tubuh ikan, genetik, dan fisiologis ikan. Daya tahan tubuh ikan dapat mempengaruhi tingkat stres ikan, dimana ikan tidak dapat beradaptasi terhadap lingkungan sehingga ikan akan mudah stres dan mati. Genetik ikan meliputi keturunan ikan yang unggul penyakit dan mudah beradaptasi terhadap lingkungan dapat meningkatkan tingkat kelulushidupan ikan.

Tingkat kelulushidupan (SR) pada penelitian ini tidak berbeda. Kelulushidupan pada masing - masing perlakuan masih dalam kondisi yang baik untuk ikan. Hal ini didukung oleh pernyataan [Simanulang dalam Simanjuntak et al. \(2020\)](#), yang menyatakan bahwa tingkat kelulushidupan (SR) ikan >50 % adalah tergolong baik, kelulushidupan 30 – 50 % tergolong sedang, dan kelulushidupan <30 % tergolong kurang baik. Tingkat kelulushidupan (SR) yang tergolong baik diduga karena kondisi selama penelitian yang terkontrol dan pembersihan wadah sebelum penelitian sehingga kuman dan mikroorganisme tidak masuk ke dalam wadah.

Pemberian *Spirulina* dalam pakan terhadap kecerahan warna koi tidak berpengaruh pada kelulushidupan ikan. Hal ini diduga karena pemberian *Spirulina* dalam dosis kecil kurang efektif sehingga kandungan antioksidan dalam *Spirulina* tidak dapat berkerja secara optimal. *Spirulina* mengandung antioksidan yang dapat membantu kelulushidupan ikan. Menurut [Fitriani et al. \(2015\)](#), Uji fitokimia membuktikan *Spirulina* sp memiliki kandungan fenol sebagai antioksidan yang kuat. Sedangkan menurut [Aliko et al. \(2018\)](#), sistem pertahanan antioksidan berfungsi sebagai penghancur stres oksidasi dan menahan radikal bebas dalam tubuh ikan dari kerusakan oksidatif.

e. Kualitas Air

Berdasarkan hasil Tabel 1. dapat ditarik kesimpulan bahwa kualitas air pada 40 hari penelitian berada pada kadar yang optimal untuk koi. Kualitas air seperti suhu, DO dan pH penting untuk dijaga agar ikan tidak menjadi stres. Kualitas air juga dapat mendukung pertumbuhan dari ikan. Menurut [Scabra dan Setyowati \(2019\)](#), kualitas air dikategorikan menjadi parameter fisika, kimia dan biologi yang harus dijaga untuk menunjang kehidupan organisme yang dibudidayakan.

Menurut [Lili et al. \(2024\)](#), kondisi lingkungan seperti temperatur, oksigen dan salinitas dapat berdampak secara langsung ataupun tidak langsung terhadap sel pigmen yang menyebabkan perubahan pada warna kulit ikan. Tingkat stres pada ikan dapat mempengaruhi seberapa jauh warna ikan akan berubah. Menurut [Backstrom et al. \(2021\)](#), penyimpanan sel karotenoid berpengaruh terhadap tingkat stres ikan, dimana pada stres yang lebih lama sel karotenoid akan semakin berkurang. Berdasarkan hasil pengukuran selama penelitian, kisaran suhu pada wadah adalah 21,5 - 27,2 °C. Kisaran tersebut masih masuk ke dalam standar kelayakan dalam budidaya koi.

Hasil pengukuran DO selama penelitian menunjukkan kisaran angka 3,2 - 6,1 mg/L. Kisaran tersebut masih dalam angka yang optimal untuk budidaya koi. Hal ini diperkuat oleh pernyataan [Akbar \(2021\)](#), bahwa pertumbuhan dan kehidupan ikan sebaiknya berada dalam kisaran lebih dari 3 mg/L. Oksigen tidak secara langsung mempengaruhi warna ikan, namun dapat melancarkan metabolisme tubuh ikan. Metabolisme tubuh ikan juga bertanggung jawab atas warna yang ada pada tubuh mereka, sehingga warna pada ikan semakin cerah. Selain itu, oksigen yang cukup juga membantu menjaga kesehatan dan kelulushidupan ikan.

Pada penelitian ini, didapatkan kisaran pH adalah 7,8 - 8,5. pH secara tidak langsung memiliki hubungan dengan warna ikan. pH perlu dijaga dan dikontrol agar ikan tidak stres. pH juga dapat merusak kulit ikan karena tingkat keasamannya. Hal ini didukung oleh pernyataan [Fahmi dan Natalia \(2020\)](#), bahwa air yang memiliki tingkat pH yang rendah (<7) akan merusak kulit. Kulit ikan mengandung kromatofor yang banyak, sehingga selain membahayakan ikan juga dapat menghilangkan warna pada bagian kulit tertentu.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Tepung *Spirulina* dalam pakan memberikan pengaruh yang nyata terhadap kecerahan warna dengan jumlah kromatofor pada perlakuan C dan D lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan A. Tepung *Spirulina* dalam pakan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan koi.
2. Tepung *Spirulina* 1 % dan 1,5 % memberikan tingkat kecerahan warna yang lebih baik dibandingkan tepung *Spirulina* 0% pada koi. Dosis tepung *Spirulina* 0 - 1,5 % memberikan pengaruh yang sama pada pertumbuhan koi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Disarankan untuk menggunakan tepung *Spirulina* dengan dosis 0,5% dari bobot pakan dalam pakan komersial untuk meningkatkan kecerahan warna koi.
2. Penelitian ini hanya dilakukan selama 40 hari. Bagi penelitian selanjutnya, dapat menjalankan penelitian dalam jangka waktu lebih lama agar menghasilkan tingkat kecerahan warna yang lebih maksimal.

Daftar Pustaka

- Agustina, I. dan M. Efrilia. 2022. Peningkatan Fotostabilitas Pigmen Beta Karoten dengan Pembuatan Mikroemulsi. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 7(1): 66-73.
- 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.
- Ali, S.K. dan A.M. Saleh. 2012. *Spirulina* - an overview. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 4(3): 9-15.
- Aliko, V., M. Qirjo, E. Sula, V. Morina dan C. Faggio. 2018. Antioxidant Defense System, Immune Response and Erythron Profile Modulation in Gold Fish, *Carrasius auratus*, after Acute Manganese Treatment. *Fish and Shellfish Immunology*, 76: 101-109.
- Ansarifard, F., I.H. Rajabi, M.M. Shamsaie dan M. Soltani. 2018. Effects of *Arthrospira plantensis* on Growth, Skin Color and Digestive Enzymes of Koi, *Cyprinus carpio*. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 17(2): 381-393.
- Apriliani, S.I., A. Djunaedi, C.A. Suryono. 2021. Manfaat Astaxanthin pada Pakan terhadap Warna Ikan Badut *Amphiprion percula*, Lacepede, 1802(Actinopterygii: Pomacentridae). *Journal of Marine Research*, 10(4): 551-559.
- Azhari, A., Z.A. Muchlisin dan I. Dewiyanti. 2017. Pengaruh Padat Penebaran Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Benih Ikan Seurukan (*Osteochilus vittatus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 2(1): 12-19.
- Bachtiar, Y. 2002. *Mencemerlangkan Warna Koi*. Depok: PT. AgroMedia Pustaka.
- Cho, J., T.K. Ryu, J.W. Lee dan I.C. Eom. 2012. Oxidative Stress in Juvenile Common Carp (*Cyprinus carpio*) Exposed to TiO₂ Nanoparticles. *Mol Cell Toxicol*, 8: 357-366.
- Effendi, M.I. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusanara: Yogyakarta. 163 hlm.
- Fahmi, N. dan S. Natalia. 2020. Sistem Pemantauan Kualitas Air Budidaya Ikan Lele Menggunakan Teknologi IoT. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 4(4): 1243-1248.
- Fitria, A.S. 2012. Analisis Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) F5 D30-D70 pada Berbagai Salinitas. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1): 18-34.
- Fitriani, D., S. Amini, S. Melanie dan R. Susilowati. 2015. Uji Fitokimia, Kandungan Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan Mikroalga *Spirulina* sp., *Chlorella* sp., dan *Nannochloropsis* sp. *JPB Kelautan dan Perikanan*, 10(2): 101-109.
- Hanani, T., I. Widowati dan A.B. Susanto. 2020. Kandungan Senyawa Beta Karoten pada *Spirulina plantensis* dengan Perlakuan Perbedaan Lama Waktu Pencapaian. *Buletin Oseanografi Marina*, 9(1):55-58.
- Indarti, S., Muhaemin, M., dan Hudaidah, S. 2012. *Modified Toca Colour Finder* (M-TCF) Dan Kromatofor sebagai Penduga Tingkat Kecerahan Warna Ikan Komet (*Carasius Auratus Auratus*) yang Diberi Pakan dengan Proporsi Tepung Kepala Udang (TKU) yang Berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan.*, 1(1): 9-16.
- Iskandar, A., D. Amalia, H.S. Aji, A. Hendriana dan G.M. Darmawangsa. 2021. Optimalisasi Pembenuhan Koi *Cyprinus carpio* di Mina Karya Koi, Sleman, Yogyakarta. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 3(1): 154-159.
- Jalila, R.S., N. Cokrowati dan A.R. Scabra. 2021. Pengaruh Perbedaan Warna Wadah Pada Performa Produksi Koi (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Media Akuakultur Indonesia*, 1(2): 84-97.
- Karimah, U., I. Samidjan dan Pinandoyo. 2018. Performa Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Jumlah Pakan yang Berbeda. *Journal Of Aquaculture Management and Technology*, 7(1): 128-135.

- Kelabora, D.M. 2010. Pengaruh Suhu Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Berkala Perikanan Terubuk, 38(1): 71-81.
- Kosim, M., D. Rachmawati dan I. Samidjan. 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.
- Lili, L., X. Wang, R. Zhang, H. Li dan H. Zhu. 2024. Correlation of Skin Color and Plasma Carotenoid-Related Metabolites of Ornamental Koi Carp under Temperature Fluctuations, 273(2): 1-8.
- Malini, D.M., Dewi, T.K.P., dan R. Agustin. 2018. Pengaruh Tepung *Spirulina fusiformis* pada Pakan terhadap Tingkat Kecerahan Warna Koi (*Cyprinus carpio* L.). Jurnal Pro-Life, 5(2): 579-588.
- Noviyanti, K., Tarsim, H.W. Maharani. 2015. Pengaruh Tepung *Spirulina* pada Pakan Buatan Terhadap Intesitas Warna Ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*). Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, 3(2): 411-416.
- Prabhath, G.P.W.A., S.P. Shukla, P.P. Srivastava, P.B. Sawant, M.K. Chouksey dan K.K.T. Nuwansi.2019. Effects of Dietary Supplemented *Spirulina (Arthrospira plantesis)* Extracted Pigments on the Colouration of Ornamental Fish Koi Carp (*Cyprinus carpio* var. *Koi*). J.Exp.Zool.India, 22(2): 1287-1297.
- Pratama, B.A., T. Susilowati dan T. Yuniarti. 2018. Pengaruh Perbedaan Suhu terhadap Lama Penetasan Telur, Daya Tetas Telur, Kelulushidupan dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame (*Osphronemus gouramy*) Strain Bastar. Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture, 2(1): 59-65.
- Rizky, P.N., A.M. Halim, Nasuki dan A.N. Rohman. 2023. Peningkatan Pigmen Warna dan Pertumbuhan Koi (*Cyprinus carpio*) Melalui Pengkayaan Sumber Karotenoid Tepung *Spirulina*. Jurnal Perikanan Pantura, 6(1): 261-268.
- Scabra, A.R. dan D.N. Setyowati. 2019. Peningkatan Mutu Kualitas Air untuk Pembudidaya Air Tawar di Desa Gegerung Kabupaten Lombok Barat. Jurnal Abdi Insani LPPM Unram, 6(2): 267-275.
- Setiawati, J.E., Tarsim, Y.T. Adiputra dan S. Hudaidah. 2013. Pengaruh Penambahan Probiotik pada Pakan dengan Dosis Berbeda Terhadap Pertumbuhan, Kelulushidupan. Efisiensi Pakan dan Retensi Protein Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan, 1(2): 151-162.
- Siegers, W.H., Dahlan dan D. Anou. 2023. Pengaruh Dosis Tepung Kangkung Air ke dalam pakan Komersial terhadap Rasio Konversi Pakan dan Laju Pertumbuhan Relatif Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Journal of Fisheries and Marine Research, 7(1): 1-10.
- Simanjuntak, N., I. Putra dan N.A. Pamukas. 2020. Pengaruh Pemberian Probiotik EM₄ pada Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Lele Sangkuriang (*Clarias* sp) dengan Teknologi Bioflok. Jurnal Akuakultur Sebatan, 1(1): 63-69.
- Taiyeb, M.F.M.D., Y. Koniyo, dan S.P. Suherman. 2023. Wadah Budidaya *Crab Ball* pada Kedalaman yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Kepiting Bakau (*Scylla* sp) di Tambak. Jurnal Ilmiah Multidisiplin, 2(2): 384-391.
- Utomo, N.B.P., O. Carman dan N. Fitriyati. 2006. Pengaruh Penambahan *Spirulina plantesis* dengan Kadar Berbeda pada Pakan terhadap Tingkat Intensitas Warna Merah pada Ikan Koi Kohaku (*Cyprinus carpio* L.). Jurnal Akuakultur Indonesia, 5(1): 1-4.
- Watson, C.A., J.E. Hill dan D.B. Pouder. 2004. Species Profile: Koi and Goldfish. Florida: Southern Regional Aquaculture Center.
- Yaeni, T., Suminto dan T. Yuniarti. 2017. Pemanfaatan Ekstrak Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* var *Ayumurasaki*) dalam pakan untuk Performa Warna tubuh, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Rainbow (*Melanotaenia praecox*). Journal of Aquaculture Management and Technology. 6(3): 293-302.
- Zidni, I., E. Afrianto, I. Mahdiana, H. Herawati dan I. Bangkit. 2018. Laju Pengosongan Lambung Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Jurnal Perikanan dan Kelautan, 9(2): 147-151.
- Zooneveld N. E., Huisman, A. dan J.H. Boon. 1991. Prinsip- Prinsip Budidaya Ikan. 1991. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.