**PENAMBAHAN SUPLEMEN PAKAN TERHADAP PIGMENTASI WARNA MERAH IKAN KOI KOHAKU *(Cyprinus carpio)* PADA SISTEM RESIRKULASI**

***ADDITION OF FEED SUPPLEMENT ON PIGMENTATION OF THE RED COLOR OF KOHAKU KOI FISH (Cyprinus carpio) IN A RECIRCULATION SYSTEM***

# Ganjar Adhywirawan Sutarjo\*), Riza Rahman Hakim\*), Nindya Suryadewi\*)

**\****Program Studi Akuakultur, Universitas Muhammadiyah Malang,*

**\****Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, Jawa Timur*

*Coresponding Author: ganjar@umm.ac.id*

# ABSTRAK

Tingkat kecerahan warna merah dan putih pada kohaku sangat menentukan kualitas dan harga pada ikan. Upaya untuk meningkatkan kualitas pigmen warna merah pada ikan koi tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan suplemen yang berbeda berupa maggot, *Spirulina p*, dan astaxanthin terhadap pakan. Metode yang digunakan adalah metode ekseperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diberikan adalah perlakuan kontrol, pemberian suplemen yang berbeda berupa penambahan maggot dengan dosis 20%, *Spirulina p* 1%, dan astaxanthin 1% pada pakan komersil. Parameter utama yang diamati adalah perubahan warna diamati menggunakan TCF (*Toca Colour Finder)*, dan 5 orang panelis, Parameter lain meliputi pertumbuhan Panjang mutlak, pertambahan berat, kelulus hidupan (SR), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan rasio konversi pakan (FCR). Dari hasil Uji Anova dan BNT, dapat diketahui bahwa pemberian suplemen terbaik terhadap pigmentasi warna merah ikan koi Kohaku tertinggi pada perlakuan D (astaxanthin 1%) yaitu skor 2.49. Pertambahan Panjang 2.53cm, bobot 3.15g, laju pertumbuhan spesifik 0.001, dan rasio konversi pakan terendah 0.66g. Tingkat kelangsungan hidup ikan koi adalah 100%. Parameter kualitas air (Suhu, pH, DO, nitrat, nitrit, dan ammonia) tergolong optimal, dengan menggunakan sistem resirkulasi dengan filter dakkron, bioball, dan batu karang jahe.

**KATA KUNCI :** *Kohaku; maggot; Spirulina plantesis; astaxanthin*

# ABSTRACT

*The level of brightness of the red and white colors on the kohaku greatly determines the quality and price of the fish. Efforts to improve the quality of the red pigment in koi fish can be done by adding different supplements such as maggot, Spirulina p, and astaxanthin to the feed. The method used is an experimental method with a completely randomized design (CRD). The treatment given was control treatment, giving different supplements in the form of adding maggot with a dose of 20%, Spirulina p 1%, and 1% astaxanthin in commercial feed. The main parameters observed were color changes observed using TCF (Toca Color Finder), and 5 panelists. Other parameters included growth in absolute length, weight gain, survival rate (SR), specific growth rate (SGR), and feed conversion ratio (FCR). From the results of the Anova and BNT tests, it can be seen that the best supplementation for the red color pigmentation of Kohaku koi fish was highest in treatment D (1% astaxanthin) with a score of 2.49. Length gain was 2.53cm, weight was 3.15g, specific growth rate was 0.001, and the lowest feed conversion ratio was 0.66g. Koi fish survival rate is 100%. Water quality parameters (temperature, pH, DO, nitrate, nitrite, and ammonia) are considered optimal, using a recirculation system with dacron, bioball, and ginger coral filters.*

***KEY WORDS :*** *koi fish, maggot, Spirulina plantesis, astaxanthin*

**PENDAHULUAN**

 Keanekaragaman spesies ikan hias air tawar di Indonesia patut dibanggakan, karena sekitar 400 spesies dari 1.100 spesies ikan hias yang ada di seluruh dunia yaitu berada di Indonesia Kusrini *et al*., (2015), dan ikan koi (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas ikan hias air tawar yang sampai saat ini masih menjadi primadona di pasar internasional, karena termasuk dalam kelompok ikan hias yang mahal dan fluktuasinya relatif stabil di pasaran. Ikan koi merupakan salah satu jenis ikan hias air tawar yang digemari oleh masyarakat, karena ikan ini memiliki bentuk, warna dan corak yang indah. Tingkat kecerahan warna pada ikan koi kohaku sangat menentukan kualitas dan harga pada ikan, semakin cerah dan pekat pada warna ikan, semakin mahal harga ikan koi tersebut. Syarif (2017) bahwa dimana corak merah pada kohaku dapat digunakan untuk menentukan mutu dari koi jenis ini, kohaku yang berkualitas baik adalah apabila perbandingan kedua warna (putih dan merah) yang mencolok.

 Warna pada ikan disebabkan oleh adanya sel pigmen *(kromatofor)*, dimana pigmen ini biasanya terdapat pada sisik luar, maupun dibawah sisik kulit ikan, dan senyawa karotenoid merupakan komponen utama pembentuk warna merah dan kuning (Subamia *et al*., 2010). Beberapa jenis karotenoid yang terdapat pada ikan adalah astaxanthin, lutein, zeaxantin, beta-karoten, dan cantaxantin (Sukarman *et al.,* 2014). Salah satu faktor pendukung keberhasilan usaha budidaya ikan adalah ketersediaan pakan alami maupun pakan buatan, dan faktor lingkungan, pemeliharaan, dan pemberian pakan yang tidak sesuai dapat membuat warna ikan koi pudar atau hilang Malini *et al*., (2018), maka dari itu perlu adanya perbaikan kualitas energi pada pakan sangat dibutuhkan untuk memacu peningkatan warna dan pertumbuhan pada ikan, yaitu dengan memberikan pakan tambahan yang mengandung bahan seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, mineral dan zat karotenoid (Kurniasih *et al*., 2015).

 Penggunaan karotenoid sebagai sumber pembentukan pigmen warna pada ikan akan lebih efektif jika bahan tersebut berada dalam tubuh makhuk hidup, dan salah satu pakan hidup yang dapat digunakan sebagai agen pembawa pigmen karotenoid yaitu maggot (Subamia *et al.,* 2010). Selain memiliki potensi sebagai sumber protein pakan, maggot juga berfungsi sebagai pakan alternatif. Pakan tambahan berupa *Spirulina* yang diberikan pada ikan koi, dapat meningkatkan kualitas warna ikan koi, dan merupakan salah satu cara untuk pengoptimalan lingkungan. Selain itu, astaxanthin sering digunakan dalam akuakultur, karena sumber pigmennya dapat meningkatkan warna pada ikan dan udang.

 Pemanfaatan sistem resirkulasi dapat menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan ikan, hal tersebut dapat menghasilkan tingkat produktivitas yang tinggi dalam wadah budidaya yang singkat dengan mortalitas yang rendah dan tingkat kelulushidupan yang tinggi (Kelabora *et al*., 2010; Sibarani *et al.,* 2015). Maka dari itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian suplemen yang berbeda berupa maggot, *Spirulina plantesis*, dan astaxanthin terhadap pakan komersil dengan dosis yang sesuai, untuk meningkatkan pigmen warna merah ikan koi jenis kohaku (*Cyprinus carpio*) dengan menggunakan sistem resirkulasi yang telah diberi filter berupa dakron, bioball, dan batu karang jahe.

**BAHAN DAN METODE**

 Penelitian ini dilaksakan pada bulan April - Agustus 2022, bertempat di Fasilitas Karantika BK Jaya Farm, Nganjuk, Jawa Timur. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan koi Kohaku berukuran 10-15 cm yang dibeli dari pedagang koi Pare, Kediri, pakan komersil *growth* dengan kandungan nutrisi protein 35% dan lemak 3%, maggot kering, *Spirulina plantesis,* astaxanthin, progol, larutan PK dan garam. Alat yang digunakan yaitu akuarium berukuran 100x40x40cm, media filter (dakron, bioball, batu karang jahe), aerator, selang aerasi, pompa filter 2500L/H, selang filter, TCF (*Toca colour finder)*, timbangan analitik, penggaris, teskit meter (nitrat, nitrit, ammonia), DO meter (suhu dan DO), pH meter, wadah, selang, serta seser.

 Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode ekseperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan, Perlakuan yang diberikan adalah perlakuan A (kontrol), dan perlakuan yang diberi suplemen dengan dosis tiap perlakuan, B maggot 20% Kardana *et al*., (2012), C *Spirulina p* 1% Utomo *et al*., (2006), dan D astaxanthin 1% Putriana *et al*., (2015) yang dicampur pada pakan komersil. Ikan koi yang yang digunakan berukuran 10-15cm dengan bobot rata - rata 22.55g, dipelihara dalam akuarium dengan padat penebaran 10 ekor tiap akuarium dengan ketinggian air 30cm.

Pembuatan pakan dengan suplemen dilakukan dengan cara mencampurkan pakan komersil berukuran 2 mm dengan bahan yang berbeda berupa maggot, *Spirullina*, dan astaxanthin. Dalam penelitian Barus (2019) pembuatan pakan dengan penambahan maggot dibuat dengan menggunakan maggot kering dihaluskan, dicampur dengan 1g progol. Pencampuran suplemen *Spirulina* menurut Barus *et al*., (2014) yaitu bubuk kering *Spirulina* dicampur dengan 1g progol. Pencampuran suplemen astaxanthin yaitu dicampur dengan 1g progol dan air lalu dikeringkan (Putriana *et al*., 2015).

Tahapan penelitian diawali dengan sterilisasi alat dan bahan, akuarium sebanyak 12 buah dibersihkan menggunakan sabun lalu diberi larutan PK, diamkan selama 1 jam kemudian bilas dan dilanjutkan dengan karantina ikan selama 7 hari yang dicampur dengan garam. Karantina ikan ini bertujuan untuk penyesuaian fisiologis pada ikan. Pompa filter berkekuatan 2500 L/H dan media filter (dacron, bioball, batu karang jahe) disterilisasi dengan larutan PK konsentrasi 25ppm selama 3 jam untuk membunuh mikroorganisme yang tidak diinginkan. Filter bioball dapat menjaga kualitas air dengan menguraikan sisa-sisa makanan dan kotoran sehingga air yang terkandung dalam wadah tidak mengalami penurunan (Siambaton *et al.*, 2018), batu karang jahe sifatnya berongga (*porous*), selain berguna sebagai filter juga dapat berfungsi sebagai media/substrat bagi koloni bakteri - bakteri pengurai (Sudrajat *et al.,* 2002).

 Parameter utama yang diamati adalah perubahan warna merah pada tubuh ikan koi selama perlakuan. Menurut Barus *et al*., (2014) menjelaskan bahwa penentuan kecerahan warna ikan di setiap perlakuan diamati menggunakan TCF (*Toca colour finder)* setiap minggu dari awal hingga akhir penelitian. Parameter perubahan warna tersebut diuji menggunakan tangga warna yang telah dicetak, dan prosedur pengamatan tersebut dilakukan dengan cara mengambil 5 sampel ikan dari masing-masing akuarium dan diamati panelis yang tidak buta warna sebanyak 5 orang. Perhitungan dilakukan dengan perbandingan selisih akhir dan awal penelitian. Berikut merupakan alat tangga warna yang telah dimodifikasi menurut Barus *et al*., (2014) dapat dilihat pada gambar 1 berikut.



Gambar 1. Tangga warna

 Parameter penunjang yang dikumpulkan meliputi pertumbuhan Panjang mutlak, pertambahan berat, kelulushidupan (SR), laju pertumbuhan spesifik (SGR), dan rasio konversi pakan (FCR), dihitung menggunakan rumus perhitungan Menurut Effendi (1997); Arisanti *et al*., (2013) dapat dilihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rumus Perhitungan

|  |  |
| --- | --- |
| **Pertumbuhan panjang mutlak***L L = Lt – Lo* Keterangan: L : Pertambahan panjang (cm)Lt : Panjang akhir (cm) Lo : Panjang awal (cm) | **Pertambahan berat** *W* = *Wt – Wo*Keterangan: W : Pertambahan berat (g)Wt : Berat akhir (g) Wo : Berat awal (g) |
| **Tingkat kelulus hidupan (SR)**  $$SR=\frac{Nt}{No} x 100\%$$Keterangan :SR : Tingkat Kelulushidupan Ikan Uji (%)Nt : Jumlah Ikan yang Hidup pada Akhir Penelitian (Ekor)No : Jumlah Ikan yang Hidup pada Awal Penelitian (Ekor) | **Rasio konversi pakan (FCR)** $$FCR=\frac{F}{\left(Wt+D\right)-Wo}$$Keterangan: FCR : Rasio konversi pakan F : Berat pakan yang diberikan (g) Wt : Biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (g) D : Bobot ikan mati (g) Wo : Biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (g) |
| **Laju pertumbuhan spesifik (SGR)** $ SGR=\frac{LnWt-LnWo}{t}x100$%Keterangan: SGR : Laju pertumbuhan harian spesifikWt : Berat rata - rata ikan pada akhir penelitian (g/ekor) Wo : Berat rata - rata ikan pada awal penelitian (g/ekor)  t : Waktu (lama pemeliharaan) |

 Parameter kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, nitrit dan amonia. Pengukuran kualitas air diukur pada hari ke 1, 7, 14, 21, dan 28 (Panggabean *et al*., 2016). Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis ragam dengan menggunakan Anova untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan berpengaruh nyata atau tidak. Jika hasilnya berpengaruh nyata, dilakukan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil).

**HASIL DAN BAHASAN**

 Hasil tabel uji parameter pada pengamatan warna, pertumbuhan Panjang, bobot, laju pertumbuhan spesifik, dan rasio konversi pakan ikan koi selama penelitian dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Parameter uji Anova dan BNT pada pengamatan warna, pertumbuhan, SGR, dan FCR

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | Perlakuan | Ulangan | Rata-Rata | S.dev |
| 1 | 2 | 3 |
| Warna  | A | 0.28 | 0.32 | 0.6 | 0.4a | 0.174355958 |
| B | 1 | 1.12 | 0.92 | 1.01b | 0.100664459 |
| C | 2.36 | 1.6 | 1.52 | 1.82c | 0.463609031 |
| D | 2.48 | 2.6 | 2.4 | 2.49d | 0.100664459 |
| Panjang | A | 1.16 | 1.38 | 1.98 | 1.51a | 0.424421174 |
| B | 1.36 | 1.28 | 1.66 | 1.43a | 0.200333056 |
| C | 2.26 | 2.1 | 2.22 | 2.19b | 0.08326664 |
| D | 2.48 | 2.58 | 2.52 | 2.53b | 0.05033223 |
| Bobot | A | 1.96 | 2.24 | 2.28 | 2.16a | 0.174355958 |
| B | 1.46 | 1.98 | 2.02 | 1.82a | 0.312409987 |
| C | 1.66 | 2 | 2.06 | 1.91a | 0.215715862 |
| D | 3.18 | 3.16 | 3.1 | 3.15b | 0.04163332 |
| SGR | A | 0.0028 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0002a | 0.000231398 |
| B | 0.0019 | 0.0026 | 0.0028 | 0.0005a | 0.000452028 |
| C | 0.0023 | 0.0028 | 0.0029 | 0.0027a | 0.00032754 |
| D | 0.0044 | 0.0043 | 0.0043 | 0.0001b | 0.000139981 |
| FCR | A | 1.01 | 0.88 | 0.89 | 0.93a | 0.073561549 |
| B | 1.45 | 1.06 | 1.01 | 1.17ab | 0.240121077 |
| C | 1.22 | 1 | 0.87 | 1.03ab | 0.18031183 |
| D | 0.64 | 0.65 | 0.68 | 0.66b | 0.021264719 |

Keterangan:

A (Kontrol), B (Maggot 20%), C (*Spirulina plantesis* 1%), D (*Astaxanthin* 1%).

Notasi a,b,c,d menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan.

**Perubahan Warna**

 Pengamatan perubahan warna ikan koi yang diamati setiap tujuh hari sekali selama 28 hari dengan menggunakan TCF (*Toca Colour Finder)* termodifikasi menurut Barus *et al*., (2014) dengan tingkat skoring warna 1-30. Pengamatan warna pada ikan koi diambil sampling 5 ekor tiap akuarium, dan diamati dengan 5 orang panelis yang tidak buta warna agar tidak terjadi bias dalam penentuan warna. Gambar pengamatan perubahan warna tiap minggu pada ikan koi Kohaku dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Gambar perubahan warna pada sampel tubuh ikan koi kohaku selama penelitian

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Minggu 1 | Minggu 2 | Minggu 3 | Minggu 4 |
|  | Perlakuan D Astaxanthin 1% |  |
|  | Perlakuan C *Spirulina p* 1% |  |
|  | Perlakuan B Maggot 20% |  |
|  | Perlakuan A Kontrol |  |

 Hasil pengamatan warna ikan koi Kohaku pada tiap perlakuan menunjukkan peningkatan warna yang berbeda. Berdasarkan hasil uji Anova, pada perlakuan D dengan pemberian suplemen (*astaxanthin* 1%), perlakuan C (*Spirulina p* 1%), dan perlakuan B (maggot 20%) berpengaruh signifikan terhadap perubahan pigmentasi warna merah pada ikan Koi Kohaku. Hasil tersebut dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) untuk mengetahui pengaruh signifikan pada tiap perlakuan.

 Hasil uji BNT pada perubahan kecerahan warna tertinggi dan paling efektif untuk meningkatkan pigmen merah dalam tubuh ikan koi terjadi pada perlakuan D (*astaxanthin* 1%), dimana hasil rata – rata nilai skor yaitu 2.49, dan secara beruntun yaitu perlakuan C yaitu 1.82, perlakuan B yaitu 1.01, dan perlakuan A yaitu 0.4. Tingginya hasil skor nilai pada perlakuan D dikarenakan astaxanthin merupakan salah satu jenis karotenoid yang tinggi akan kandungan pigmen yang dapat diserap dan disimpan sebagai warna merah yang dimiliki oleh ikan koi. Sukarman *et al*., (2014) menyatakan bahwa terdapat lebih dari 800 jenis karotenoid sintetis dan alami yang telah diidentifikasi dari berbagai tanaman dan hewan, tetapi tidak semua jenis karotenoid tersebut dapat diserap maupun meningkatkan warna ikan. Sumber karotenoid bagi ikan yang dipelihara secara artifisial berasal dari pakan buatan yang jumlahnya sedikit, yang artinya karotenoid tidak dapat disintesis di dalam tubuh hewan, sehingga harus ditambahkan ke dalam pakan (Fuji 1993; Utomo *et al*., 2006).

 Karotenoid sintetis yang umum digunakan dalam bidang akuakultur adalah astaxanthin dan cantaxantin, dan rata-rata astaxanthin sintetis mempunyai kecernaan 10–60% (Guillaume *et al*., 2001). Penggunaan bubuk astaxanthin harus memperhatikan dosis yang digunakan, karena dosis astaxanthin yang berlebihan dapat menurunkan daya tahan tubuh dan pewarnaan pada tubuh ikan (Meiyana dan Minjoyo 2011). Yulianti *et al*., (2014) juga menjelaskan bahwa ikan dapat menyerap astaxantin dari pakan, dan menggunakannya sebagai sel pigmen merah, digunakan untuk menghambat proses penuaan yang didapat secara alamiah pada berbagai jenis makhluk hidup. Umumnya, ikan koi akan menyerap sumber karotenoid yang ada didalam pakan bersuplemen secara langsung dan menggunakannya sebagai pigmen untuk meningkatkan intensitas pigmen warna pada tubuhnya.

 Perubahan tertinggi lainnya terdapat pada perlakuan C, perlakuan tersebut lebih rendah dari perlakuan D karena pada *Spirulina* dapat menghambat proses perubahan warna merah. Karotenoid merupakan kandungan terendah, dan fikosianin adalah kandungan tertinggi yang terdapat dalam *Spirulina,* fikosianin merupakan senyawa pigmen berwarna biru. Kandungan *Spirulina* menurut Sedjati *et al*., (2012), yaitu kandungan pigmen tertinggi pada *Spirulina* adalah fikosianin, fikoeritrin, klorofil-a, dan terendah yaitu karotenoid. Gouveia *et al*., (2005) menyatakan dalam penelitiannya bahwa pemberian astaxanthin sintetis menghasilkan konsentrasi karotenoid tertinggi. Maka dari itu, astaxanthin dapat dikatakan lebih baik dalam meningkatkan warna ikan koi dibandingkan dengan *spirulina*, dan pemberian dosis astaxanthin 1% merupakan dosis yang terbaik dalam meningkatkan kecerahan warna pada ikan koi kohaku.

 Hasil pengamatan pada perlakuan B dan D tidak mengalami peningkatan kecerahan yang tinggi dikarenakan pemberian pakan pada perlakuan maggot dan kontrol yang tidak diberi suplemen tambahan yang mengandung karotenoid seperti yang terdapat di astaxanthin maupun *Spirulina*. Dalam pernyataan Liao *et al*., (1993); Utomo *et al*., 2006) menjelaskan bahwa dengan mencampurkan *Spirulina* ke dalam pakan udang selama 14 - 28 hari akan terlihat adanya peningkatan karotenoid dalam kerapas, begitu pula pada ikan koi terjadi perubahan yang diduga karena adanya peningkatan karotenoid dalam sel pigmennya (kromatofor). Prayogo *et al.,* (2012) bahwa perlakuan pakan maggot dengan penambahan tepung kepala udang yang mampu menyebabkan peningkatan warna. Strobaken (1992); Prayogo *et al*., (2012) juga menjelaskan bahwa beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pigmentasi pada ikan yaitu ukuran ikan, umur, perkembangan seksual dan faktor genetik pada ikan, sehingga pemberian suplemen berupa maggot dan *Spirulina* tidak bisa maksimal dalam meningkatkan pigmentasi warna merah terhadap tubuh ikan koi kohaku.

**Pertumbuhan Panjang, Bobot dan Laju Pertumbuhan Spesifik (SGR)**

 Pengamatan pertumbuhan ikan koi diamati selama 30 hari, diukur setiap 7 hari sekali menggunakan penggaris dan ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan sampling 5 ekor tiap akuarium. Rata-rata panjang ikan koi pada saat penebaran adalah 11.7cm, dan bobot ikan koi dengan rata-rata 32.15g. Hasil uji Anova menunjukkan bahwa pertambahan panjang, berat, dan laju pertumbuhan ikan koi pada saat penelitian di semua perlakuan, memiliki pengaruh yang signifikan, Hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan Uji BNT untuk mengetahui perbedaan lebih lanjut pada tiap perlakuan.

 Hasil Uji BNT menjelaskan bahwa pertambahan panjang ikan koi selama pemeliharaan yaitu tertinggi perlakuan D yaitu 2.53cm, diikuti perlakuan C yaitu 2.19cm, perlakuan A yaitu 1.51cm, dan perlakuan B yaitu 1.43cm. Pertambahan bobot ikan koi selama penelitian tertinggi pada perlakuan D yaitu 3.15g, diikuti perlakuan A yaitu 2.16g, perlakuan C yaitu 1.91g, dan perlakuan B yaitu 1.82g, sedangkan hasil dari uji BNT untuk laju pertumbuhan harian diketahui bahwa perlakuan pertumbuhan harian tertinggi terdapat pada perlakuan C yaitu 0.0027, diikuti oleh perlakuan B yaitu 0.0005, A yaitu 0.0002, dan D yaitu 0001.

 Pertumbuhan terjadi apabila saat pencernaan dan aktivitas ikan, masih terdapat kelebihan energi setelah digunakan untuk proses metabolisme (Sholichin *et al*., 2012). Rendahnya pertambahan panjang dan bobot pada perlakuan B dikarenakan tepung maggot mengandung serat kasar yang tidak dapat dicerna dengan baik oleh ikan. Seperti yang dijelaskan oleh Ediwarman *et al*., (2008) tepung maggot mengandung zat kitin, berbentuk kristal dan tidak larut dalam larutan asam kuat, sehingga tidak dapat dicerna secara sempurna oleh ikan.

 Perlakuan D dapat meningkatkan pertumbuhan ikan koi, karena pada astaxanthin terdapat kandungan protein yang dapat meningkatkan pertumbuhan ikan koi, seperti yang dijelaskan Yulianti *et al.*, (2014) bahwa pertumbuhan ikan yang meningkat diduga adanya pengaruh kandungan protein didalam astaxanthin sehingga dengan dosis yang tepat, dan perlakuan C meningkat karena *Spirulina* memiliki kandungan protein yang tinggi dan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh ikan koi seperti yang dijelaskan Halver dan Hardy (2002) bahwa *Spirulina p* memiliki kandungan protein mencapai 65%, dan kaya akan kandungan asam amino yang dapat mendukung pertumbuhan ikan uji.

 Data laju pertumbuhan spesifik dapat dikatakan bahwa perlakuan C merupakan perlakuan terbaik dibandingkan dengan perlakuan lain. Pada pakan, kandungan nutrisi pada *Spirulina* dapat diserap dengan baik oleh ikan karena terdapat zat karotenoid dalam mikroalga berupa *Spirulina* yang juga digunakan untuk pertumbuhan ikan. Uly *et al*., (2017) menambahkan pada proses penyerapan pakan dengan penambahan suplemen mikroalga yang memiliki kandungan zat karotenoid memiliki kekurangan yaitu dinding sel yang tebal sehingga memerlukan energi lebih lebih besar untuk proses pertumbuhan ikan. Rendahnya pertumbuhan pada perlakuan B dikarenakan pada maggot terdapat serat yang tidak dapat diserap oleh ikan dengan baik, dan zat karotenoid yang terdapat dalam mikroalga membutuhkan waktu yang lama untuk proses pencernaan oleh ikan. Seperti yang dijelaskan oleh Ediwarman *et al*., (2008) tepung maggot mengandung zat kitin, berbentuk kristal dan tidak larut dalam larutan asam kuat, sehingga tidak dapat dicerna secara sempurna oleh ikan.

**Rasio Konversi Pakan (FCR)**

 Hasil uji Anova menunjukkan bahwa rasio konversi pakan ikan koi pada saat penelitian, memiliki pengaruh signifikan, dilanjutkan dengan uji BNT diketahui bahwa hasil rasio konversi pakan pada tiap perlakuan berpengaruh signifikan, yaitu memiliki nilai FCR tertinggi yaitu pada perlakuan B yaitu 1.17g, diikuti oleh perlakuan C yaitu 1.03, perlakuan A yaitu 0.93g, dan perlakuan D yaitu 0.66g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan B membutuhkan rasio pemberian pakan hariannya lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan yang lain, tetapi kisaran tersebut masih optimal dalam kisaran nilai rasio pemanfaatan pakan, karena umumnya nilai rasio terbaik berkisar antara 1.5-8gr (Mudjiman, 2011). Hal ini diduga karena pada perlakuan B pakan sulit dicerna oleh ikan karena terdapat zat kitin didalam maggot. Pramudiyas (2014) menjelaskan bahwa tingginya rasio konversi pakan yaitu karena faktor kualitas pakan yang kurang baik, dan kualitas pakan tersebut dipengaruhi oleh daya cerna ikan terhadap pakan yang dikonsumsi. Pakan sangat berperan penting terhadap perkembangan ikan koi, pakan yang baik memiliki komposisi zat gizi yang lengkap dan baik terhadap penyerapan protein seperti lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin, hormon juga menunda katabolisme asam amino dan memacu pertumbuhan dalam protein di tubuh ikan koi (Handoyo, 2012).

**Kelulushidupan (SR)**

 Tingkat kelangsungan hidup ikan koi dengan jumlah ikan yang mampu hidup hingga akhir penelitian yaitu dari 120 ekor ikan koi yang dipelihara, semua ikan berhasil hidup sampai pada hari terakhir penelitian yaitu pada hari ke 30, sehingga presentase tingkat kelangsungan hidup ikan koi adalah 100%. Hidayat (2012) berpendapat bahwa semakin baik metabolisme yang terdapat dalam tubuh ikan, maka selera makan meningkat, sehingga mortalitas ikan lebih kecil, serta daya tahan tubuh ikan terhadap lingkungan sekitarnya juga akan semakin baik.

**Kualitas Air**

Tabel 4. Parameter kualitas air

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parameter | A | B | C | D | Optimal |
| Suhu (oC) | 27.2 | 27.4 | 27.3 | 27.3 | 25o - 30oC (Khairuman dan Amri, 2000) |
| pH | 8.4 | 8.3 | 8.4 | 8.4 | 6,5 - 8,5 (Perkasa dan Hikmat, 2001) |
| DO (mg/L) | 4.1 | 4.1 | 4 | 4.1 | >5 mg/L (Effendi, 2003) |
| Nitrat (mg/L) | 2.7 | 25 | 24 | 4.7 | 40 mg/L (Perkasa dan Hisomudin 2003) |
| Nitrit (mg/L) | 0.47 | 0.47 | 0.7 | 0.5 | 0,2 mg/L (Perkasa dan Hisomudin 2003) |
| Ammonia (mg/L) | 0.42 | 0.17 | 0.22 | 0.32 | <0,012 mg/L (Julianti *et al*., 2016) |

 Parameter kualitas air yang diukur selama penelitian tiap minggu, meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, nitrit dan ammonia. Hasil dari Uji Anova yaitu bahwa rata-rata nilai parameter kualitas air pada saat penelitian tidak berpengaruh nyata pada tiap perlakuan. Rata-rata nilai suhu selama penelitian 27.3oC. Ikan koi dapat hidup pada suhu yang berkisar antara 25o - 30oC (Khairuman dan Amri 2000). Nilai pH yaitu 8.3, kisaran pH yang baik untuk pemeliharaan ikan koi yaitu 6,5 - 8,5 (Perkasa dan Hikmat 2001). Rata - rata nilai 4.1 mg/L. Bila nilai DO air berada pada kisaran 1,0- 5,0 mg/L, ikan akan mengalami pertumbuhan yang lambat, tetapi pada DO>5 mg/L, maka ikan akan tumbuh secara optimal (Effendi, 2003).

 Rata - rata nilai nitrat 14.1 mg/L dan rata - rata nilai nitrit yaitu 0.53 mg/L. Perkasa dan Hisomudin (2003) menyatakan bahwa normalnya, kandungan nitrat yang baik yaitu 40 mg/L, dan nitrit terlarut di dalam air adalah 0,2 mg/L, sedangkan standar baku mutu air PP no 82 tahun 2001 untuk kegiatan budidaya ikan air tawar, kandungan nitrit yang baik yaitu 10 mg/L. Rata - rata nilai ammonia di yaitu 0.42 mg/L, Boyd (1990); Julianti *et al*., (2016) nilai standar amonia yang diperbolehkan dalam budidaya ikan mas koki yaitu <0,012 mg/L. Hasil pengukuran kualitas air menunjukkan bahwa parameter ini masih dalam batas kelayakan untuk kehidupan ikan koi. Hal ini dapat dilihat dari meningkatnya kelangsungan hidup dan laju pertumbuhan pada ikan koi selama penelitian. Pengukuran kualitas air diatas sesuai dengan standar optimal kualitas air ikan koi (SNI 7734 - 2017).

 Pemanfaatan sistem resirkulasi dapat menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan ikan. Hal tersebut dapat menghasilkaan tingkat produktivitas yang tinggi dalam waktu budidaya yang singkat dengan mortalitas rendah dan tingkat kelulushidupan yang tinggi. Pada penelitian yang dilakukan Kelabora dan Sabariah (2010) menjelaskan bahwa efektivitas sistem resirkulasi dalam memperbaiki kualitas air media budidaya ikan salah satunya dipengaruhi oleh laju pergantian atau debit air. Sirkulasi air dapat memberikan distribusi oksigen ke segala arah dan oksigen tersebut sangat diperlukan oleh semua jasad mahluk hidup untuk pernapasan dan proses metabolisme, serta pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan ikan.

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diketahui bahwa pemberian suplemen terbaik terhadap pigmentasi warna merah ikan koi Kohaku tertinggi yaitu pada perlakuan D pemberian suplemen *astaxanthin* 1%, dengan rata – rata hasil skor warna yaitu 2,49. Hasil Uji Anova dan Uji BNT memiliki pengaruh signifikan pada tiap pengamatan warna, pertambahan Panjang, bobot, laju pertumbuhan spesifik dan rasio konversi pakan, tetapi tidak berpengaruh signifikan pada parameter kualitas air. Kelulushidupan koi optimal yaitu 100%. Parameter kualitas air (Suhu, pH, DO, nitrat, nitrit, dan ammonia) juga tergolong optimal, dengan menggunakan sistem resirkulasi dengan filter dakron, bioball, dan batu karang jahe.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih diucapkan kepada dosen pembimbing yang telah sabar dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan penelitian ini dengan sebaik-baiknya. Terimakasih kepada kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa, dan fasilitas yang baik untuk menyelesaikan penelitian ini, dan terimakasih kepada teman-teman yang telah membantu dan mendukung penuh, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penelitian yang telah saya selesaikan ini.

**DAFTAR ACUAN**

Asrianti, F.D., Arini, E., & Elfitasari, T. (2013). Pengaruh Kepadatan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada Sistem Resirkulasi dan Filter Arang. *Journal of Aquaculture Management and Technology* 2(4), 139-144

Barus, R.S., Usman, S., & Nurmatias. (2014). Pengaruh Konsentrasi Tepung Spirulina platensis pada Pakan terhadap Peningkatan Warna Ikan Mas koki (*Carrasius auratus*). *Skripsi*. Program Studi Sumber Daya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara: Medan.

Barus, S.N. (2019). Pengaruh Campuran Tepung Maggot (*Hermetia illuens*) Pada Pakan Komersil Terhadap Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus).* *Skripsi.* Universitas Sumatera Utara.

Handoyo, B., Alimuddin., & Utomo, N.B.P. (2012). Pertumbuhan, Konversi dan Retensi Pakan, dan Proksimat tubuh benih ikan sidat yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang melalui perendaman. *Jurnal akuakultur indonesia*. 2, 132-140.

Hidayat, R. (2012). Enlargement of Selais (Ompok hypopthalmus) With Fish Meal Containing Thyroxine (T4) Hormones. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau: Riau.

Julianti, V., Salamah., & Mauliani. (2016). Pengaruh penggunaan Probiotik pada Media Pemeliharaan terhadap benih Maskoki (*Carrasius auratus*) pada Umur yang Berbeda. *Acta Aquatica,* 3(2) 66-74.

Kardana, D., Haetami, K & Subhan, U. (2012). Efektivitas Penambahan Tepung Maggot dalam Pakan Komersil terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*)*. Jurnal Perikanan dan Kelautan* ISSN: 2088-3137

Kurniasih & Pinandoyo. (2015). Pengaruh Minyak Ikan dan Lesitin dengan Dosis Berbeda Dalam Pakan Terhadap Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 4(3), 22-30.

Kusrini E., Cindelaras S., & Prasetio AB. (2015). Pengembangan Budidaya Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio*) Lokal di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok. *Media Akuakultur*. 10(2), 71-78.

Malini, D., Tri D.W., & Agustin, R. (2018). Pengaruh Penambahan Tepung *Spirullina fusimorsis* Pada Pakan Terhadap Tingkat Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio).* *Jurnal Pro-Life*. 5(2).

Meiyana, M & Minjoyo, H. (2011). Pembesaran *Clownfish (Amphiprion ocellaris)* di Bak Terkendali dengan Penambahan Astaxanthin. Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut: Lampung. 1-8.

Mudjiman, A. (2011). *Makanan Ikan.* Jakarta: Penebar Swadaya.

Panggabean, T.K., Sasanti, A.D &Yulisman. (2016). Kualitas Air, Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, dan Efisiensi Pakan Ikan Nila yang diberi Pupuk Hayati Cair pada Air Media Pemeliharaan. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(1), 67-79

Pramudiyas, D.R. (2014). Pengaruh Pemberian Enzim pada Pakan Komersil terhadap Pertumbuhan dan Rasio Konversi Pakan (FCR) pada Ikan Patin (*Pangasius sp*). *Skripsi*. Universitas Airlangga: Surabaya

Prayogo, H.D., Rostika, R., & Nurruhwati, I. (2012). Pengkayaan Pakan yang Mengandung Maggot dengan Tepung Kepala Udang sebagai Sumber Karotenoid terhadap penampilan Warna dan Pertumbuhan benih Ikan Rainbow Kurumoi (*Melanotania parva*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan* ISSN:2088-3137

Putriana, N., W. Tjahjahningsih., & M. A. Alamsjah. (2015). Pengaruh Penambahan Perasan Paprika Merah (*Capsicum annuum*) dalam Pakan Terhadap Tingkat Kecerahan Warna Ikan Koi (*Cyprinus carpio L.).* *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2).

Sedjati, S., Yudiati, E., & Suryono. (2012). Profil Pigmen Polar dan Non Polar Mikroalga Laut *Spirulina sp*. dan Potensi Sebagai Pewarna Alami. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 17(3), 176-181.

Siambaton, N.J., Tang, U., & Pamukas N A. (2018). Pengaruh Substrat Filter yang Berbeda Pada Sistem Resirkulasi Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Selais (*Ompok hypopyhalmus*). *Jurnal Universitas Riau.*

Sibarani, D.A., Susilowati, T., & Yuniarti T. (2015). Pengaruh Kepadatan Berbeda Menggunakan rGH Pada Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Ikan Nila (*Orechromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* 4(3), 84-90.

Sholichin, I. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Rebon pada Pakan Buatan Terhadap Nilai Chroma Ikan Maskoki (*Carassius auratus*). *Skripsi*. Universitas Padjadjaran: Bandung.

Sukarman dan Hirnawati. (2014). Alternatif Karotenoid Sintesis (*Astaxantin*) Untuk Meningkatkan Kualitas Warna Ikan Koi (*Carassius auratus*). *Widyariset*. 17(3), 333-342.

Syarif, H. (2017). *Content Based Image Retrieval* Berbasis *Color Histogram* Untuk Pengklasifikasian Ikan Koi Jenis Kohaku. Universitas Diswantoro: Semarang.

Uly, M., Pinandoyo & Hastuti, S. (2017). Pengaruh Karotenoid dari Tepung Alga *Haemetococcus pluvalis* dan Marigold Berbasis Isokarotenoid pada Pakan Buatan terhadap Kecerahan Warna Oranye, Efisiensi Pemanfaatan Pakan dan Pertumbuhan Ikan Mas Koki (*Carrasius auratus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 6(3)

Yulianti, E.S., Maharani, H.W & Diantari, R. (2014). Efektivitas Pemberian *Astaxanthin* Pada Peningkatan Kecerahan Warna Ikan Badut (*Amphirion ocellaris*). *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 3(1).