

## Pertumbuhan Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*) Pada Sistem Budidaya *Recirculating Aquaculture System (RAS)* dan Akuaponik

Growth of Koi Fish (*Cyprinus rubrofuscus*) in Sistem Recirculating Aquaculture Sistem (Ras) and Aquaponic

**Siti Masyruroh<sup>1</sup>, Ummul Firmani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Budidaya Perikanan, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kebomas, Gresik, 61121, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Budidaya Perikanan, Universitas Muhammadiyah Gresik, Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kebomas, Gresik, 61121, Indonesia

\*Korespondensi : [sitimasyruroh20@gmail.com](mailto:sitimasyruroh20@gmail.com); [Ummul.firmani@umg.ac.id](mailto:Ummul.firmani@umg.ac.id)

Disubmit:9Oktober2024,Direvisi: 10 November2024,Diterima:15 November 2024

### ABSTRAK

Budidaya ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) secara intensif menawarkan peluang usaha yang menguntungkan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pertumbuhan ikan koi pada sistem budidaya RAS dan aquaponik. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan Teknik pengambilan data berasal dari eksperimental, wawancara, serta partisipasi aktif oleh peneliti. Hasil menunjukkan bahwa sistem aquaponik dan RAS tidak mempengaruhi pertumbuhan panjang dan kelangsungan hidup ikan koi secara signifikan, tetapi berpengaruh pada pertumbuhan bobot ( $P<0,05$ ) bobot ikan koi pada sistem akuaponik ( $3,6 \pm 2,1$ ), sedangkan pada sistem budidaya RAS didapatkan hasil ( $7,6 \pm 4,0$ ) dan rasio konversi pakan (FCR), rasio konversi pakan pada system aquaponik yaitu 3,6 sedangkan pada sistem budidaya RAS yaitu 2,1. Kualitas air, yang mencakup pH, suhu, dan DO, berperan penting dalam pertumbuhan ikan koi. pH dan suhu tetap dalam kisaran yang sesuai, sementara DO di kedua sistem memenuhi kebutuhan minimal ikan koi. Kualitas air yang baik dan sistem filtrasi yang efektif mendukung pertumbuhan ikan koi.

**Kata kunci:** Akuaponik, Ikan koi, Kualitas Air, Pertumbuhan, Resirkulasi

### ABSTRACT

Intensive koi fish (*Cyprinus rubrofuscus*) cultivation offers profitable business opportunities. This study aims to compare the growth of koi fish in RAS and aquaponic cultivation systems. This study used a quantitative method with data collection techniques derived from experiments, interviews, and active participation by researchers. The results showed that the aquaponic and RAS systems did not significantly affect the growth of length and survival of koi fish, but affected the weight growth ( $P < 0.05$ ) of koi fish weight in the aquaponic system ( $3.6 \pm 2.1$ ), while in the RAS cultivation system the results were ( $7.6 \pm 4.0$ ) and the feed conversion ratio (FCR), the feed conversion ratio in the aquaponic system was 3.6 while in the RAS cultivation system it was 2.1. Water quality, including pH, temperature, and DO, plays an important role in the growth of koi fish. pH and temperature remain within the appropriate range, while DO in both systems meets the minimum needs of koi fish. Good water quality and an effective filtration system support the growth of koi fish.

**Keywords:** Aquaponics, Growth, Koi fish, Recirculation, Water Quality

## PENDAHULUAN

Ikan koi merupakan salah satu ikan hias air tawar yang popular dengan motif pada tubuhnya yang banyak diminati oleh pecinta ikan hias dan memiliki nilai ekonomis yang tinggi pada bidang perikanan. Ikan hias memiliki keunggulan karena bentuk dan warnanya yang menonjol, sehingga budidaya ikan hias seperti ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) secara intensif menjadikan peluang usaha yang menguntungkan (Lembang & Kuing, 2022).

Banyaknya pembangunan telah mengkonversi lahan budidaya sehingga luasnya semakin berkurang, berkurangnya lahan budidaya diikuti dengan penurunan kualitas perairan sehingga kegiatan produksi perikanan juga menurun. Oleh karena itu, inovasi dalam kegiatan budidaya perikanan diperlukan supaya kegiatan budidaya ikan bisa terus berlanjut (Utami *et al.*, 2019). Inovasi yang dapat diterapkan yaitu menggunakan sistem budidaya intensif *Recirculating Aquaculture Sistem* (RAS) dan sistem budidaya aquaponik. Sistem budidaya *Recirculating Aquaculture Sistem* (RAS) merupakan sistem budidaya yang memanfaatkan kembali air yang sudah digunakan dengan cara memutar air secara terus menerus secara berulang melalui sebuah filter (Darwis *et al.*, 2019). Sedangkan, sistem budidaya aquaponik merupakan teknik resirkulasi yang memanfaatkan media tanaman sebagai filter air (Lembang & Kuing, 2022).

Pada umumnya budidaya ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) dilakukan secara semi intensif. Akan tetapi terdapat kekurangan pada sistem budidaya semi intensif karena terdapat risiko tinggi terhadap fluktuasi suhu yang dapat mengganggu pertumbuhan ikan koi serta risiko terjadinya peningkatan penyakit dan parasit akibat kepadatan yang tinggi dalam kolam (Kusrini *et al.*, 2015).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) menggunakan sistem budidaya *recirculating aquaculture system* (RAS) dan akuaponik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada 7 Februari 2024 sampai dengan 19 Maret 2024 menggunakan metode kuantitatif kuantitatif dengan Teknik pengambilan data berasal dari eksperimental, wawancara, serta partisipasi

aktif oleh peneliti, bertempat di UD. Pojok Koi Farm di Desa Gading Watu, Dusun Kajar, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

### Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Akuarium, *Water Pump*, *Net Pot* (gels plastik), busa/spons, pH meter, DO kit, *Thermometer*, timbangan digital, Penggaris, kerikil, pasir, dan arang.

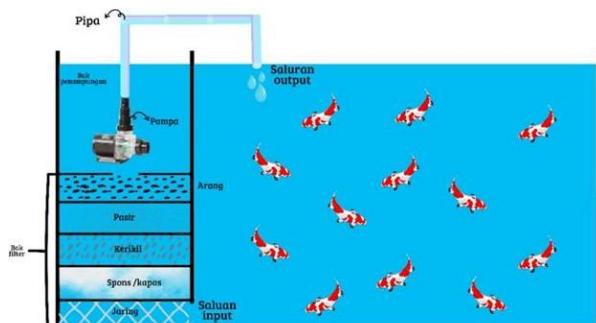
### Bahan

Untuk bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, ikan koi (Kohaku), bibit sawi hijau, dan pakan komersil Hi Pro Vit 781-1.

### Prosedur Kerja

Persiapan media pemeliharaan

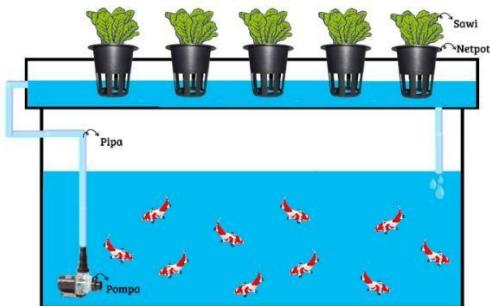
#### 1. Persiapan rangkaian Sistem Akuakultur Resirkulasi



Gambar 1. Desain Rangkaian Sistem *ecirculatng Aquaculture System* (RAS)

Sistem RAS (*Recirculating Aquaculture Sistem*) menggunakan aquarium berukuran 100 x 50 x 50 cm yang telah dimodifikasi dengan diberi saluran air dari wadah pemeliharaan ke bak filter dan bak penampungan air. Pompa air dengan daya 10 watt kapasitas 1200 L/jam yang berfungsi untuk mengalirkan air. Bak filter disusun dari atas ke bawah terdiri dari arang 1 kg, pasir 1 kg, kerikil 500 gram, spons 5 lembar. Persiapan Sistem resirkulasi dilakukan selama 3 hari sebelum pengujian terhadap ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*).

## 1. Persiapan rangkaian Akuaponik



Gambar 2. Desain Rangkaian Sistem Akuaponik

Persiapan wadah pemeliharaan pada penelitian ini menggunakan aquarium berukuran 100 x 50 x 50 cm. Pompa air dengan daya 10 watt kapasitas 1200 L/jam untuk mengalirkan air dari wadah pemeliharaan ke bak media tanam. Lubang pada bak media tanam dan disesuaikan dengan ukuran net pot tanaman. Pada bak media tanam diberi media filter yang terdiri dari spons 3 lembar, kerikil 500 gram. Ujung bak media tanam diberi lubang untuk mengalirkan air ke kolam dan sebaliknya. Tanaman yang digunakan pada penelitian yaitu tanaman sawi yang dimanfaatkan sebagai media filter pada sistem akuaponik.

## 2. Persiapan ikan uji

Ikan yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan koi (*Cyprinus rubrofuscus*) sebanyak 80 ekor dengan ukuran panjang 7-9 cm dimana ukuran tersebut merupakan ukuran ikan yang relatif mudah dikontrol serta berada dalam fase pertumbuhan yang cepat.

## Tahap Pelaksanaan

### 1. Persiapan Hewan Uji

Mengukur panjang ikan uji menggunakan mistar dan menimbang bobot ikan uji menggunakan timbangan digital

### 2. Pemberian Pakan

Pemberian pakan yang dilakukan sebanyak 2 kali sehari yaitu pada pagi dan sore hari dengan pemberian pakan sebanyak 5% dari bobot ikan. Menggunakan pakan Hi Pro Vit ukuran 781-1. Dengan lama waktu pemeliharaan selama 42 hari

## Analisis data

Analisa laju pertumbuhan panjang dan bobot dihitung dengan menggunakan rumus

berikut:

### 1. Laju pertumbuhan spesifik

Laju pertumbuhan spesifik (SGR) dihitung dengan menggunakan rumus menurut (Zonnevald, N and Boon, (1991)):

$$SGR = \frac{W_t - W_0}{T} \times 100$$

SGR = Laju pertumbuhan spesifik (%/hari)

W<sub>0</sub> = Berat rata-rata benih pada awal penelitian (g)

W<sub>t</sub> = Berat rata-rata benih pada hari ke t (g)

T = Lama pemeliharaan (hari)

### 2. Rasio konversi pakan

Rasio konversi pakan (FCR) dihitung menggunakan rumus menurut Djarijah (1995):

$$FCR = \frac{Pa}{(Wt - W0)}$$

FCR = Food Conversion Ratio

Pa = Jumlah pakan yang dikonsumsi

W<sub>t</sub> = Berat akhir ikan (g)

W<sub>0</sub> = Berat awal ikan (g)

### 3. Tingkat kelangsungan hidup

Sintasan atau tingkat kelangsungan hidup (SR) dihitung menggunakan rumus menurut Effendi (1979):

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

SR = Survival rate (%)

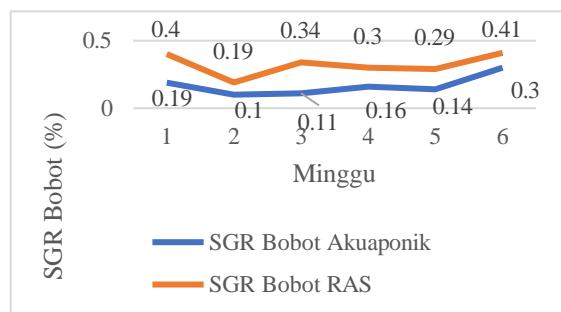
N<sub>t</sub> = Jumlah populasi ikan akhir (ekor)

N<sub>0</sub> = Jumlah populasi ikan awal (ekor)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

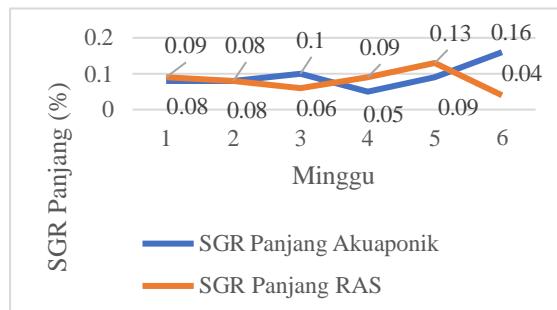
### Laju Pertumbuhan Spesifik Harian (SGR)

Grafik laju pertumbuhan spesifik harian dapat dilihat pada (Gambar 3) dan (Gambar 4). Setelah dilakukan pengamatan didapatkan hasil nilai laju pertumbuhan spesifik harian panjang pada sistem akuaponik ( $0,09 \pm 0,04$ ) dan bobot ( $0,17 \pm 0,07$ ), sedangkan laju pertumbuhan spesifik harian pada sistem RAS ( $0,08 \pm 0,03$ ) dan bobot ( $0,3 \pm 0,08$ ).



Gambar 3. Laju pertumbuhan bobot ikan koi

Hasil analisis varians pada data pertumbuhan spesifik harian menunjukkan nilai signifikan untuk laju pertumbuhan bobot ( $P<0,05$ ) dan untuk laju pertumbuhan panjang ( $P>0,05$ ) yang berarti bahwa penggunaan sistem budidaya akuaponik dan RAS memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot, akan tetapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan panjang pada ikan koi. Berdasarkan Gambar 3. laju pertumbuhan bobot ikan koi menunjukkan hasil yang lebih baik pada sistem RAS hal ini diduga terjadinya proses yang lebih optimal pada sistem RAS sehingga menghasilkan kualitas air yang baik di dalam media pemeliharaan. Hal ini sesuai dengan penelitian Sari et al., (2019) bahwa ikan koi yang dipelihara pada sistem RAS memiliki pertumbuhan yang lebih cepat hal ini juga sejalan dengan nilai FCR yang diperoleh pada sistem RAS memiliki nilai yang lebih rendah, hal ini menunjukkan bahwa sistem RAS dapat meningkatkan efisiensi pakan dan laju pertumbuhan ikan koi. Laju pertumbuhan spesifik adalah penambahan rata rata bobot maupun panjang ikan setiap hari selama pemeliharaan. Christin et al., (2021) menyatakan bahwa pertumbuhan ikan merupakan pertambahan bobot dan panjang ikan yang dapat dilihat dari perubahan ukuran bobot dan panjang dalam satuan waktu.



Gambar 4. Laju pertumbuhan Panjang ikan koi

Daya dukung kualitas perairan yang baik juga memengaruhi tingkat nafsu makan pada ikan. Pada penelitian ini menggunakan filter spons / kapas, kerikil dan pasir penggunaan filter tersebut memberikan pengaruh positif terhadap laju pertumbuhan bobot harian ikan koi. Kombinasi filter jenis, kerikil, arang aktif, pasir serta pemanfaatan tanaman sawi sebagai fitoremediasi yang mampu memberikan daya dukung lingkungan yang baik dalam kegiatan budidaya dikarenakan bahan-bahan tersebut mampu menyaring bahan organik, sisa pakan dan feses sehingga keberadaannya di wadah pemeliharaan dapat berkurang serta tidak mengganggu kehidupan ikan.

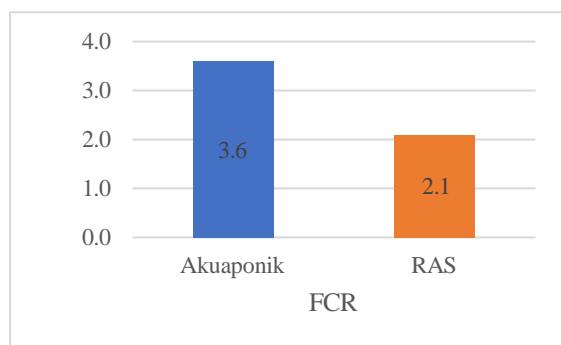
Menurut Nurhariati et al., (2021), penggunaan filter dapat membantu menyerap sisa pakan, sehingga kondisi air menjadi bersih serta bebas amoniak, kondisi tersebut bisa membantu meningkatkan nafsu makan pada ikan koi atau semakin tinggi kondisi lingkungan perairan yang kotor tanpa menggunakan filter, maka nafsu makan ikan akan menurun sehingga pertumbuhan ikan rendah. Prasetyo (2018) juga menyatakan bahwa pertumbuhan ikan juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, seperti jenis ikan, jenis kelamin, ukuran, kepadatan dan kondisi lingkungan pada media pemeliharaan ikan.

### Rasio Konversi Pakan

Berdasarkan hasil penelitian, rasio konversi pakan pada sistem akuaponik memiliki nilai yang lebih tinggi, yaitu 3,6 sedangkan pada sistem budidaya RAS lebih rendah, yaitu 2,1. Hal itu menunjukkan bahwa daya cerna pada ikan terhadap makanan sangat baik (Alfia et al., 2013). Hal ini sesuai dengan laju pertumbuhan bobot harian pada sistem RAS menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan sistem akuaponik yang memiliki nilai rasio konversi pakan lebih rendah.

Hasil analisis varians menunjukkan perbedaan sistem budidaya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap konversi pakan. Adanya pengaruh yang signifikan antara sistem budidaya akuaponik dan RAS terhadap konversi pakan menunjukkan bahwa ikan dapat memanfaatkan pakan yang diberikan dengan baik, sehingga pakan dapat dicerna dan menjadi daging (Rizky et al., 2015). Menurut Ridlo dan Subagio (2013), menyatakan semakin tinggi nilai FCR, maka semakin banyak pakan yang tidak diubah menjadi biomassa dan

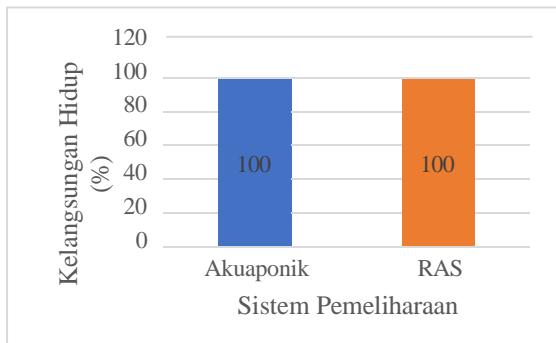
menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan semakin tidak efektif dan efisien. Nilai konversi pakan pada ikan koi berkisar antara 1,5 – 8 (Mudjiman, 2011).



Gambar 5. Grafik rasio konversi pakan

### Kelangsungan Hidup

Pada pemeliharaan ikan koi selama penelitian menunjukkan tingkat kelangsungan hidup yang tinggi, yaitu 100% (Gambar 4). Berdasarkan Nurhariati *et al.*, (2021), tingkat kelangsungan hidup merupakan sejumlah organisme yang hidup pada akhir pemeliharaan yang dinyatakan dalam bentuk persentase. Nilai kelangsungan hidup ikan akan tinggi jika faktor kualitas dan kuantitas pakan serta lingkungan mendukung. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Samsundari dan Wirawan (2013), yaitu kelulushidupan ikan dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik yaitu kompetitor, parasit, kemampuan adaptasi, kepadatan populasi dari organisme dan penanganan manusia. Sedangkan faktor abiotik adalah sifat fisika dan kimia pada sebuah lingkungan perairan.



Gambar 6. Grafik tingkat kelangsungan hidup ikan koi

### Kualitas Air

Kualitas air merupakan faktor penting

yang dapat memengaruhi pertumbuhan panjang, berat, dan kelangsungan hidup ikan koi. Parameter kualitas air selama pemeliharaan masih dalam kisaran yang dapat ditoleransi untuk ikan koi. Hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kualitas air selama masa pemeliharaan

No Parameter	Akuaponik	RAS
1. pH	7,57 – 7,99	7,55 – 7,85
2. Suhu (°C)	28,2 – 29,6	28,2 – 29,4
3. DO	7 – 8	7 – 8

Salah satu faktor yang memengaruhi pertumbuhan ikan koi adalah pH (Sulaksono *et al.*, 2021). Berdasarkan pengukuran nilai pH selama penelitian pada sistem budidaya akuaponik (7,57 – 7,99) dan pada sistem RAS (7,55 – 7,85) menunjukkan kualitas air pada kisaran yang baik. Nilai toleransi pH untuk ikan koi yaitu berkisar antara 6,5 – 8,0 (SNI, 2017). pH yang terlalu tinggi (>9) dapat menghambat pertumbuhan ikan, sedangkan pH yang terlalu rendah (<4,5) dapat menurunkan kualitas air, menjadikannya beracun bagi ikan, serta mendorong perkembangan bakteri juga parasit (Sabrina *et al.*, 2018).

Kisaran suhu selama penelitian yaitu 28,2 – 29,6°C pada sistem budidaya akuaponik dan 28,2 – 29,4°C pada sistem RAS suhu tersebut masih termasuk ke dalam suhu ideal untuk organisme air. Menurut Boyd (2015) dalam Sutiana *et al.* (2017), beberapa faktor seperti radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim sangat memengaruhi fluktuasi suhu di perairan. Pramleonita *et al.* (2018) menyatakan bahwa cahaya matahari yang masuk ke dalam air dapat menyebabkan perubahan suhu pada pagi dan siang hari. Suhu merupakan faktor penting untuk perkembangan ikan koi, karena suhu yang lebih tinggi dapat mengurangi aktivitas enzim. Ikan, sebagai hewan poikilothermik, memiliki suhu tubuh yang hanya  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  dari suhu air, sehingga metabolisme mereka berkorelasi erat dengan suhu air. Akibatnya, suhu memengaruhi laju metabolisme dan tingkat kelarutan gas. Yang paling berbahaya bagi ikan bukanlah suhu ekstrem, tetapi perubahan suhu mendadak dari suhu normal mereka. Kenaikan suhu perairan yang drastis dapat menurunkan kadar oksigen terlarut (Supriharyono, 2010).

Pada penelitian ini, didapatkan nilai DO pada kedua sistem budidaya yaitu 7 – 8 mg/L. Nilai toleransi DO untuk budidaya ikan koi

yaitu minimal 5 mg/L (SNI, 2017). Konsumsi oksigen ikan dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk suhu, konsentrasi oksigen terlarut (DO), ukuran ikan, tingkat aktivitas, dan waktu setelah pemberian pakan. Secara umum, ikan yang lebih kecil mengkonsumsi oksigen per unit berat badan lebih banyak dibandingkan ikan yang lebih besar dari spesies yang sama (Samsundari dan Wirawan, 2013). Pramleonita *et al.* (2018) menjelaskan bahwa peningkatan kadar DO pada siang hari disebabkan oleh fitoplankton, mikroalga, dan tumbuhan air lainnya di kolam yang melakukan fotosintesis dan memproduksi gas O<sub>2</sub>. Sebaliknya, pada malam hari hingga pagi hari, biota air seperti ikan melakukan respirasi yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub>, sehingga kadar DO di pagi hari biasanya lebih rendah dibandingkan pada siang hari.

Pengukuran kualitas air, termasuk suhu, pH, dan DO, saling memengaruhi pertumbuhan ikan koi. Air yang mengalir ke kolam menyediakan DO yang diperlukan oleh semua makhluk hidup untuk pernapasan dan proses metabolisme, yang kemudian menghasilkan energi. Namun, kadar DO juga dipengaruhi oleh suhu. Aliran air di kolam membantu menciptakan sirkulasi yang menjaga suhu tetap stabil dan merata. Kenaikan suhu meningkatkan laju metabolisme dan respirasi ikan, yang mengakibatkan penurunan konsentrasi oksigen di air. Suhu yang tinggi juga mempengaruhi pH, ketika suhu naik, pH cenderung meningkat, yang dapat menyebabkan terbentuknya racun seperti amonia akibat akumulasi sisa metabolisme dan pakan yang tidak terpakai, sehingga meningkatkan kebutuhan oksigen untuk proses respirasi (Jumaidi *et al.*, 2016).

Sistem RAS merupakan sistem budidaya ikan menggunakan sistem resirkulasi, dimana air dapat digunakan kembali setelah proses pengolahan. Sistem RAS dapat mengurangi zat-zat yang tidak diinginkan seperti amonia dan nitrit, serta dapat mengurangi limbah yang dihasilkan oleh ikan melalui proses resirkulasi dengan memanfaatkan media filter (Timmons *et al.*, 2010).

Sistem akuaponik memanfaatkan tanaman yang dapat digunakan sebagai filter untuk mengurangi kekeruhan air, selain itu tanaman pada sistem akuaponik juga dapat meningkatkan oksigen dalam air melalui proses fotosintesis (Rakocy *et al.*, 2013).

## KESIMPULAN

Penggunaan sistem budidaya ikan akuaponik dan RAS pada budidaya ikan koi tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan panjang dan kelangsungan hidup ikan koi, tetapi berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan bobot dan FCR. Dengan nilai laju pertumbuhan spesifik harian bobot sistem akuaponik ( $0,17 \pm 0,07$ ), sistem RAS ( $0,3 \pm 0,08$ ). Dan nilai FCR pada sistem akuaponik 3,6 sedangkan pada sistem budidaya RAS lebih 2,1. Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa pemeliharaan ikan koi menggunakan sistem RAS memiliki pola pertumbuhan yang lebih baik. Akan tetapi, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu pemeliharaan yang lebih lama untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Kualitas air menjadi faktor penting yang dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan koi selama proses budidaya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas Siregar Djariah. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Kanisius : Yogyakarta.
- Alfia, A. R., E. Arini dan T. Elfitasari. 2013. Pengaruh Kepadatan yang Berbeda terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Ikan Nila (*Orechromis niloticus*) pada Sistem Resirkulasi dengan Filter Bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3):86-93.
- Christin, Y., I.W. Restu dan G.R.A. Kartika. (2021). Laju Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Tiga Sistem Resirkulasi Yang Berbeda. *Current Trends In Aquatic Science* Iv. 2: 122-127.
- Darwis, D., Mudeng, J. D., & Londong, S. N. J. (2019). Budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) sistem akuaponik dengan padat penebaran berbeda. *E-Jurnal Budidaya Perairan*, 7(2), 15–21. <https://doi.org/10.35800/bdp.7.2.2019.24148>.
- Djarijah, A. B. 1995. *Pakan Ikan Alami*. Cetakan I. PenerbitKanisius .Yogyakarta. hlm.12-13; 35-55 Effendi, M. I. 1979. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Jumaidi, A., Y. Herman dan E. Eko. (2016). Pengaruh Debit Air Terhadap Perbaikan Kualitas Air Pada Sistem Resirkulasi Dan

- Hubungannya Dengan Sintasan Dan Pertumbuhan Benih Ikan Gurame. 5(1): 588- 596.
- Kusrini, E., Cindelaras, S., & Prasetyo, A.B. (2015). Pengembangan Budidaya Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio*) Lokal Di Balai Penelitian Dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok. *Media Akuakultur*, 10(2), <https://doi.org/10.15578/ma.10.2.2015.71-78>
- Lembang, M. S., & Kuing, L. (2022). Efektivitas Pemanfaatan Sistem Resirkulasi Akuakultur (RAS) Terhadap Kualitas Air Dalam Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus rubrofuscus*). *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 105 – 112. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.105112>
- Mudjiman, A. 2011. Makanan Ikan Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nurhariati, M. Junaidi dan N. Diniarti. 2021. Pengaruh Komposisi Filter Terhadap Kualitas Air dan Pertumbuhan Ikan Bawal Air Tawar (*Colossoma macropomum*) dengan Sistem Resirkulasi, *Jurnal Ruaya*, 9(2):17-27.
- Prasetyo, Y. 2018. Pengaruh Jenis Filter Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Kelulushidupan Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Pada Media Pemeliharaan Air Payau Sistem Resirkulasi [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Riau.
- Pramleonita, M., N. Yuliani, R. Arizal dan S.E. Wardoyo. 2018. Parameter Fisika dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam. *Jurnal Sains Natural*, 8(1):24-34.
- Rakochi, J E., & Hargreaves , J. A. (2013). Integration of recirculating aquaculture systems with hydroponic systems. *Journal of the world Aquaculture Society*, 44(4), 559-571.
- Ridlo, A dan Subagiyo. 2013. Pertumbuhan, Rasio Konversi Pakan dan Kelulushidupan Udang *Litopenaeus vannamei* yang Diberi Pakan dengan Suplementasi Prebiotik FOS (Fruktooligosakarida). *Buletin Oseanografi Mariana*, 2(4):1-8.
- Rizky, T.D.E., R. Ezraneti dan S. Adhar. 2015. Pengaruh Media Filter pada Sistem Resirkulasi Air untuk Pemeliharaan Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L). *Acta Aquatica*, 2(2):97- 100.
- Sabrina, S. Ndobe, M. Tis'I dan D.T. Tobigo. 2018. Pertumbuhan Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) pada Media Biofilter Berbeda. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 12(3):215-224.
- Samsundari, S., dan G.A. Wirawan. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguila bicolor*). *JURNAL GAMMA*. 8(2): 86-97.
- Sari, R. M., et al. (2019). Comparative study of feed efficiency and growth performance of koi fish (*Cyprinus carpio*) in recirculating aquaculture system (RAS) and aquaponics system. *Journal of Aquaculture and Fisheries*, 8(1), 1-8.
- Setijaningsih L, L.H. Suryaningrum. 2015. Pemanfaatan limbah budidaya ikan lele (*Clarias batrachus*) untuk ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan sistem resirkulasi. *Berita biologi*, 14 (3): 287 – 293.
- SNI 4075-2:2017. Syarat Mutu Dan Penangan Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio*). Jakarta.
- Sulaksono, D.H dan A.M. Suryo. (2021). Sistem Monitoring Dan Kontrol Otomatis Untuk Budi Daya Ikan Koi Dengan Parameter Suhu Dan pH Berbasis Internet Of Things (IOT). Sistem Informasi, Dan Teknik Informatika. 1(1): 91 - 96.
- Supriharyono. (2010). Pengaruh kadar oksigen terhadap pertumbuhan ikan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan*, 12(1), 1-10.
- Susanto, E., et al. (2020). Comparative study of water quality and growth performance of koi fish (*Cyprinus carpio*) in recirculating aquaculture system (RAS) and aquaponics system, *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 55,1-8.
- Sutiana, Erlangga dan Zulfikar. 2017. Pengaruh Dosis Hormon rGH dan Tiroksin dalam Pakan terhadap Pertumbuhan dan Kelangsungan Hidup Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*, L). *Acta Aquatica*, 4(2):76-82.
- Timmons, M. B., & Ebeling, J. m. (2010). Recirculating Aquaculture Systems. Cayuga Aqua Ventures)
- Utami, T. S. B., Hasan, Z., Syamsuddin, M. L., & Hamdani, H. (2019).

- Fitoremediasi Limbah Budidaya Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Beberapa Tanaman Sayuran dalam Sistem Resirkulasi Akuaponik. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, X(2), 81–88.
- Zonnevald, N., Huisman. E.A dan Boon. J.H. 1991. Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 318 hlm.

