



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* sp. pada Pakan terhadap Performa Warna Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)

The Effect of Spirulina sp. in the Feeds on the Color Performance of Goldfish

(*Carassius auratus*)

Ardiansah Khoirur Rahman , Pinandoyo*, Sri Hastuti, Dewi Nurhayati

Departemen Akuakultur

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah-50275, Tlp/Fax. +6224 7474698

*Corresponding author: hastuti_hastuti@yahoo.com

ABSTRAK

Ikan mas koki (*Carassius auratus*) merupakan ikan hias yang banyak peminatnya karena memiliki banyak variasi warna serta bentuk tubuh yang unik. Penggunaan pakan yang minim kandungan karotenoid selama proses budidaya menyebabkan performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*) menjadi kurang baik sehingga mempengaruhi nilai jualnya. Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan penambahan sumber karotenoid berupa tepung *Spirulina* sp. pada pakan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2020 di Balai Benih Ikan (BBI) Mijen, Semarang, Jawa Tengah. Ikan yang digunakan memiliki bobot rata-rata $3,51 \pm 0,43$ g. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu dosis A (0%/kg pakan), B (6%/kg pakan), C (9%/kg pakan) dan D (12%/kg pakan). Data yang diamati antara lain nilai *hue*, jumlah sel kromatofor, tingkat konsumsi pakan (TKP), efisiensi pemanfaatan pakan (EPP), laju pertumbuhan harian (RGR), kelulushidupan, dan kualitas air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap nilai *hue*, jumlah sel kromatofor, TKP, EPP, dan RGR. Tetapi tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kelulushidupan. Hasil nilai *hue* pada perlakuan C sebesar $27,80 \pm 1,79^\circ$ memberikan performa warna terbaik yaitu oranye menuju kemerahan. Hasil jumlah sel kromatofor, TKP dan RGR tertinggi pada perlakuan C masing-masing sebesar $1226,40 \pm 2,61$ sel/mm², $91,08 \pm 0,47$ g, dan $2,75 \pm 0,26$ %/hari. Sedangkan nilai EPP tertinggi diperoleh perlakuan D sebesar $31,37 \pm 0,67$ %. Hasil nilai SR sama pada setiap perlakuan. Hasil kualitas air pemeliharaan masih dalam kisaran yang optimal.

Kata Kunci: *Spirulina*, Warna, Ikan hias, *Carassius*

ABSTRACT

Goldfish (Carassius auratus) is an ornamental fish that is high demand because it has many color variations and unique body shapes. The use of feed with minimal carotenoid during the cultivation process causes poor color performance, thus affecting its selling value. Efforts that can be done is by adding a source of carotenoids such as spirulina into the feed. The research was conducted in January - February 2020 at the Mijen Fish Seed Center (BBI), Semarang, Central Java. The fish used had an average weight of 3.51 ± 0.43 g. This study used experimental methods and completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 replications. The treatments given were dose A (0% / kg of feed), B (6% / kg of feed), C (9% / kg of feed) and D (12% / kg of feed). The data observed included hue value, number of chromatophores cells, level of feed consumption (TKP), feed utilization efficiency (EPP), daily growth rate (RGR), survival, and water quality. The results showed that the addition of Spirulina sp. flour to the feed had a significant effect ($P < 0.05$) on the hue value, number of chromatophore cells, TKP, EPP, and RGR. But there is no significant effect ($P > 0.05$) on survival rate. The results of the hue value in treatment C of $27.80 \pm 1.79^\circ$ give the best color performance, namely orange to reddish. The results of the highest number of chromatophores, TKP and RGR cells in treatment C were 1226.40 ± 2.61 cells / mm², 91.08 ± 0.47 g, and $2.75 \pm 0.26\%$ / day, respectively. While the highest EPP value obtained treatment D of $31.37 \pm 0.67\%$. The results of the SR value are the same for each treatment. The results of maintenance water quality are still in the optimal range.

Keywords: *Spirulina*, Color, Ornamental fish, *Carassius*

PENDAHULUAN

Salah satu jenis ikan hias yang banyak peminatnya adalah ikan mas koki (*Carassius auratus*). Ikan ini memiliki variasi warna dan corak yang beragam mulai dari merah, putih, kuning, oranye, hitam, dan perak. Keragaman warna, bentuk tubuh yang unik dan gerakannya yang indah membuat banyak masyarakat memeliharanya untuk keperluan rekreasi. Kualitas ikan mas koki (*Carassius auratus*) dapat dinilai dari segi warna, corak tubuh yang jelas, kondisi kesehatan dan pertumbuhannya. Faktor komersial paling penting yang dapat menentukan nilai jual ikan hias adalah warna, semakin pekat warna ikan dan semakin jelas corak tubuhnya maka dapat dikatakan semakin baik performa warna ikan hias sehingga harga jualnya semakin tinggi. Warna yang indah pada ikan disebabkan karena adanya sel kromatofor pada lapisan epidermis (Noviyanti *et al*, 2015).

Menurut Anderson (2000), kromatofor dapat diklasifikasikan menjadi 5 kategori warna dasar, yaitu hitam (*melanofor*), kuning (*xanthofor*), merah atau oranye (*erythrofor*), sel refleksi kemilau (*iridofor*), dan putih (*leukofor*). 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. Pada dasarnya warna pada ikan mas koki (*Carassius auratus*) dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya yaitu faktor genetik, lingkungan, dan pakan.

Salah satu permasalahan yang terjadi selama proses kegiatan budidaya ikan mas koki (*Carassius auratus*) adalah menurunnya performa warna ikan sehingga mempengaruhi nilai jualnya. Penggunaan pakan yang minim kandungan karotenoid menjadi salah satu penyebab menurunnya performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*). Menurut Sukarman dan Hirnawati (2014), warna dan pigmentasi ikan dipengaruhi oleh penyerapan dan timbunan karotenoid dalam tubuh. Karotenoid merupakan pigmen utama pada kulit ikan hias, akan tetapi ikan tidak dapat menyintesis karotenoid sehingga kebutuhan karotenoid harus diberikan melalui pakan. Karotenoid adalah komponen alami utama pembentuk pigmen warna yang memberikan pengaruh cukup baik pada warna merah dan oranye (Budi, 2001). Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki proses pigmentasi pada ikan yaitu dengan menambahkan sumber karotenoid ke dalam pakan seperti wortel, ubi, labu kuning, jagung kuning dan sebagainya termasuk sayuran hijau. Vonshak (1997) menyatakan bahwa sumber karotenoid lainnya dapat berasal dari *Spirulina* sp. karena memiliki kandungan *phycoyanin*, *chlorophyll-a* dan *karoten*.

Penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan pada penelitian sebelumnya memiliki komposisi yang berbeda, didalam Gumilarsah *et al*, (2019) dosis tepung *Spirulina* sp. sebesar 6% dan 9%/kg pakan memberikan hasil yang terbaik terhadap peningkatan kualitas warna ikan mas koki (*Carassius auratus*), didalam James (2010) penggunaan pakan dengan 8% tepung spirulina efektif meningkatkan pigmentasi warna ikan red sword tail (*Xiphophorus helleri*), sedangkan hasil penelitian Noviyanti *et al*, (2015) penggunaan tepung *Spirulina* sp. sebanyak 1,2 % memberikan pengaruh terbaik terhadap intensitas warna ikan mas koki (*Carassius auratus*). Berdasarkan penelitian sebelumnya penulis tertarik untuk mengkaji pengaruh tepung *Spirulina* sp. pada pakan terhadap performa warna ikan mas koki serta berapakah dosis yang memberikan hasil terbaik.

MATERI DAN METODE

Ikan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah benih ikan mas koki (*Carassius auratus*) jenis oranda yang berasal dari pembudidaya di Tulungagung, Jawa Timur. Ikan yang digunakan berasal dari induk yang sama. Ukuran benih yang digunakan dalam penelitian ini kurang lebih 2-3 cm dengan bobot rata-rata $3,51 \pm 0,43$ g. Jumlah padat tebar ikan mas koki yang dipelihara dalam setiap wadah berjumlah 10 ekor. Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersil merek Hi-Pro-Vite 781-1 yang diberi tepung *Spirulina* sp. merek Spiruganik produksi Polaris dengan dosis 0%, 6%, 9%, dan 12 % dari bobot pakan. Dicampur dalam pakan dengan menggunakan air dan perekat progol sebanyak 2-3 g/kg pakan. Pemberian pakan dilakukan dengan metode *ad satiation* sebanyak 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari. Wadah pemeliharaan yang digunakan pada penelitian ini berupa waring sebanyak 20 buah (4 perlakuan 5 ulangan) berukuran 40x40x40 cm yang diletakkan dalam sebuah kolam beton berukuran $\pm 6 \times 3$ meter. Kolam tersebut diisi media air tawar dengan ketinggian 30 cm. Air yang digunakan berasal dari sumber air di lokasi penelitian. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan pergantian air setiap hari serta dilakukan pembersihan kotoran yang menempel pada waring. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental Rancangan Acak Lengkap (RAL), yang terdiri atas 4 perlakuan dengan 5 kali ulangan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A: 0% tepung *Spirulina* sp./kg pakan
- B: 6 % tepung *Spirulina* sp./kg pakan
- C: 9 % tepung *Spirulina* sp./kg pakan
- D: 12 % tepung *Spirulina* sp./kg pakan

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini berupa pelet komersil merek Hi-Pro-Vite 781-1 yang diberi tepung *Spirulina* sp. dengan merek Spiruganik produksi Polaris masing-masing 0%/kg pakan, 6%/kg pakan,

9%/kg pakan dan 12%/kg pakan. Tahap awal dalam persiapan pakan uji adalah menimbang pelet komersil yang akan digunakan pada tiap perlakuan dan diletakkan pada nampan, lalu campur perekat progol sebanyak 2-3 gr/kg pakan dengan air secukupnya pada wadah plastik, kemudian tambahkan tepung *Spirulina* sp. sesuai dosis perlakuan dan diaduk hingga rata. Setelah itu campuran tersebut dimasukkan kedalam nampan yang berisi pelet komersil untuk dicampur hingga rata, kemudian diangin-anginkan hingga kering dan disimpan dalam toples plastik kedap udara.

Tahapan pelaksanaan penelitian diawali dengan proses seleksi ikan uji berdasarkan keseragaman ukuran, kelengkapan organ tubuh, dan kondisi kesehatan ikan. Ikan uji yang sudah terseleksi kemudian ditimbang bobot awalnya dan dimasukkan ke dalam wadah pemeliharaan. Pemberian pakan dilakukan dengan metode *ad satiation* sebanyak 2 kali yaitu pada pagi dan sore hari. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan cara membersihkan kotoran yang menempel pada waring secara berkala serta dilakukan penggantian air setiap hari sebanyak 20% dari total volume media pemeliharaan. Pembersihan waring dilakukan dengan perlahan untuk menghindari timbulnya stres pada ikan uji. Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu air, oksigen terlarut (DO), dan derajat keasaman (pH). Pengukuran parameter kualitas air suhu dan pH dilakukan setiap pagi dan sore hari, sedangkan pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap minggu. Sampling bobot ikan uji dilakukan diawal dan diakhir penelitian sedangkan sampling warna ikan dan kelulushidupan dilakukan pada akhir penelitian. Sampling dilakukan selama 30 hari proses pemeliharaan.

PENGUMPULAN DATA

Data yang dikumpulkan meliputi nilai hue, jumlah sel kromatofor, total konsumsi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, laju pertumbuhan relatif, kelulushidupan, dan kualitas air.

Performa warna

a. Analisis visual adobe photoshop cc

Pengukuran warna kulit ikan dinilai secara digital menggunakan kamera DSLR pada sisik punggung, perut, dan ekor ikan dengan 5 kali ulangan per perlakuan lalu diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Adobe Photoshop CC* dan hasilnya dianalisis menggunakan *Microsoft Excel 2016*. Pengukuran warna ikan dilakukan pada akhir pemeliharaan. Hasil pengukuran warna disajikan dalam bentuk nilai hue yang lebih mudah dipahami sesuai konsep cara pandang mata manusia (Kusumah *et al.*, 2011).

b. Sel kromatofor

Perhitungan sel kromatofor dilakukan dengan membuat preparat histologi kulit pada masing-masing perlakuan kemudian diamati dibawah mikroskop dengan perbesaran 100x dan 400x.

Total konsumsi pakan

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

$$TKP = F1 - F2$$

Keterangan:

TKP = Total Konsumsi Pakan (g)

F1 = Jumlah pakan awal (g)

F2 = Jumlah pakan akhir (g)

Efisiensi pemanfaatan pakan

Efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) dihitung menggunakan rumus (Tacon, 1987) sebagai berikut :

$$EPP = (W_t - W_0) / F \times 100\%$$

Keterangan :

EPP = Efisiensi Pemanfaatan Pakan (%)

W₀ = Bobot ikan di awal penelitian (g)

W_t = Bobot ikan di akhir penelitian (g)

F = Jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Laju pertumbuhan relatif

Menurut Takeuchi (1988), laju pertumbuhan relatif (relative growth rate, RGR) ikan dihitung dengan menggunakan rumus:

$$RGR = (W_t - W_0) / (W_0 \times t) \times 100\%$$

Keterangan:

RGR = Laju pertumbuhan relatif (% per hari)

W_t = Berat ikan pada akhir pemeliharaan (g)

W₀ = Berat ikan pada awal pemeliharaan (g)

t = Waktu pemeliharaan (hari)

Kelulushidupan

Menurut Effendie (1979), tingkat kelulushidupan (survival rate, SR) merupakan prosentase

kelulushidupan ikan selama masa pemeliharaan yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan:

SR = Tingkat kelulushidupan ikan (%)

NO = Jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Nt = Jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

Kualitas air

Parameter kualitas air yang diamati adalah suhu, pH, dan DO. Pengukuran parameter kualitas air suhu dan pH dilakukan setiap pagi dan sore hari, sedangkan pengukuran oksigen terlarut (DO) dilakukan setiap minggu. Alat yang digunakan yaitu berupa termometer untuk mengukur suhu, pH meter untuk mengukur pH, DO meter untuk mengukur kandungan oksigen yang terlarut dalam air.

Analisis data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu performa warna yang dianalisis menggunakan software *Adobe Photoshop CC*, sedangkan data sel kromatofor, total konsumsi pakan, efisiensi pemanfaatan pakan, laju pertumbuhan relatif, kelulushidupan dan kualitas air dianalisis ragamnya menggunakan software microsoft excel 2016.

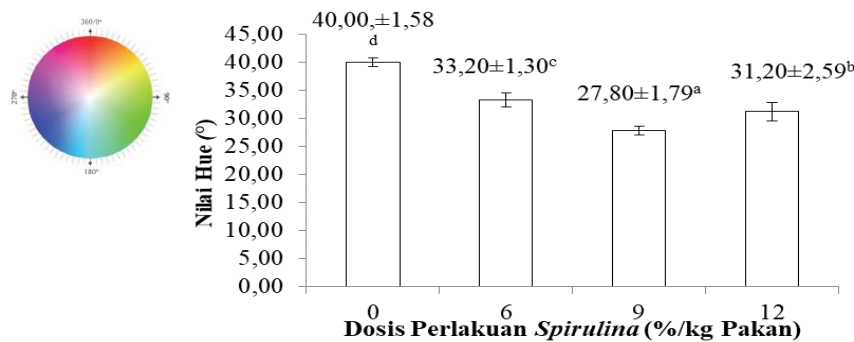
Sebelum dilakukan analisis sidik ragam (ANOVA), dilakukan uji normalitas, homogenitas dan sifat aditif. Variabel-variabel tersebut dapat diuji dengan menggunakan analisis ragam (Uji F) dengan tingkat kepercayaan 95%, jika terdapat perbedaan pada setiap perlakuan maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL

1. Performa warna

a. analisis visual *adobe photoshop cc*

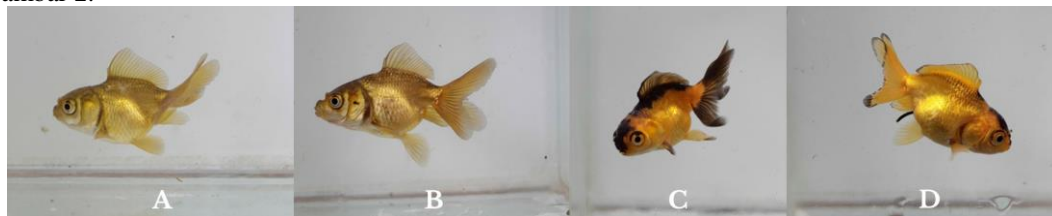
Hasil perhitungan nilai hue ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Perhitungan Nilai Hue Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)

Berdasarkan hasil perhitungan nilai hue ikan mas koki (*Carassius auratus*) perlakuan A dengan dosis 0%/kg pakan menghasilkan nilai hue tertinggi yaitu sebesar 40,00±1,58°, sedangkan perlakuan C dengan dosis 9%/kg pakan menghasilkan nilai hue terendah yaitu sebesar 27,80±1,79°. Perlu diketahui bahwa nilai hue yang semakin menurun mendekati nol akan menunjukkan warna kemerahan pada ikan mas koki, sebaliknya jika nilai hue semakin tinggi maka warna ikan mas koki akan cenderung berwarna kuning pudar.

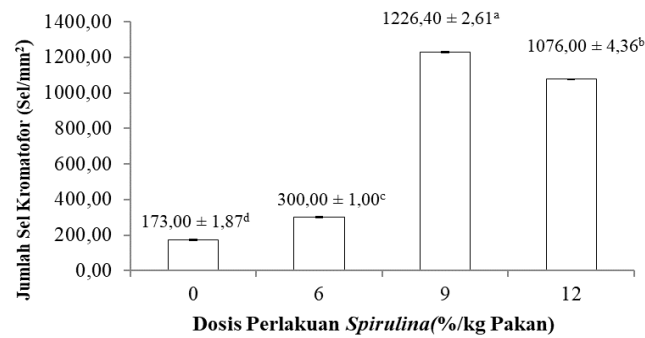
Hasil foto ikan mas koki (*Carassius auratus*) masing-masing perlakuan setelah 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Foto ikan mas koki (*Carassius auratus*) setelah 30 hari penelitian

b. sel kromatofor

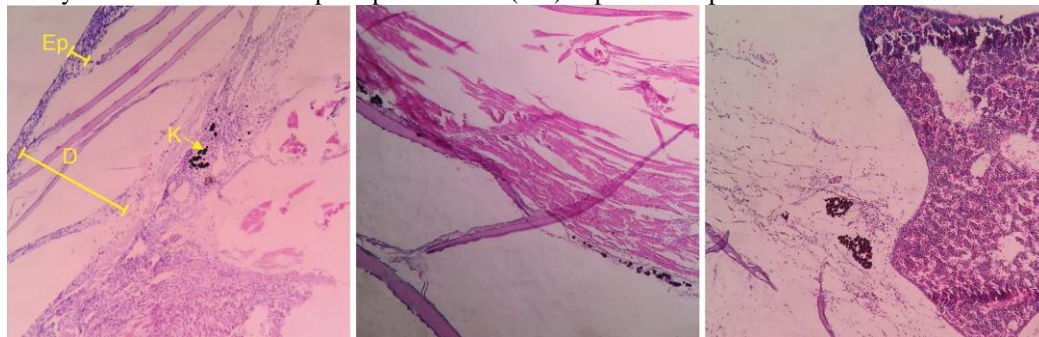
Hasil perhitungan sel kromatofor ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Perhitungan Sel Kromatofor Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*)

Berdasarkan dari hasil analisis ragam data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap perhitungan jumlah sel kromatofor ikan mas koki (*Carassius auratus*).

Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan A (0%) dapat dilihat pada Gambar 4.



Punggung

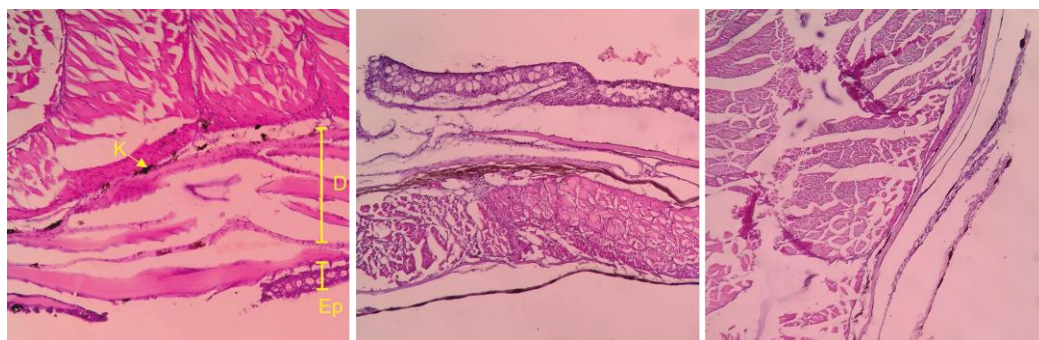
Perut

Ekor

Keterangan : K = sel kromatofor; D = lapisan dermis; Ep = lapisan epidermis

Gambar 4. Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan A(0%) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian

Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan B (6%) dapat dilihat pada Gambar 5.



Punggung

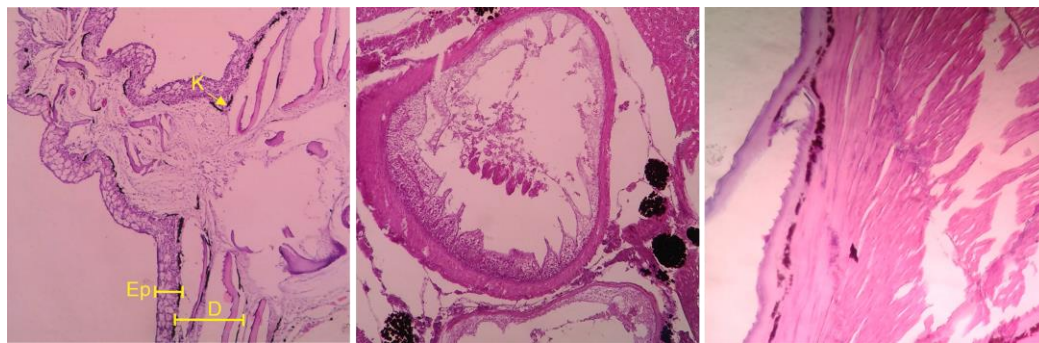
Perut

Ekor

Keterangan : K = sel kromatofor; D = lapisan dermis; Ep = lapisan epidermis

Gambar 5. Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan B (6%) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian

Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan C (9%) dapat dilihat pada Gambar 6.



Punggung

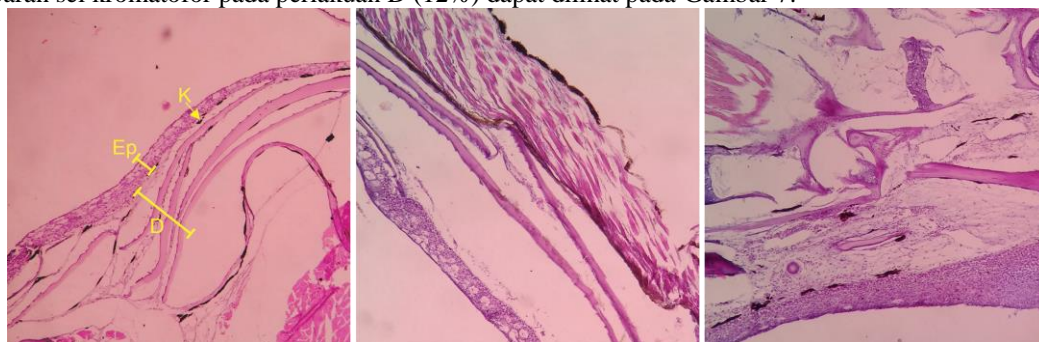
Perut

Ekor

Keterangan : K = sel kromatofor; D = lapisan dermis; Ep = epidermis

Gambar 6. Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan C (9%) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian

Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan D (12%) dapat dilihat pada Gambar 7.



Punggung

Perut

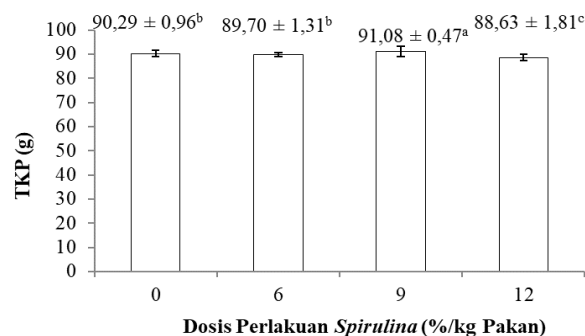
Ekor

Keterangan : K = sel kromatofor; D = lapisan dermis; E = lapisan epidermis

Gambar 7. Penyebaran sel kromatofor pada perlakuan D (12%) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian

2. Total konsumsi pakan

Hasil perhitungan total konsumsi pakan ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



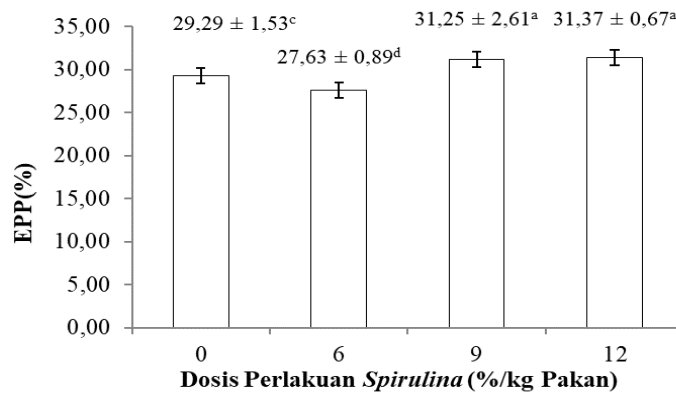
Gambar 8. Grafik Total Konsumsi Pakan (TKP) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Selama 30 Hari Penelitian

Berdasarkan dari hasil analisis ragam data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap total konsumsi pakan (TKP) ikan mas koki (*Carassius auratus*).

3. Efisiensi pemanfaatan pakan

Hasil perhitungan efisiensi pemanfaatan pakan ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari

penelitian dapat dilihat pada Gambar 9.

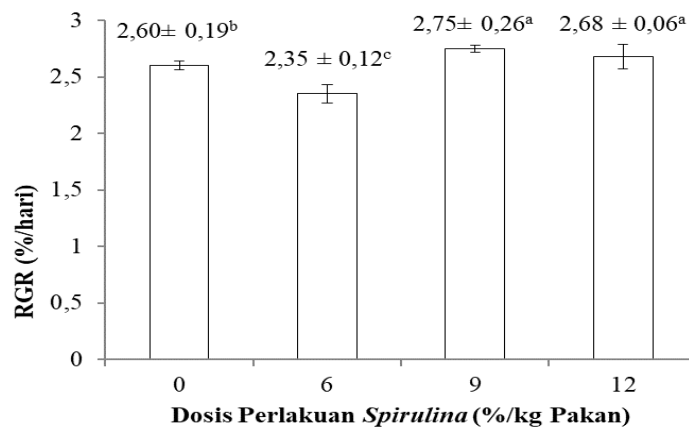


Gambar 9. Grafik Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP) Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Selama 30 Hari Penelitian

Berdasarkan dari hasil analisis ragam data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan mas koki (*Carassius auratus*).

4. Laju pertumbuhan relatif

Hasil perhitungan laju pertumbuhan relatif ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 10.

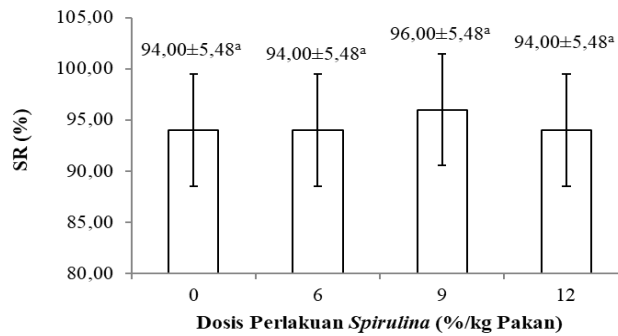


Gambar 10. Grafik Laju Pertumbuhan Relatif Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Selama 30 Hari Penelitian

Berdasarkan dari hasil analisis ragam data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan relatif (RGR) ikan mas koki (*Carassius auratus*).

5. Kelulushidupan

Hasil perhitungan kelulushidupan ikan mas koki (*Carassius auratus*) selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Kelulushidupan Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Selama 30 Hari Penelitian

6. Kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air selama 30 hari penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Kualitas Air Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*) Selama 30 Hari Penelitian

Perlakuan	Kisaran Nilai Parameter Kualitas Air		
	Suhu °C	pH	DO (mg/l)
A 0%	25-30	7	5,1-6,1
B 6%	25-30	7	5,0-5,9
C 9%	25-30	7	5,2-6,3
D 12%	25-30	7	5,1-6,2
Kelayakan	22-26*	6,0-7,8*	≥5

Keterangan : *SNI (2016)

PEMBAHASAN

Performa warna

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*). Perlakuan C yaitu dosis 9% tepung *Spirulina* sp./kg pakan diduga sudah dapat memenuhi kebutuhan dan meningkatkan warna tubuh ikan mas koki (*Carassius auratus*). Hal ini sesuai dengan hasil nilai *hue* sebesar $27,80 \pm 1,79^\circ$ yang menunjukkan warna kuning kemerahan. Rendahnya nilai *hue* pada perlakuan C (9%) dibandingkan perlakuan A (0%) menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp. pada pakan mempengaruhi performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*) menjadi semakin kuning kemerahan. Perlu diketahui bahwa nilai *hue* yang semakin menurun mendekati nol akan menunjukkan warna kemerahan pada ikan mas koki, sebaliknya jika nilai *hue* semakin tinggi maka warna ikan mas koki akan cenderung berwarna kuning pudar. Oleh karena itu pada penelitian ini dapat dikatakan bahwa semakin rendah nilai *hue* maka semakin bagus warna ikan mas koki karena warnanya akan semakin kemerahan. Hal ini dikarenakan pada penelitian ini warna ikan yang diharapkan untuk muncul adalah warna oranye hingga merah. Diketahui bahwa tepung *Spirulina* sp. mengandung senyawa karotenoid yang dapat meningkatkan jumlah sel kromatofor sehingga performa warna ikan meningkat. Menurut Subamia *et al.* (2010) karotenoid dalam pakan yang dimakan oleh ikan diserap oleh usus halus dan di pecah didlam sitoplasma sel mukosa usus halus. Karotenoid dipecah menjadi retinol kemudian diserap oleh dinding usus bersamaan dengan diserapnya asam lemak dan monogliserida yang dibentuk menjadi lipid kemudian berkumpul dan bergabung dengan lipoprotein lalu diserap melalui saluran limfatik. Selanjutnya, micelle dan retinol masuk kedalam saluran darah dan ditransportasikan menuju hati. Retinol didalam hati bergabung dengan asam palmitat menjadi retinil palmitat. Apabila dibutuhkan, retinil palmitat akan diikat oleh Protein Pengikat Retinol (PPR) yang disintesis dalam hati untuk ditransfer ke protein lain dan diangkut menuju sel sasaran yaitu sel kromatofor.

Berdasarkan perhitungan sel kromatofor pada ikan mas koki (*Carassius auratus*) diketahui bahwa hasil tertinggi diperoleh pada perlakuan C yaitu sebanyak $1226,40 \pm 2,61$ sel/mm². Hal ini menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp. pada pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap jumlah sel kromatofor pada ikan mas koki (*Carassius auratus*). Semakin banyak jumlah dan distribusi sel kromatofor maka warna ikan akan semakin pekat, dalam hal ini ikan mas koki (*Carassius auratus*) pada perlakuan C semakin menunjukkan warna kuning kemerahan. Menurut Noviyanti *et al.* (2015) warna yang indah pada ikan

disebabkan karena adanya sel kromatofor pada lapisan epidermis. Warna merah atau kuning pada tubuh ikan mas koki ini disebabkan karena adanya sel pigmen atau kromatofor. Komponen utama pembentuk warna merah atau kuning ini adalah pigmen karotenoid. Secara alami karotenoid terkandung dalam *Spirulina* sp., oleh karena itu penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan diduga dapat meningkatkan pigmen warna pada tubuh ikan. Terbentuknya warna pada ikan disebabkan karena terdapat input pigmen dalam pakannya selama masa pemeliharaan. Subamia *et al.* (2010) menyatakan bahwa penambahan sumber peningkat warna dalam pakan akan mendorong peningkatan pigmen warna pada tubuh ikan, atau minimal mampu mempertahankan pigmen warna pada tubuhnya selama masa pemeliharaan. Namun hasil pengamatan warna yang berbeda pada setiap perlakuan bisa disebabkan karena ikan memiliki tingkat penyerapan yang berbeda terhadap jumlah sumber karotenoid yang diberikan.

Total konsumsi pakan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp. pada pakan buatan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap total konsumsi pakan (TKP) ikan mas koki (*Carassius auratus*). Penambahan tepung *Spirulina* sp. menghasilkan nilai total konsumsi pakan yang berbeda-beda untuk masing-masing perlakuan A, B, C dan D sebesar $90,29 \pm 0,96$ g, $89,70 \pm 1,31$ g, $91,08 \pm 0,47$ g dan $88,63 \pm 1,81$ g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. tidak terlalu memberikan perbedaan nafsu makan pada ikan mas koki, hal ini diduga karena kandungan bahan penyusun pakan yang relatif sama dan yang membedakan hanya dosis sehingga menyebabkan konsumsi pakan pada ikan mas koki tidak jauh berbeda. Menurut Fran dan Junius (2013), menyatakan bahwa total energi protein dalam pakan akan mempengaruhi konsumsi pakan. Jika total energi protein melebihi kebutuhan maka akan menurunkan konsumsi sehingga pengambilan nutrisi lainnya termasuk protein akan menurun. Oleh karena itu, diperlukan keseimbangan yang tepat antara energi dan protein agar dicapai keefisienan dan keefektifan pemanfaatan pakan. Menurut Noviyanti *et al.* (2015), penambahan pakan dengan tepung *Spirulina* sp. dapat meningkatkan kandungan protein dan karotenoid pada pakan, sehingga dapat diduga bahwa kandungan protein dan karotenoid yang tinggi dapat meningkatkan intensitas warna pada ikan mas koki. Pemberian pakan dengan tambahan tepung *Spirulina* sp. tidak memberikan peningkatan pertumbuhan pada masing-masing perlakuan dan apabila pakan telah melewati total konsumsi pakan maka tidak dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan melainkan dibuang dalam bentuk feses.

Keterkaitan nilai TKP yang sama diduga menunjukkan metabolisme ikan mas koki yang relatif sama disetiap perlakuannya, karena peningkatan jumlah pakan akan terjadi apabila peningkatan konsumsi juga mengalami peningkatan. Menurut Amin (2010) dalam Kosim *et al.* (2016), bahwa meningkatnya proses metabolisme dalam tubuh akan memacu ikan untuk mengkonsumsi pakan lebih banyak. Semakin banyak pakan yang dikonsumsi dan penggunaan pakan yang efisien maka akan semakin banyak protein yang dimanfaatkan, sehingga pertumbuhan akan meningkat.

Efisiensi pemanfaatan pakan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp. dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap efisiensi pemanfaatan pakan ikan mas koki (*Carassius auratus*). Nilai efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi terdapat pada perlakuan D ($31,37 \pm 0,67\%$), diikuti oleh perlakuan C ($31,25 \pm 2,61\%$), perlakuan A ($29,29 \pm 1,53\%$) dan perlakuan B ($27,63 \pm 0,89\%$). Efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi pada perlakuan C dan D diduga disebabkan karena adanya penambahan tepung *Spirulina* sp. yang berfungsi untuk menghidrolisis protein kompleks menjadi asam amino dan peptida. Hal ini diperkuat oleh Ananda *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa konsentrasi enzim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi proses pemecahan protein. Sehingga semakin banyak protein yang dipecah, maka peningkatan pemanfaatan pakan juga meningkatkan pertumbuhan. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan Ramadhana *et al.* (2012), bahwa cepat tidaknya pertumbuhan ikan ditentukan oleh protein yang bisa diserap oleh ikan. Putri *et al.* (2012) berpendapat bahwa peningkatan bobot tubuh ikan terjadi karena adanya pemanfaatan protein dalam proses pencernaan. Nilai EPP pada perlakuan B mengalami penurunan, diduga terjadi penurunan kualitas daya cerna pakan yang diberikan sehingga tidak dapat dimanfaatkan secara efisien untuk pertumbuhan. Hal ini diperkuat oleh Rachmawati dan Samidjan (2017) yang menyatakan bahwa penurunan nilai efisiensi pemanfaatan pakan menggambarkan menurunnya kualitas daya cerna pakan.

Nilai efisiensi pakan yang tinggi menunjukkan bahwa pakan dimanfaatkan oleh ikan untuk pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Marzuqi *et al.* (2012) bahwa efisiensi pakan menunjukkan seberapa besar pakan yang dapat dimanfaatkan oleh ikan. Nilai efisiensi pakan yang rendah menunjukkan bahwa ikan memerlukan pakan dengan jumlah yang lebih banyak untuk dapat meningkatkan beratnya karena hanya sebagian kecil energi dari pakan yang digunakan oleh ikan untuk pertumbuhan. Selain itu, tidak semua makanan yang dimakan oleh ikan digunakan untuk pertumbuhan. Sebagian besar energi dari makanan digunakan untuk pemeliharaan, sisanya untuk aktivitas, pertumbuhan dan reproduksi.

Nilai efisiensi pemanfaatan pakan yang diperoleh selama penelitian lebih rendah dari penelitian dengan tepung *Spirulina* sp. oleh Utomo *et al.* (2012), yaitu sebesar $37,57 \pm 1,60\%$ pada ikan nila dengan dosis 6% dan penelitian Nazhiroh *et al.* (2019) pada ikan mas koki ukuran 3-5 cm dengan nilai efisiensi pemanfaatan pakan

tertinggi $30,26 \pm 1,20\%$. Diduga daya cerna pakan ikan dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan daya cerna pakan pada penelitian sebelumnya. Ananda *et al.* (2015) menyatakan bahwa salah satu indikator yang digunakan untuk menilai total efisiensi pakan yang diberikan kepada ikan adalah pencernaan pakan.

Laju pertumbuhan relatif

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian tepung *Spirulina* sp dalam pakan memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan relatif ikan mas koki (*Carassius auratus*). Nilai laju pertumbuhan relatif tertinggi terdapat pada perlakuan C ($2,75 \pm 0,26$), diikuti oleh perlakuan D ($2,68 \pm 0,06$), perlakuan A ($2,60 \pm 0,19$) dan perlakuan B ($2,35 \pm 0,12\%$). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. dalam pakan mempengaruhi laju pertumbuhan relatif ikan mas koki (*Carassius auratus*). Menurut Isnawati *et al.* (2015), secara fisiologis pakan akan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan ikan sehingga ikan mengalami laju pertumbuhan yang dipengaruhi oleh penyerapan nutrisi pakan yang diberikan dan diproses dalam tubuh dan membentuk nutrisi atau gizi yang diserap untuk membangun jaringan sehingga membentuk laju pertumbuhan. Laju pertumbuhan ikan sangat dipengaruhi oleh jenis pakan yang diberikan dan kualitas pakan sehingga menghasilkan pertumbuhan ikan dan efisiensi pakan yang tinggi.

Menurut Nazhiroh *et al.* (2019) pemberian tepung *Spirulina* sp. pada ikan mas koki berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan. Diduga kebutuhan energi untuk metabolisme ikan mas koki (*Carassius auratus*) sudah terpenuhi sehingga energi dari protein digunakan untuk pertumbuhan. Hal ini diperkuat oleh Kardana (2012), apabila pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan protein ikan maka akan menghasilkan penyerapan nutrisi yang bagus untuk laju pertumbuhan, namun jika kelebihan protein maka pertumbuhannya tidak akan bagus dikarenakan protein tertimbun pada saluran pencernaan sehingga tidak diserap dan terhidrolisis dengan baik. Pertumbuhan ikan mas koki (*Carassius auratus*) merupakan hasil laju pertumbuhan relatif yang dihitung berdasarkan bobot akhir pemeliharaan yang didapat setelah ikan dipelihara selama 30 hari. Terjadinya peningkatan bobot rata-rata per individu dalam waktu pemeliharaan akan menghasilkan pertumbuhan yang meliputi ukuran bobot, panjang, volume dalam waktu pemeliharaan.

Kelulushidupan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penambahan tepung *Spirulina* sp. tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap kelulushidupan (SR) ikan mas koki (*Carassius auratus*). Nilai kelulushidupan untuk masing-masing perlakuan A,B,C dan D sebesar $94,00 \pm 5,48$, $94,00 \pm 5,48$, $96,00 \pm 5,48$, dan $94,00 \pm 5,48$. Penambahan tepung *Spirulina* sp. pada pakan tidak mempengaruhi tingkat kelulushidupan ikan mas koki. Tingginya nilai kelulushidupan diduga karena kualitas dan kuantitas pakan memenuhi kebutuhan energi ikan mas koki untuk kelangsungan hidupnya, serta didukung dengan kondisi lingkungan yang baik. Kematian terjadi pada awal masa pemeliharaan, kematian selama penelitian diduga sebagai respon adaptasi ikan terhadap lingkungan yang baru. Proses aklimatisasi yang dilakukan diduga kurang lama sehingga terjadi kematian dikarenakan ikan masih dalam tahap adaptasi. Hal ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Khairunnisa *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa tingkat kelangsungan hidup ikan yang diaklimatisasi selama 7 hari lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang diaklimatisasi selama 28 hari, oleh karena itu dapat dikatakan bahwa semakin lama proses aklimatisasi maka ikan semakin dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

Kualitas air

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan nilai kualitas air selama pemeliharaan masih dalam kondisi baik. Nilai kualitas air pada parameter oksigen terlarut, suhu dan pH berturut-turut yaitu $5,0-6,3 \text{ mg/l}$, $25-30^\circ\text{C}$, dan 7. Kualitas air menjadi salah satu peran terpenting dalam kehidupan ikan karena sebagai media hidup. Panggabean *et al.* (2016) menyatakan bahwa kualitas air menjadi faktor penentu dalam keberhasilan budidaya, hal ini dikarenakan air merupakan media hidup bagi ikan. Menurut SNI (2018), kualitas air yang layak untuk budidaya ikan mas koki (*Carassius auratus*) yaitu suhu $22-26^\circ\text{C}$, pH $6,0-7,8$, DO lebih dari 5 mg/l .

Keberadaan oksigen terlarut dalam media perlu dijaga agar proses respirasi ikan tetap berjalan normal. Pengelolaan kualitas air yang dilakukan yaitu dengan pemberian aerasi pada media budidaya untuk menambah suplai oksigen. Hal ini sesuai dengan pendapat Islami *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa menjaga kualitas air dapat dilakukan dengan cara sistem pengeluaran air (siphon) dan penggunaan aerasi. Kegiatan tersebut berguna untuk mengurangi kadar amonia yang disebabkan oleh feses, urin dan sisa pakan yang terakumulasi. Amonia bersifat toksik bagi ikan oleh karena itu kualitas media budidaya perlu dijaga demi kelangsungan hidup ikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pemberian tepung *Spirulina* sp. pada pakan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*)
2. Dosis yang paling sesuai dan memberikan hasil yang terbaik pada performa warna ikan mas koki (*Carassius auratus*) adalah sebesar $9\%/\text{kg}$ pakan.

Saran

TERAKREDITASI PERINGKAT 4, NO SK:200/M/KPT/2020

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Disarankan kepada pembudidaya ikan mas koki (*Carassius auratus*) untuk memberikan tambahan sumber karotenoid dalam pakan berupa tepung *Spirulina* sp dengan dosis 9%/kg pakan untuk meningkatkan performa warna ikan;
2. Disarankan melakukan penelitian lebih lanjut dalam kurun waktu yang lebih lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, T., D. Rachmawati, dan I. Samidjan. 2015. Pengaruh Papain Pada Pakan Buatan Terhadap Pertumbuhan Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2): 47-53.
- Anderson, S. 2000. *Salmon Colour and Consumer*. Hoffman-La Roche Limited. Ontario. Canada.
- Budi, I.M. 2001. Kajian Kandungan Zat Gizi dan Sifat Fisiko Kimia Berbagai Jenis Minyak Buah Merah (*Pandanus conoideus*) Hasil Ekstraksi Secara Tradisional di Kabupaten Jayawijaya Irian Jaya. Thesis. Bogor; Institut Pertanian Bogor.
- Bhatnagar, A. and P. Devi. 2013. *Water Quality Guidelines for The Management of Pond Fish Culture*. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(8) : 1980-2009.
- Christwardana, M., M.M.A. Nur, dan Hadiyanto. 2013. *Spirulina Platensis*: Potensinya sebagai Bahan Pangan Fungsional. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2(1):1-4.
- Effendi, M. I. 1979. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Fazil, M., S. Adhar dan R. Ezraneti. 2017. Efektivitas penggunaan ijuk, jerami padi dan ampas tebu sebagai filter air pada pemeliharaan ikan mas koki (*Carassius auratus*). *Acta Aquatica*, 4(1): 37-43.
- Fitriana, N., I.W.Subamia, dan S. Wahyudi. 2013. Pertumbuhan dan Performansi Warna Ikan Mas Koki (*Carassius Sp.*) melalui Pengayaan Pakan dengan Kepala Udang. *Jurnal Biologi Al-Kaunyah*, 6(1): 1-12.
- Fran S. dan J. Akbar. 2013. Pengaruh Perbedaan Tingkat Protein Dan Rasio Protein Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Sepat (*Trichogaster pectoralis*). *Fish Scientiae*, 3(5): 53-6.
- Gumilarsah, F., Mulyana, F.S. Mumpuni. 2019. Pengaruh Penambahan Tepung *Spirulina Platensis* pada Pakan Buatan terhadap Peningkatan Kualitas Warna Ikan Mas Koki (*Carassius Auratus*). *Jurnal Mina Sains*, 5(2):109-117.
- Islami, A.N., Zahidah, dan Z. Anna. 2017. Pengaruh Perbedaan Siphonisasi dan Aerasi terhadap Kualitas Air, Pertumbuhan, dan Kelangsungan Hidup pada Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Stadia Benih. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 73-82.
- 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 – 124.
- James, R. 2010. *Effect of dietary Supplementation of Spirulina on Growth and Phophatase Activity in Copper-Exposed Carb (Labeo rohita)*. *The Israel Journal of Aquaculture Bamidgeh*, 62(1):19-27.
- Kardana, D., K. Haetami dan U. Subhan. 2012. Efektivitas Penambahan Tepung Maggot Dalam Pakan Komersil Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropamum*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(4):177-184
- Khairunnisa, R.Sofyan P., dan LD.B. Abidin. 2019. Uji Adaptasi Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Berbagai Ukuran Bobot yang dipelihara pada Salinitas Air Laut. *Media Akuatika*, 4(1):19-24.
- 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.
- Kusumah, R.V., E. Kusriani, S. Murniasih, A.B. Prasetio, dan K. Mahfudz. 2011. Analisis Gambar Digital sebagai Metode Karakterisasi dan Kuantifikasi Warna pada Ikan Hias. *Jurnal Riset Akuakultur*, 6(3): 381-392.
- Marzuqi, M., N. W. W. Astuti, dan K. Suwirya. 2012. Pengaruh Kadar Protein dan Rasio Pemberian Pakan terhadap Pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus Fuscoguttatus*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 55-65.
- Nazhiroh, N., Mulyana, 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): 50-56
- Noviyanti, K., Tarsim, H.W. Maharani. 2015. Pengaruh Penambahan Tepung Spirullina Pada Pakan Buatan Terhadap Intensitas Warna Ikan Mas Koki (*Carassius auratus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(2): 411-416
- Panggabean T. K., A. D. Sasanti dan Yulisman. 2016. Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila yang Diberi Pupuk Hayati Cair pada Media Pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur*

- Rawa Indonesia. 4(1) : 67-79.
- Pereira, L., T. Riquelme, and H. Hosokawa. 2007. *Effect of There Photoperiod Regimes on the Growth and Mortality of the Japanese Abalone (Haliotis discus hanaino)*. *Journal of Shellfish Research*, 26: 763-767.
- Putri, S.K. 2012. Penambahan Enzim Bromelin untuk Meningkatkan Pemanfaatan Protein Pakan dan Pertumbuhan Benih Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 1(1) : 63-76.
- Rachmawati, D., dan I. Samidjan. 2017. Performan Pertumbuhan, Efisiensi Pemanfaatan Pakan Dan Kelulushidupan Nila Gift (*Oreochromis Niloticus*) melalui Susbtitusi Tepung Ikan dengan Silase Tepung Bulu Ayam dalam Pakan Buatan. Prosiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan III 2017. Universitas Trunojoyo Madura. 239-247.
- Ramadhana, S.N., F. Arida dan P. Ansyari. 2012. Pemberian Pakan Komersil dengan Penambahan Probiotik yang Mengandung *Lactobacillus* sp. terhadap Kecernaan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, 184 hlm.
- Subamia, I.W., Nina, M., Karunia, L. M. 2010. Peningkatan Kualitas Warna Ikan Rainbow Merah (*Glossolepis insicus*, Weber 1907) Melalui Pengkayaan Sumber Karotenoid Tepung Kepala Udang dalam Pakan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. Balai Riset Budidaya Ikan Hias. Depok.
- Sukarman dan R. Hirnawati.2014. Alternatif Karotenoid Sintetis (*Astaxantin*) untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koki (*Carassius auratus*). *Widyariset*,17(3):333-342.
- Tacon. 1987. *The Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp – A Training Manual*. *FAO of The United Nation, Brazil*, pp. 106-109.
- Takeuchi, T, S. Satch and T. Watanabe. 1983. *Requirement of Tilapia niloticus For Essential Fatty Acids*. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish*, 49: 1127-1134
- Uly, M. Pinandoyo, dan S. Hastuti. 2017. Pengaruh Karotenoid Dari Tepung Alga *Haematococcus Pluvialis* dan Marigold Berbasis Isokarotenoid Pada Pakan Buatan Terhadap Kecerahan Warna Oranye, Efisiensi Pemanfaatan Pakan Dan Pertumbuhan Ikan Mas Koki (*Carassius Auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3):169-178.
- Utomo, N.B.P., F. Rahmatia, dan M. Setiawati. 2012. Penggunaan *Spirulina platensis* sebagai Suplemen Bahan Baku Pakan Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 49-53.
- Vonshak, A., 1997. *Appendics: Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology cell-biology and biotechnology*. *Taylor and Francis Ltd., London*, pp: 214.